

Der Einsatz von algorithmisch basierten Systemen in Kunst und Musik hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Eine gewisse Faszination üben solche Systeme aus, die auf Konzepten und Verfahren der Künstlichen Intelligenz und Robotik basieren (Miranda 2000; Solis & Ng 2011). Die Kognitionswissenschaft zieht diese Konzepte und Verfahren zur Theoriebildung und Simulation kognitiver Prozesse sowie zur Erzeugung »intelligenter« Verhaltensweisen heran. Ziel ist die Etablierung einer Wissenschaft geistiger Strukturen und Prozesse: eine Geisteswissenschaft (science of mind), bei der Geistiges metaphorisch als Rechensystem oder Maschine aufgefasst wird (Thagard 2005; Boden 2006): »Kognition als Berechnung« charakterisiert dies auf prägnante Weise.

Ob von Menschen erstellte Artefakte menschliche Funktionen wie Kreativität aufweisen könnten, ist ein Teilproblem der allgemeinen Fragestellung nach der wissenschaftlichen Erforschung geistiger und sozio-kultureller Phänomene wie Bewusstsein, Emotion, Intelligenz, Lernfähigkeit, Wahrnehmung, Motivation, Kreativität, Rationalität und moralisch-ethischen Einstellungen des Menschen unter der Annahme ihrer Berechenbarkeit. Theoretisch ergibt sich die Frage, inwieweit diese sich in dem von einem Berechenbarkeitsbegriff gezogenen Rahmen – beispielsweise dessen derzeitigem Explikat, der Turingmaschine¹ – beschreiben und verstehen lassen. Douglas Hofstadter (Hofstadter 1985) vertritt die symbolisch-kognitivistische These von der Turingmaschinen-Berechenbarkeit geistiger Phänomene, nach der physikalische Symbolsysteme eine notwendige und hinreichende Bedingung intelligenten Verhaltens bilden. So behauptet Hofstadter (1985, S. 667), dass der Bedeutungsgehalt von Musik sich nur im Gesamtzusammenhang des menschlichen Denkens erschließe. Er fasst die dem menschlichen Denken zugrunde liegenden geistigen Strukturen als erweitertes Übergangsnetzwerk (augmented transition network, ATN) auf.

Hofstadter hat ein weiter gefasstes Konzept von Musik als David Cope (Cope 2001), der in *Experiments in Musical Intelligence* (EMI) mit ATNs arbeitet, Musik aber rein syntaktisch begreift. Da ATNs wie physikalische Symbolsysteme formal dem Konzept der (universellen) Turingmaschine äquivalent sind, ergibt sich für beide Überlegungen, dass die Erforschung von Kreativität sowie Musikverstehen und -machen in den Rahmen der klassischen Explikation des Berechenbarkeitsbegriffs gestellt wird. Andere (Kugel 1990) dagegen vertreten die These, dass einige Aspekte musikalischen Denkens in den Bereich des Nicht-Berechenba-

Uwe Seifert

Situated music cognition

Roboter, Künstliche Intelligenz und Kreativität

ren fallen, diese Aspekte aber gleichwohl einer wissenschaftlichen Behandlung mittels präziser Begriffsbildung zugänglich seien. In diesem Beitrag wird auf die äußerst wichtige Frage der Berechenbarkeit beziehungsweise der Nicht-Berechenbarkeit für die Erforschung geistiger Phänomene ebenso wenig eingegangen wie auf die unter hypercomputation zusammengefassten, neueren Explikationsversuche der Berechenbarkeit, sondern auf forschungspraktische Aspekte Bezug genommen.

Aus dem zuvor Gesagten ergibt sich, dass beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Robotik in Kunst und Musik zwei Richtungen zu unterscheiden sind: 1. die Entwicklung von Systemen zur algorithmischen Generierung von artifiziellen Objekten oder Situationen für künstlerische Anwendungen und 2. der Einsatz von Computersimulationen zur Erforschung geistiger Prozesse, die an der Erschaffung und Rezeption von Kunst und Musik beteiligt sind. Wissenschaftliche und künstlerische Anwendungen sind aufgrund divergierender Zielstellung und unterschiedlichen Erkenntnisinteresses strikt zu unterscheiden. Im Forschungskontext treten gleichwohl oft beide Aspekte in Erscheinung. Aus der Kognitionswissenschaft sind hier die Forschungen der *Synthetic, Perceptive; Emotive and Cognitive Systems group* (SPECS) um Paul Verschure zu nennen. *Distributed adaptive control architecture*, *RoBoser* und die *eXperience Induction Machine* (XIM) dienen zum einen der Erforschung der Mechanismen, die dem menschlichen Erleben und Verhalten unterliegen. Zum anderen werden diese Systeme von dem Komponisten Jónatas Manzolli für künstlerische Installationen und Performances wie zum Beispiel die ADA-Ausstellung, *re(per)curso* oder *The Brain Orchestra* eingesetzt (Verschure & Manzolli 2013). Für die musikwissenschaftliche Forschung ist auf das Projekt zum *artistic human-robot interaction design* und der Einsatz des *physical computing* zu verweisen (Gernemann-Paulsen et al. 2010). Diese kurzen Hinweise deuten schon an, dass die Erforschung menschlicher Fähigkeiten mittels Erstellung von Artefakten sowie deren Nutzung als Werkzeug zur Lösung von Aufgaben die Interaktion von Mensch und Maschine zu berücksichtigen hat.

1 Ein Konzept der Theoretischen Informatik, das die Arbeitsweise eines Computers mathematisch-logisch modelliert, benannt nach dem Mathematiker Alan Turing, der es 1936 einführte. Die Turingmaschine formalisiert die intuitiven Begriffe Algorithmus und Berechenbarkeit.

Mensch-Maschine-Interaktionen und künstlerische Praxen

Für den vorliegenden Kontext ist es sinnvoll, drei Formen der Mensch-Maschine-Interaktion zu unterscheiden: Cyborg, Mensch-Maschine-Symbiose und Androide. Cyborgs sind um mechanisch-algorithmische Anteile erweiterte Menschen. In der Medienkunst dürfte Stelarc mit seinen Performances einer der bekanntesten Künstler sein, der als Cyborg anzusprechen ist. *Brain-computer interfaces*, wie diese zum Beispiel von Komponisten wie Jônatas Manzolli und Kyoshi Furukawa für Aufführungen genutzt werden, können als eine Entwicklung in Richtung künstlerische Cyborgs interpretiert werden. Mensch-Maschine-Symbiosen sind Systeme, in denen Mensch und algorithmische Maschine eine Aufgabe gemeinsam lösen. Die Maschine fungiert als Werkzeug zur Extension geistiger Fähigkeiten des Menschen. Der Mensch bildet die letzte ästhetisch-ethische Entscheidungsinstanz. Diese Sichtweise findet sich auch bei David Cope (2001, S. 339–341 u. S. 345). Androiden sind autonome algorithmische Maschinen mit menschenähnlichen Verhaltens- und Erscheinungsweisen. Sie können als soziale Interaktionspartner verstanden werden. In Kunst und Musik sind Androiden derzeit nicht anzutreffen. Zur Erörterung der Zuschreibung von Kreativität zu algorithmischen Maschinen werden die Kategorien »Mensch-Maschine-Symbiose« und »Androide« betrachtet.

Kreativitätsforschung

In der Kreativitätsforschung kann zwischen der Messung von Kreativität, der Erforschung der zugrundeliegenden Prozesse und der Untersuchung der die Kreativität ermöglichenden Rahmenbedingungen unterschieden werden. Nur am Rande werden derzeit die sozio-kulturellen Rahmenbedingungen sowie die Rolle des Materials betrachtet. Die Entwicklung von Verfahren zur Kreativitätsmessung war nicht erfolgreich, denn deren Reliabilität konnte bisher nicht sichergestellt werden (Süß 1996). Es ist offen, ob dies an den messtheoretischen Verfahren liegt oder sich hier ein prinzipielles Problem der Messung geistiger Eigenschaften stellt. Die Messbarkeit der Kreativität wäre eine Voraussetzung, um Menschen und Maschinen in dieser Hinsicht vergleichen zu können. Allerdings ließe ein rein auf die Messbarkeit psychischer Fähigkeiten abzielender Kreativitätsbegriff den historischen Aspekt der Neuartigkeit einer Idee beziehungsweise eines Produkts vermissen.

14 In der aktuellen Diskussion wird der Kreati-

vitätsbegriff eher intuitiv verwendet, da die Kriterien einer Klassifikation in kreative und nicht-kreative Systeme unklar sind.

Generell wird Kreativität Menschen zu- und Maschinen abgesprochen. Das Adjektiv kreativ zeichnet sich also einzig dadurch aus, dass es auf Menschen angewandt wird. Wenn dies das einzige Kriterium sein sollte, so erübrigte sich eine wissenschaftliche Diskussion hinsichtlich der Kreativität von Maschinen. Elena Ungeheuer und Igor Vatolkin (Ungeheuer & Vatolkin 2010, S. 255) konstatieren allerdings, dass »die algorithmischen Konzepte der KI-Forschung« unter anderem zur Erschaffung »neuer Werke« dienen und stellen dies in den Kontext einer Kreation von »Musik ohne menschliches Zutun«. Interessanterweise sprechen sie den durch die »Computerforschung entstandenen Methoden« die Adjektive »intelligent und kreativ« zu.

Die Kognitionswissenschaft fasst Kreativität als kombinatorisches Umgehen mit einer großen Wissensbasis. David Copes Projekt *EMI* kann hier eingeordnet werden (vgl. Boden 2006; 2004, S. 311–313). Gerald Wiggins und Kollegen (Wiggins et al. 2009) gehen Kreativität und Modellierung von Musikkognition aus kognitionswissenschaftlicher Perspektive an. Sie stellen die Behauptung auf, dass das von ihnen entwickelte System zur Melodiebildung kreativ sei. Die Überprüfung sei mit einem empirischen Test durchgeführt worden. Dies würde meines Erachtens implizieren, dass ein Verfahren zur Messung von Kreativität entwickelt worden wäre, das auch auf den Menschen anwendbar sein müsste. Hier dürfte, nach den bisherigen Ausführungen, Skepsis angebracht sein. Bei dem derzeitigen Stand der Erforschung menschlicher Kreativität ist schon aus methodologischen Gründen das Zusprechen des Adjektivs kreativ zu aktuellen algorithmischen Systemen skeptisch zu bewerten. Aber auch die Rede von »künstlerischer oder wissenschaftlicher Kreativität des Menschen« stellt beim derzeitigen Kenntnisstand wissenschaftlicher Forschung weiterhin ein Mysterium dar. Eine Diskussion zur Kreativität von generativen Systemen beziehungsweise algorithmischen Maschinen sollte in Verbindung mit der kognitionswissenschaftlichen Erforschung des Phänomens erfolgen.

Situated music cognition

Situated cognition, eine Strömung der Kognitionswissenschaft, bezieht sowohl die Interaktion als auch den (sozialen) Kontext in die Erforschung geistiger Prozesse ein (Robbins & Aydede 2009). Die musikwissenschaftliche Adaptation dieses Paradigmas wird als

situated music cognition bezeichnet. William Clanceys (Clancey 1997) im Paradigma der situated cognition durchgeführte Analyse der künstlerisch-ästhetischen Fähigkeiten eines Systems zur Erstellung von Zeichnungen mit dem Namen *Aaron* berücksichtigt sowohl das Rollenverhalten des Künstlers Harold Cohen als auch dessen Interaktion mit *Aaron*. Das bedeutet, dass Cohens Situiertheit, also dessen alltägliche gesellschaftliche Partizipation sowie dessen Rollenverständnis, in die funktionale Analyse der Fähigkeiten Aarons eingeht. Solch eine Analyse ist relevant für die Frage nach der Kreativität von Mensch-Maschine-Symbiosen. Wir haben eine ähnliche Situation in David Copes *EMI*-Projekt: Eine Person hat die soziale Rolle eines Künstlers (Komponisten) und kreiert Werke mit einer algorithmischen Maschine. Es wird die Frage nach der Kreativität, der Intention und den ästhetischen Einstellungen des algorithmischen Systems aufgeworfen. Die Situation ist jedoch schon entschieden: Die Person, in diesem Fall David Cope, zeigt das Selbstverständnis eines Künstlers bzw. Komponisten und die soziale Rolle wird ihm von anderen Personen (zum Beispiel Musikwissenschaftlern, Philosophen und so weiter) zugesprochen. Das System fungiert als Hilfsmittel zur Extension der Fähigkeiten des Künstlers.

Folgt man der situated cognition, so ist die Sache klar: Bei der Analyse muss die Rolle des Künstlers und dessen Selbstverständnis berücksichtigt werden. Folglich ist die Kreativität der Mensch-Maschine-Symbiose *Cope-EMI* zuzuschreiben. Solch eine Analyse deutet auf eine derzeit stattfindende, grundlegende sozio-kulturelle Veränderung hin, die durch Entwicklungen in der Neuen Medienkunst und durch die participatory culture indiziert wird: Die Rolle des Künstlers wird brüchig. Es zeigt sich, dass das durch den Begriff des Künstlers aufgespannte semantische Feld von Denkkategorien, das durch Ausdrücke wie »Kunst«, »Künstler/in«, »Werk«, »Ästhetik«, »Authentizität«, »Intuition«, »Intention« und »Autorschaft« gekennzeichnet ist, hinsichtlich seiner Adäquatheit für eine wissenschaftliche Beantwortung der Frage nach der Kreativität von algorithmischen Maschinen und für die Erforschung der aktuellen sozio-kulturellen sowie historischen Situation zu hinterfragen ist. Denn es scheint, dass dieses Begriffsfeld allein ungeeignet ist, aktuelle und zukünftige sozio-kulturelle Entwicklungen wissenschaftlich-konzeptuell zu fassen, zu verstehen und zu formen: Die Entwicklung neuer Konzepte scheint dringend erforderlich.

Was wäre aus Sicht der situated cognition zu Androiden zu sagen? Nutzt man deren

Ansatz zur Konzeption und Entwicklung von zielorientiert-adaptiven Robotersystemen, so beinhaltet dies, dass Androiden sowohl ein Modell ihrer selbst (und ihrer sozialen Rollen) als auch ihrer sozialen Interaktionspartner und der (sozialen) Umgebung aufweisen müssten (Burks 1999), um zum Beispiel eine soziale Rolle in einer Interaktion durch ein menschenähnliches Verhalten adäquat zu realisieren. Sollte diese Fähigkeit in den Bereich des Unberechenbaren fallen, wie einige Forscher (Kugel 1990) glauben, so wäre die Frage, ob kreative Androiden als computationally bounded agents möglich wären, im Rahmen einer android epistemology (Ford, Glymour et al. 2006) unter Einbeziehung von diversen Konzeptualisierungen des Berechenbarkeitsbegriff zu diskutieren sowie zugleich weiterhin empirisch zu erforschen.

Fazit

Die hier angestellten Überlegungen ergeben, dass es verfrüht scheint, aktuelle algorithmische Maschinen als kreativ zu bezeichnen. Mensch-Maschine Symbiosen wie das *Cohen-Aaron*- oder das *Cope-EMI*-System sind dagegen als »kreativ« anzusprechen. Zur Klärung inwieweit als »kreativ« zu bezeichnende algorithmische Maschinen realisiert werden könnten, sind philosophisch-theoretische Untersuchungen sowohl im Rahmen einer android epistemology als auch zum Berechnungsbegriff notwendig. Weiterhin zeigte sich, dass soziale Partizipation und Rollenverständnis bei der Nutzung von algorithmischen Maschinen oder Robotern zur Erforschung des Geistigen berücksichtigt werden müssen. Daher eröffnet *situated cognition* – auch für die Musikforschung – die beste Möglichkeit, die Frage nach menschlicher und maschineller Kreativität empirisch anzugehen. Es wurde festgestellt, dass das mit dem Ausdruck »Künstler« aufgespannte, semantische Begriffsfeld sowohl für die wissenschaftliche Beantwortung der Kreativitätsfrage als auch der Erforschung aktueller sozio-kultureller Phänomene kritisch zu hinterfragen und durch neue Konzepte zu ergänzen ist. Grundlegend ist festzuhalten: Eine Voraussetzung zur aktiven Gestaltung der aktuellen und zukünftigen sozio-kulturellen wie auch ästhetischen Umwelt ist die Einsicht, dass sich zwischen Mensch und Maschine ein Kontinuum herausbildet. ■

Referenzen

Margaret A. Boden (2006), *Could a Robot Be Creative – And Would We Know?*, in: *Thinking about Android Epistemology*. Kenneth

- M. Ford, Clark Glymour, Patrick Hayes, Menlo Park, The American Association for Artificial Intelligence: 217–239.
- Margaret A. Boden (2006), *Mind as Machine – A History of Cognitive Science*, Vol. 1 u. 2. Oxford, Oxford University Press.
- Margaret A. Boden. (2004), *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, 2nd Edition, London, Routledge.
- Arthur W. Burks (1999), *Computer Theory*, in: *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. 2nd Edition. R. Audi. Cambridge, Cambridge University Press: 164–168.
- William J. Clancey (1997), *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge, Cambridge University Press.
- David Cope (2001), *Virtual Music: Computer Synthesis of Musical Style*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Kenneth M. Ford et al., Eds. (2006), *Thinking about Android Epistemology*. Menlo Park, American Association for Artificial Intelligence.
- Andreas Gernemann-Paulsen et al. (2010), *Artistic Human-Robot Interaction Design and Physical Computing: New Directions in Music Research and Their Implications for Formal Scientific Education*, in: 26th
- Tonmeistertagung – VDT International Convention*, VDT, <http://www.vdtshop.de/2010RD02>.
- Douglas R. Hofstadter (1985), *Gödel, Escher, Bach – ein Endloses Geflochtenes Band*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- Peter Kugel (1990), *Myhill's Thesis: There's More than Computing in Musical Thinking*, in: *Computer Music Journal* 14(3): 12–25.
- Eduardo R. Miranda, Ed. (2000), *Readings in Music and Artificial Intelligence*, Amsterdam, Harwood.
- Philip Robbins & Murat Aydede (2009), *A Short Primer on Situated Cognition*, in: *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*, P. Robbins & M. Aydede. Cambridge, Cambridge University Press: 3–10.
- Jorge Solis & Kia Ng, Eds. (2011), *Musical Robots and Interactive Multimodal Systems*, Berlin, Springer.
- Heinz-Martin Süß (1996), *Kreativität*, in: *Wörterbuch der Kognitionswissenschaft*, G. Strube, Stuttgart, Klett-Cotta: 343.
- Paul Thagard (2005), *Mind: Introduction to Cognitive Science*, 2nd Edition, Cambridge, MA, The MIT Press.
- Elena Ungeheuer & Igor Vatolkin (2010), *Künstliche Intelligenz*, in: *Lexikon der Systematischen Musikwissenschaft [= Handbuch der Systematischen Musikwissenschaft Bd. 6; de la Motte-Haber, Helga (ed.)]*. H. de la Motte-Haber, H. von Loesch, G. Rötter and C. Utz. Laaber, Laaber: 254–256.
- Paul V. F. M. Verschure & Jónatas Manzolli (2013), *Computational Modeling of Mind and Music*, in: *Language, Music, and the Brain: A Mysterious Relationship* [Strüngmann Forum Reports 10; J. Lupp (ed.)]. M. A. Arbib. Cambridge, MA, The MIT Press: 393–414.
- Geraint A. Wiggins et al. (2009), *Computational Modeling of Music Cognition and Musical Creativity*, in: *The Oxford Handbook of Computer Music*, R. T. Dean. Oxford, Oxford University Press: 383–420.

KONGRESS

LOST & FOUND

Stimme. Musik. Szene

04.-08.06.2014

PERFORMANCES · MUSIKTHEATER · SZENISCHE KONZERTE

WISSENSCHAFTLICHES SYMPOSIUM

MASTERCLASSES · MEDIENINSELN

WWW.MH-STUTTGART.DE/LOSTANDFOUND

STUDIO FÜR STIMMKUNST UND NEUES MUSIKTHEATER

In Kooperation mit:

M SWR2 AKADEMIE SCHLOSS SÖLTLING INMM Darmstadt