

link



**KULTUR GESTALTET**

**ZUKUNFT**

Künstliche Intelligenz  
in Kunst und Kultur

Publikation der Tagung  
15. – 16. Mai 2019

[link-niedersachsen.de](http://link-niedersachsen.de)



Stiftung  
Niedersachsen

# Inhaltsverzeichnis

Einführung	4
→ Lavinia Francke	
<b>001</b> Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen – Grundlagen, Potenziale, Grenzen	6
→ Ralph Ewerth	
<b>002</b> Verwirrungsmaschinen: Künstlicher Intelligenz begegnen	20
→ Manuela Lenzen	
<b>003</b> Künstliche Intelligenz in der Kultur – Die kreative Macht der Maschinen.	28
→ Holger Volland	
<b>004</b> Kann Künstliche Intelligenz kreativ sein? Grundlagen und Beispiele für Künstliche Kreativität in der Musik	36
→ Kai-Uwe Kühnberger	
<b>005</b> Künstliche Schöpfer Zum urheberrechtlichen Schutz von durch oder mithilfe künstlicher Intelligenz geschaffener Kunstwerke	48
→ Fabian Schmieder	
<b>006</b> Humanoide Roboter in der Bildung – Erste Use Cases	56
→ Jürgen Handke	
<b>007</b> Warum Ethik (noch immer) eine hohe Hürde für Künstliche Intelligenz darstellt	66
→ Lukas Brand	

<b>008</b> Workshop Kunst	76
Künstliche Intelligenzen in künstlerischen Schaffensprozessen: Ein Überblick aktueller Praxis	78
→ Mattis Kuhn	
Content Aware Studies	86
→ Egor Kraft	
Diskussionsreflexion	91
→ Tabea Golgath	
<b>009</b> Workshop Musik	92
Mit Maschinen spielen. Künstliche Intelligenz in der Musik	94
→ Christian Grüny	
Komponieren mit ALMA	100
→ Joachim Heintz	
Diskussionsreflexion	107
→ Gesa Schönermark	

<b>010</b> Workshop Theater & Tanz	108
Rollentausch	110
→ Stefan Kaegi	
Theater im digitalen Zeitalter	114
→ Kay Voges	
Diskussionsreflexion	117
→ Daniela Koß	
<b>011</b> Workshop Literatur	118
Der Tag, an dem der Computer einen Roman schrieb. Über die Möglichkeiten und Grenzen maschineller Literatur	120
→ Gerhard Lauer	
Nachbericht zum Vortrag: Eloquentron3000 – Bots und Literatur	124
→ Fabian Navarro   Selina Seemann	
Diskussionsreflexion	131
→ Dr. Gesa Schönermark	
<b>012</b> Workshop Museum	132
Mit Künstlicher Intelligenz die Kulturarbeit revolutionieren	134
→ Armin Berger	
Robotisches vermittelt: Interaktiv-kollaboratives Erleben im Museum	142
→ Doreen Hartmann	
Diskussionsreflexion	150
→ Dr. Tabea Golgath	

<b>013</b> Workshop Soziokultur	152
¡Que viva la evolución!	154
→ Marcus Munzlinger	
Warum Maschinen, die sprechen, noch immer nicht denken und warum sie trotzdem moralische Probleme lösen könnten	160
→ Lukas Brand	
Diskussionsreflexion	165
→ Daniela Koß	
<b>014</b> Pilotprojekte	166
Wenn Informatiker und Komponisten der Neuen Musik zusammenarbeiten	168
→ Florian Kluger   Philipp Henkel   Farhad I. Hosseini	
Autorenverzeichnis	170
Impressum	176

## Kultur gestaltet Zukunft

Wirtschaft und Industrie vermitteln oft den Eindruck, die Nutzung von Künstlicher Intelligenz sei bereits in der Breite der Gesellschaft angekommen – in der Kultur ist das aber nicht der Fall. Für die meisten Kulturschaffenden ist dieses Thema noch absolutes Neuland. Das wollen wir ändern! Mit dem neuen Förderprogramm „LINK – Programm für künstlerische Zukunftsforschung“ wird sich die Stiftung Niedersachsen der Schnittmenge zwischen Wissenschaft und Kultur widmen und sich in dem breiten Feld der Digitalisierung auf Künstliche Intelligenz und ihre Anwendung in der Kultur konzentrieren. In den kommenden Jahren sollen im Rahmen des Förderprogramms Antworten auf grundlegende Fragen gefunden, die Chancen und Risiken der Anwendung von KI in der Kultur erforscht und die Entwicklung von innovativen Projekten am Standort Niedersachsen angeregt werden. Lassen sich Kreativität und Technik vereinbaren? Ist in der Kunst nicht der künstlerische Schaffensprozess des Einzelnen mehr wert als Big Data? Ist eine Anwendung von KI in der Kultur sinnvoll? Zur Beantwortung dieser und anderer Fragen ist eine intensive und

ergebnisoffene Beschäftigung mit dem Thema und der Austausch zwischen Kulturschaffenden, Wissenschaftlern und Unternehmen elementar.

Unter dem Begriff Künstliche Intelligenz werden viele unterschiedliche Fachgebiete zusammengefasst. Die möglichen Arbeitsfelder von KI werden sich in den nächsten 15 Jahren noch massiv erweitern und verändern. Während es bereits viele KI-gestützte Prozesse gibt, können wir davon ausgehen, dass sich noch ganz andere Aufgabenfelder eröffnen. Für die Umsetzung in der Kultur ist es hilfreich, bereits erprobte Anwendungen aus der Industrie zu beleuchten, um so Anregungen zu erhalten, in welchen kulturellen Bereichen diese Technik nützen kann.

Eine andere Herangehensweise funktioniert umgekehrt: Es wird ein Bedarf identifiziert und dann nach einer technischen Lösung gesucht. Für beide Varianten braucht es Expertise und branchenübergreifende Kommunikation.

Mit diesem Ziel im Hinterkopf haben wir das Förderprogramm LINK strukturiert. In einem ersten Schritt lud die Stiftung Niedersachsen am 15./16. Mai 2019 zu einer Tagung ein. Die nun vorliegende Tagungspublikation bietet einen allgemeinen Einstieg über die Vorstellung der technischen Möglichkeiten und Bereiche, die zu KI gezählt werden und fokussiert dann stärker auf den Bereich der Kultur und somit der künstlerischen Schaffensprozesse. Einige grundsätzliche diesbezügliche Fragen lauten: Können Computer kreativ sein? Wenn Maschinen Kunst produzieren, bei wem liegen die Rechte für die spätere Nutzung und den Schutz des Werkes im Sinne des Urheberrechts? Und ist Künstliche Intelligenz zu ethischen und moralischen Entscheidungen fähig?

»Seit 20 Jahren liest man regelmäßig, dass der Durchbruch der Künstlichen Intelligenz unmittelbar bevorsteht. Aber jetzt stimmt es wirklich.«

Sascha Lobo, Autor und Blogger

Die Tagung wurde begleitet von Kulturangeboten im Künstlerhaus Hannover. In der Ausstellung „Artistic Intelligence“ im Kunstverein konnten die Besucher Variationen von künstlerischen Arbeiten mit und über KI erleben. Das Programm wurde durch ein Konzert des Komponisten und Computer Performers Phillip Schulze ergänzt, der Neue Musik unter Einbeziehung von KI in Echtzeit macht. Das Literaturhaus Hannover stellte in einer Lesung den Sachbuchautoren Timo Daum vor und präsentierte so neben technischen und ökonomischen auch soziale und politische Aspekte der Zukunftstechnologie. Im Kommunalen Kino wurde der Film „Ex Machina“ gezeigt und damit die Frage nach Menschlichkeit und den grundlegenden Unterschieden zwischen Mensch und Maschine gestellt.

Die Tagung bot neben dem inhaltlichen Einstieg viele Möglichkeiten des interdisziplinären Austauschs. Hier saßen Musiker neben Künstlern, Schauspielern, Schriftstellern, Museumsmachern und Informatikern und hatten Gelegenheit über den eigenen Tellerrand zu blicken und die eigene Arbeit unter völlig anderen Vorzeichen zu betrachten.

In einem zweiten Schritt werden ab Herbst 2019 bis zu 20 interessierte Kulturschaffende aus Niedersachsen eingeladen, an einem 6-monatigen KI-Weiterbildungsangebot teilzunehmen. Ziel ist die Auseinandersetzung mit der Programmierung von neuronalen Netzen und die Entwicklung von beispielhaften Anwendungen.

Schließlich werden ab Sommer 2020 Projekt tandems aus Wissenschaftlern und Kulturschaffenden gefördert, um gemeinsame Projekte als Anwendung von KI in der Kultur umzusetzen. Die Projekte werden dokumentiert und abschließend präsentiert.

Diese Publikation soll möglichst vielen Menschen Zugang zu den Tagungsinhalten bieten. Mit dem wöchentlich ergänzten Blog, einer wachsenden Mediathek und einer Veranstaltungsreihe bieten wir außerdem weitere, stets aktuelle Informationen über die neuesten Entwicklungen im spannenden Feld KI und Kultur.

Wir freuen uns über Ihr Interesse!

Lavinia Francke  
Generalsekretärin  
Stiftung Niedersachsen



@Stiftung Niedersachsen,  
Foto: Katrin Ribbe



©TIB | EUROMEDIAHOUSE

→ Prof. Dr. Ralph Ewerth

# Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen – Grundlagen, Potenziale, Grenzen

## Einleitung: Künstliche Intelligenz in den Medien

Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) sind in den letzten Jahren omnipräsent in den Medien. Es werden neue Erfolge gefeiert wie das Programm AlphaGo des Unternehmens DeepMind, das im Jahr 2016 erstmals menschliche Weltklasse-Spieler im asiatischen Spiel Go schlug oder die ersten autonom fahrenden Fahrzeuge. Es werden aber auch Fehlschläge berichtet – wenn zum Beispiel eben jene autonomen Fahrzeuge in Unfälle verwickelt sind. Es wird Kritik geübt und es werden ethische Aspekte aufgeworfen, bis hin zur Panikmache der uns demnächst ausrottenden, allmächtigen Künstlichen Intelligenz.

Dieser Artikel hat das Ziel, zu einem grundlegenden Verständnis der Technologien beizutragen, die den heutigen Anwendungen der Künstlichen Intelligenz zugrunde liegen. Es wird gezeigt, welche technischen Entwicklungen zur heutigen „Renaissance“ der künstlichen neuronalen Netze (eines Teilgebiets der KI) geführt haben und wie diese den aktuellen Forschungsstand in der Mustererkennung dominieren. Am Beispiel Computer Vision („Computersehen“ oder „künstliches Sehen“) werden exemplarisch die beeindruckenden Ergebnisse dieser Technologie gezeigt. Weiterhin wird ein kurzer Überblick auf mögliche Anwendungsbereiche der KI in der Kunst gegeben und auf einige Beispiele „kreativer“ KI eingegangen. Schließlich werden die aktuellen Entwicklungen eingeordnet und deren Grenzen kurz beschrieben.



# Künstliche Intelligenz – Was ist das eigentlich?

Die Künstliche Intelligenz ist als Forschungsgebiet ein Teil der Informatik, kann aber je nach Ausrichtung auch interdisziplinäre Elemente aus zum Beispiel den Neurowissenschaften und der Psychologie integrieren. Als „künstlich intelligent“ werden Maschinen bzw. Programme bezeichnet, die in bestimmten Aufgaben menschenähnliche Leistungen erbringen – oder manchmal sogar besser abschneiden. Die „Maschine“ kann dabei der ganz normale Computer auf dem Büroschreibtisch sein, aber auch andere Formen annehmen, etwa die des Roboters oder intelligenten Fahrzeugs. Historisch betrachtet sind Aufgaben repetitive, langweilige Tätigkeiten, die dem Menschen abgenommen werden. Beispiel: das Herstellen von Bauteilen an einer Produktionsstrecke beziehungsweise das automatische Erkennen und Aussortieren von fehlerhaften Teilen in der Produktion. Mehr und mehr können den Systemen jedoch auch komplexere Fähigkeiten beigebracht werden – so entstanden etwa in den letzten Jahren zuverlässige automatische Übersetzer für gängige Sprachen (z. B. DeepL: <https://www.deepl.com/translator>) oder KI-basierte Ansätze, welche Medieninhalte erkennen und somit große Bild- und Videobestände automatisch erschließen und besser durchsuchbar machen (vgl. Mühling et al. 2019).

01



Illustration des Findens einer Entscheidungsregel für die Bildklassifikation von Landkarten in Videos. Auf Basis der Beispieldaten wird eine „Hyperebene“ (blaue Linie) im potenziell hochdimensionalen Merkmalsraum (hier zweidimensional) bestimmt. Die Menge von Merkmalen könnte Farb-, Kanten- und Texturinformation beinhalten und mehr als hundert oder gar tausend Dimensionen umfassen.

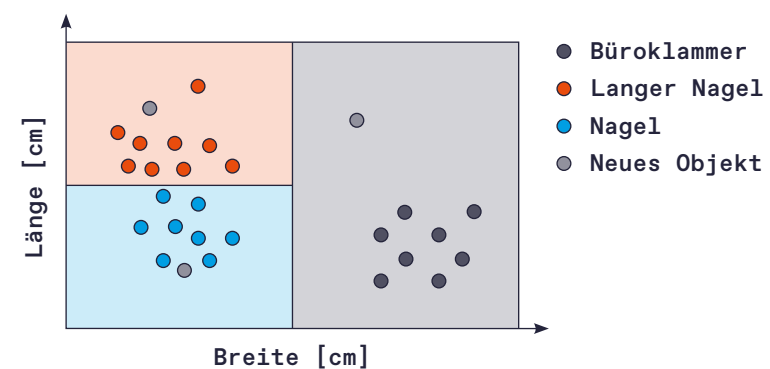
Die genannten Anwendungen sind Beispiele für die sogenannte „schwache KI“. Diese zeigt menschenähnliche Fähigkeiten für eine klar definierte, spezifische Aufgabe, kann aber dann auch nur diese gut lösen. Eine KI zur automatischen Übersetzung kann genau die beiden ihr bekannten Sprachen verarbeiten. Sie ist wertlos für (a) andere, ihr unbekannte Sprachen sowie für (b) andere Aufgabenstellungen, wie zum Beispiel das Umformulieren eines Textes innerhalb einer Sprache. Als „starke KI“ hingegen würde man eine KI bezeichnen, die allgemeine Fähigkeiten zur Problemlösung besitzt und Fähigkeiten für weitere Aufgabenstellungen erlernen könnte. Das heißt: eine KI, die nicht auf ein Anwendungsfeld beschränkt ist. Die Entwicklung von starker KI ist gegenwärtig noch Gegenstand der Forschung sowie von Spekulationen, ob beziehungsweise wann es Systeme dieser Art geben wird.

## Formen des Maschinellen Lernens

Um sich der menschlichen Leistungsfähigkeit technisch anzunähern, werden innerhalb des Gebiets „Künstliche Intelligenz“ verschiedene Methoden und Verfahren erforscht und entwickelt. Es geht über den Fokus dieses Artikels hinaus, feingranular all diese Strömungen zu kategorisieren. Einige grobkörnige Unterscheidungen können jedoch bereits zur Einschätzung der aktuellen Entwicklungen beitragen.

Die aktuellen Entwicklungen werden stark von einem Teilgebiet der KI, dem *Maschinellen Lernen*, bestimmt. Sein Ziel ist es, den Computer die Lösung zu Problemstellungen selbst lernen zu lassen, also nicht mehr explizit Schritt für Schritt zu programmieren, wie eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen sei. Das kann unter anderem auch Problemlösungen einschließen, deren genaues Aussehen wir noch nicht einmal kennen! Ein Beispiel: Wir wollen einem Programm auf Basis von definierten Regeln beibringen, wie man ein Gesicht in einem Bild findet. Dies wäre nur schwerlich in Worten oder in konkreten Formeln darzustellen – gleichwohl basierten frühe Ansätze zur Gesichtsdetektion in Bildern auf solchen regelbasierten Versuchen, allerdings mit mäßigem Erfolg (vgl. Überblick von Yang et al. 2002).

02



Ein einfaches Beispiel zur Illustration des überwachten Lernens von Klassifikationsregeln.

Der Lernprozess beim maschinellen Lernen (ML) hingegen geschieht auf Basis von vorhandenen Daten. In diesem Beitrag unterscheiden wir zwei wesentliche Ansätze<sup>1</sup>: das **überwachte Lernen** und das **unüberwachte Lernen**. Die Prinzipien des maschinellen Lernens lassen sich anhand eines kleinen, einfachen Beispiels veranschaulichen (Abbildung 02). Angenommen, wir haben einen industriellen Produktionsprozess von Nägeln unterschiedlicher Länge und von Büroklammern. Diese möchten wir mit einem Kamera-basierten Computersystem automatisch sortieren. In einem klassischen Ansatz würden sich die Entwickler\*innen Eigenschaften und Regeln überlegen und das System entsprechend programmieren: Ein Nagel ist schmal, die Büroklammern hingegen sind breiter, beide Objektarten haben möglicherweise ähnliche Längen, usw. Ein ML-System benötigt diese programmierten Regeln nicht – es lernt sie selbständig!

Dies kann durch die zwei erwähnten Lernarten geschehen: durch *überwachtes Lernen* bzw. *unüberwachtes Lernen*. Wird obiges Beispiel als überwachte Lernaufgabe behandelt, benötigt das System passende Beispielobjekte jeder zu lernenden Klasse als „Trainingsdaten“, verknüpft mit der Information zu welcher Klasse jedes Objekt gehört („langer Nagel“, „kurzer Nagel“, „Büroklammer“). Zudem teilen wir dem System mit, auf welche Objekteigenschaften bzw. -merkmale („Features“) es achten soll – hier bspw. Länge und Breite des Objekts. Die Merkmale dieser „Trainingsbeispiele“ sollten möglichst charakteristische Eigenschaften zur Unterscheidung der Objektklassen beschreiben. →

<sup>1</sup> Wir beschränken uns auf überwachtes und unüberwachtes Lernen und gehen nicht auf andere Arten wie zum Beispiel das verstärkende Lernen ein („reinforcement learning“).

Aus ihnen lernt der Computer auf Basis von Algorithmen des maschinellen Lernens ein sogenanntes *Modell*, welches die Entscheidungsfindung bzw. Klassifikationsregel für eine korrekte Klassenzuordnung beschreibt. Dieses Modell wird dann verwendet, um unbekannte, neue Instanzen zu kategorisieren. Dies geschieht auf der gleichen Grundlage der zuvor festgelegten Merkmale. In einem anderen **Anwendungsbeispiel aus der Kunst** würden Programmierer\*innen dem Computer also z. B. erklären, auf Basis welcher Merkmale sich bestimmte Kunststile unterscheiden lassen (z. B. Verwendung von bestimmten Materialien und Farbtönen), ihn mit einigen vorklassifizierten Beispielen füttern (also Bilder, bei denen der Kunststil bereits annotiert wurde) und dann das Modell trainieren. Im Optimalfall kann der Computer dann bei unbekanntem Bildern automatisch eine Entscheidung über den vorliegenden Kunststil treffen.

In unüberwachten Lernszenarien wird dem System ebenfalls mitgeteilt, welche Objektmerkmale relevant sind. Zum Beispiel gehören *Clustering-Verfahren* wie *K-means* zu den unüberwachten Lernverfahren. Hier werden keine Klassen vorgegeben, oft sind diese unbekannt. Vielmehr soll das System bisher unentdeckte Muster in den Daten finden bzw. die Auffindbarkeit ermöglichen. Im Beispiel kann ein solches Verfahren helfen, typische Produktionsfehler zu erkennen: Fehlerhafte Bauteile werden nach Ähnlichkeit in einem Cluster gruppiert, häufig auftretende Abweichungen aufgezeigt. **Im Bereich Kunst** könnte ein interaktives System Gemälde nach verschiedenen Kriterien von Ähnlichkeit gruppieren (Farbe, Stil, Art der gezeigten Objekte, etc.). Gegenwärtig arbeitet die Forschungsgruppe des Autors an der Umsetzung eines derartigen Systems in dem DFG-geförderten Projekt **iART** („Interaktives Analyse- und Retrieval-Tool zur Unterstützung von Bild-orientierten Forschungsprozessen“; <https://projects.tib.eu/iart>). In dem Projekt werden unter anderem Clustering-Methoden zur Visualisierung und Exploration von Zusammenhängen zwischen Bildern entwickelt.

03

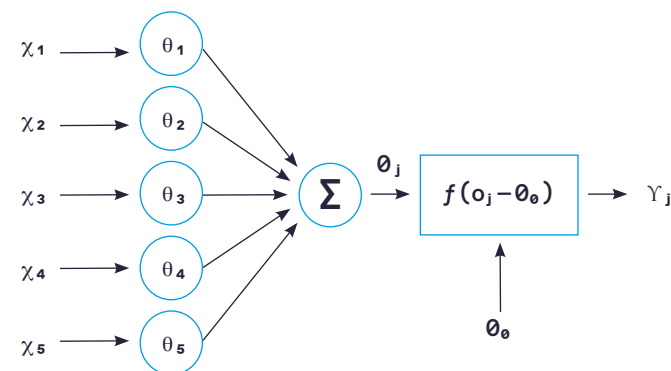
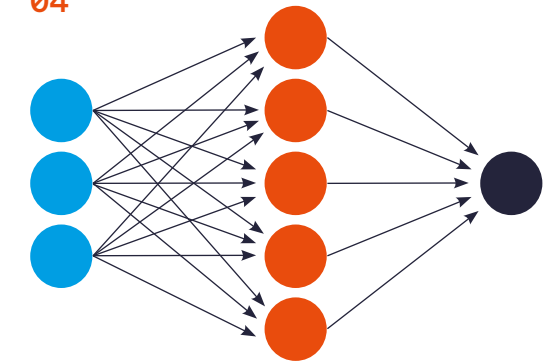


Illustration des Funktionsprinzips eines modellierten Neurons: Die gewichtete Summe der Eingabewerte  $x_1$ - $x_5$  wird weiterverarbeitet. Die Auswertung der Funktion  $f$  entscheidet, ob  $y_j$  aktiv ist und „feuert“ oder nicht. Wenn gefeuert wird, dann sind die ausgehenden Kanten des Neurons zu den Neuronen einer nachfolgenden Netzschicht aktiviert.

04



Ein kleines neuronales Netz mit drei Schichten inklusive einer „versteckten“ mittleren Schicht. Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliches\\_neuronales\\_Netz](https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliches_neuronales_Netz)

## Aktuell: Deep Learning oder die Renaissance der neuronalen Netze

Wenn heutzutage in den Medien die Rede von Künstlicher Intelligenz ist, dann geht es zumeist um künstliche neuronale Netze, die derzeit eine Renaissance erleben. Erdacht wurden die formalen Strukturen eines Neurons bzw. Perzeptrons bereits vor vielen Jahrzehnten (z. B. McCulloch & Pitts 1943, Rosenblatt 1958), damals noch auf rein mathematischer Basis. Die Idee ist, die Struktur des menschlichen Gehirns und der dortigen komplexen Vernetzung von Nervenzellen mit mathematischen Methoden zu modellieren. Im Gehirn sind große Gruppen von Nervenzellen (Neuronen) netzartig verknüpft und übertragen Informationen. Übertreffen die Erregungswerte, die die Nervenzelle über die eingehenden Dendriten empfängt, einen bestimmten Schwellwert, leitet sie die Erregung an ihre nachgelagerten Zellen weiter. Es wird also aufgrund der Eingangswerte eine Entscheidung getroffen: weiterleiten oder nicht.

Ähnlich funktioniert die mathematische Modellierung bzw. programmiertechnische Umsetzung (Abbildung 03), nur eben nicht auf Basis biochemischer Informationen. Die Neuronen sind über gewichtete Kanten verbunden, deren Gewichte im Laufe des Trainings verändert werden. Ein Neuron erhält bestimmte Eingabewerte und basierend auf den Gewichten der eingehenden Kanten wird die (gewichtete) Summe gebildet. Wenn ein bestimmter Schwellwert überschritten wird, werden die ausgehenden Kanten aktiviert (Abbildung 03). Spannend wird es, wenn zahlreiche Neuronen zu einem Netz mit mehreren Schichten verknüpft werden (Abbildung 04 zeigt beispielhaft ein sehr kleines Netz mit Eingabeschicht, versteckter Schicht und Ausgabeschicht mit nur einem Neuron): Jetzt können von größeren Netzen nahezu beliebige mathematische Entscheidungsfunktionen kodiert werden. Trainiert wird ein solches künstliches neuronales Netz, indem die Eingangswerte der Einzelneuronen neu gewichtet werden – ist für eine Entscheidung ein bestimmter Eingang besonders wichtig, wird er mit höherer Wertigkeit eingerechnet. In anderen Worten: wird ein Trainingsbeispiel falsch klassifiziert (z. B. durch das blaue Ausgabeneuron in Abbildung 04), dann werden die Gewichte im Netz derart angepasst, so dass die Wahrscheinlichkeit, dieses Beispiel beim nächsten Mal falsch zu klassifizieren, verringert wird. →

Diese Grundlagen und Trainingsalgorithmen werden nun schon seit mehr als einem halben Jahrhundert von Forschenden entwickelt und verfeinert – warum kam es erst um das Jahr 2012 zum großen Durchbruch der künstlichen neuronalen Netze? Hier spielen die technischen Rahmenbedingungen eine Rolle: Einerseits wird für das effiziente Trainieren besondere Hardware benötigt, die seit den 2010er Jahren in Form entsprechender Hochleistungsgrafikarten kostengünstig auf dem Markt verfügbar ist. Andererseits wurde bereits eine wichtige Voraussetzung für überwachte maschinelle Lernverfahren genannt: annotierte Daten. Hier hilft das World Wide Web als riesige, weltweit verfügbare Datenbank weiter. Früher mussten viele Datensätze für ein neues Anwendungsfeld von Menschen manuell annotiert werden – ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Heute ist es möglich Daten und zugehörige Annotationen gemeinsam mit anderen im Web zu erstellen und zu sammeln, wie etwa die Millionen von Bildern auf ImageNet (<http://www.image-net.org>), oder diese aus Webinhalten zu destillieren. Dass im letzteren Fall die Annotationen nicht immer korrekt sind, kann durch fehlerresistente Algorithmen ausgeglichen werden.

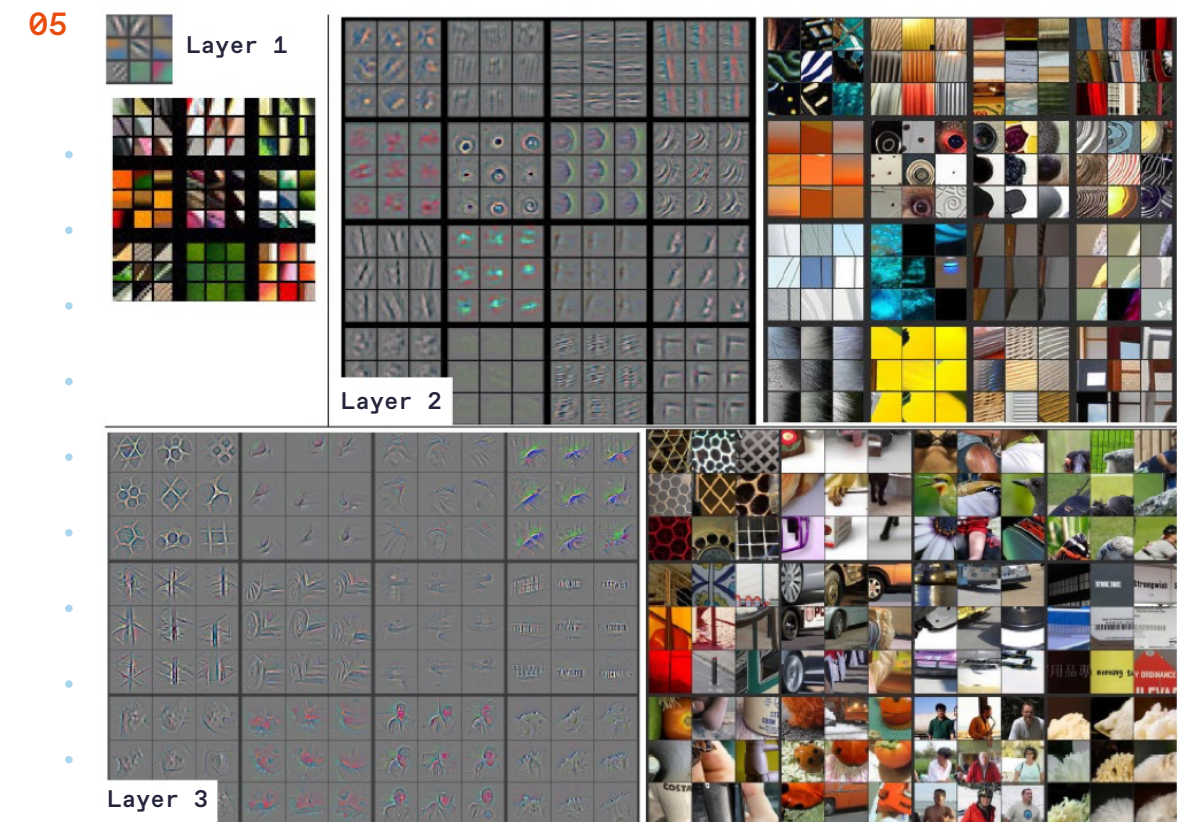
Die modernen *tiefen neuronalen Netze* („Deep Learning“, vgl. LeCun et al. 2015) zeichnen sich dadurch aus, dass sie große Mengen von Neuronen in (sehr) vielen Schichten verknüpfen. Sie haben dabei noch einen entscheidenden Vorteil gegenüber den traditionellen unüberwachten und überwachten Verfahren: Wenn genügend Daten mit den dazugehörigen Kategorien zur Verfügung stehen, sind sie in der Lage auch die relevanten Merkmale im Datensatz selbst zu ermitteln (siehe nachfolgenden Abschnitt). Hierdurch entfällt ein Arbeitsschritt, der früher zeit- und kostenintensiv von Menschen vorgenommen werden musste.

### Beispiele von Deep-Learning-Anwendungen

Die Verfügbarkeit passender Hardware und die Unmengen von Trainingsmaterial im World Wide Web haben dazu geführt, dass in den letzten Jahren einige spannende Anwendungen von *Deep-Learning*-Technologien vorgestellt werden konnten. Der folgende Abschnitt stellt einige Beispiele vor und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In den eigenen Arbeiten des Autors liegt ein Fokus auf der Analyse von visuellen Medien (Bildern und Videos) und Interpretation von multimodalen Informationen, dies wird auch hier der Schwerpunkt sein.

Mit dem Aufkommen der tiefen neuronalen Netze wurden in der Mustererkennung in Bildern erhebliche Fortschritte erzielt. Über Jahrzehnte wurden immer ausgefeiltere technische Deskriptoren zur Beschreibung von Bildinhalten entwickelt, die für bestimmte Aufgabenstellungen (z. B. Gesichts- oder Konzepterkennung) in Verbindung mit maschinellen Lernverfahren die Grundlage für gute Ergebnisse waren. So wurden Methoden geschaffen, die Kanten in Bildern erkennen und beschreiben, bestimmte Texturen extrahieren und ähnliches (z. B. die Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) von Lowe 2004). Diese Merkmale wurden dann nach Vorgabe der Entwickler\*innen kombiniert (z. B. Jiang et al. 2007, Peronin et al. 2010), um eine Aufgabenstellung zu erfüllen. Wie bereits erwähnt haben die künstlichen neuronalen Netze einige

dieser Arbeitsschritte obsolet gemacht. Auf großen Bildmengen wie beispielsweise ImageNet (<http://www.image-net.org>, Deng et al. 2009) trainiert sind sie in der Lage, Bildmerkmale automatisch zu erkennen und, je nach Aufgabe, sinnvoll zu kombinieren (Krizhevsky et al. 2012, Zeiler & Fergus 2014). Eine Illustration der durch ein Netz gelernten Merkmale findet sich in Abbildung 05: In der ersten Schicht des neuronalen Netzes (links, „Layer 1“) werden zunächst Kanten in unterschiedlicher Orientierung detektiert. Diese werden in den höheren Schichten zu komplexeren Elementen kombiniert – Layer 2 und 3 erkennen bereits bogenförmige Strukturen und Ecken in verschiedenen Orientierungen bzw. Objektteile. Rechts sind die dazugehörigen Bildausschnitte zu sehen.



Visualisierung von gelernten Informationen der ersten drei Schichten eines Netzes. In den grauen Feldern sind jeweils (links bzw. oben bei Layer 1) die Visualisierungen der Merkmalskarten (feature maps) zu sehen, rechts die dazugehörigen Bildausschnitte. Aus: Zeiler & Fergus (2014).



Diese Technologie kann für zahlreiche Anwendungsgebiete rund um das (bewegte) Bild eingesetzt werden. Es ist ersichtlich, dass eine weitere Kombination der in Abbildung 01 erkannten Strukturen dazu dienen kann, Gesichter, Schrift oder andere Konzepte in Bildern zu detektieren. Mithilfe weiterer Trainingsschritte mit weiteren Beispieldaten können solche Netze an andere Aufgabenstellungen angepasst werden, um z. B. Metadaten von Bildaufnahmen zu schätzen. So gibt es Forschungsarbeiten, die für Fotos automatisch den Aufnahmezeitpunkt (Müller et al. 2017) oder den Aufnahmeort schätzen (Müller-Budack et al. 2018, Webdemo unter: <https://labs.tib.eu/geoestimation>). Dabei liegen sie meist sogar näher an der Wahrheit als Menschen. Dies gilt für eine Reihe von weiteren Aufgabenstellungen, in denen Computersysteme zumindest gleich gut wie Menschen abschneiden (vgl. Überblick von Ewerth et al. 2017), u.a. bei der Identifikation von Personen anhand des Gesichts (Taigman et al. 2014) oder der Objekterkennung und Szenenklassifikation in Bildern (He et al. 2015).

Die Anwendung von neuronalen Netzen ist jedoch nicht nur auf die Analyse von Bildern beschränkt; sie haben auch bei der Verarbeitung von Text zu großen Fortschritten geführt (z. B. bei der automatischen Übersetzung, siehe etwa DeepL unter <https://deepl.com> oder bei der Erstellung von computergenerierten Texten (vgl. Awiszus & Rosenhahn 2018). Die Generierung von neuen Texten, wie z. B. die auf der Webseite Botnik (<https://botnik.org/content/harry-potter.html>) zu findenden „neuen“ Fortsetzungskapitel von Harry Potter, nennt man „predictive writing“.

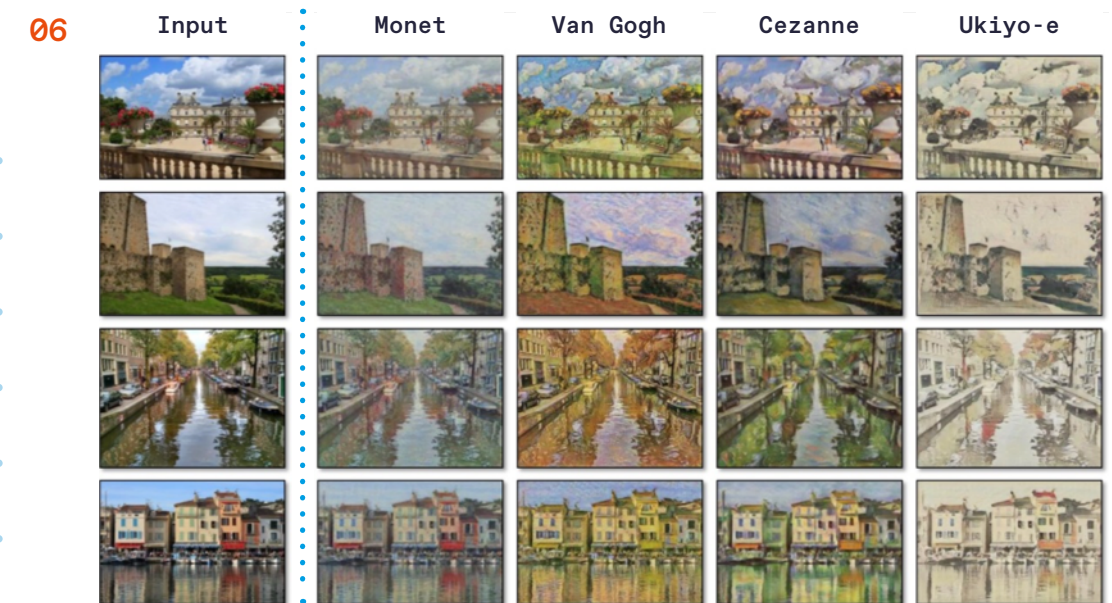
Darüber hinaus ist sehr spannend, dass die Technologie auch erlaubt, die Abhängigkeiten und Bezüge zwischen verschiedenen Modalitäten zu explorieren. Zwei Modalitäten werden in der Regel gemeinsam eingesetzt, um eine Information besser in einer neuen Qualität zu vermitteln: In von Menschen für Menschen entworfenen Medien werden oftmals Bild und Text kreativ kombiniert. Sinnvolle, verständnisfördernde Kombinationen beinhalten Abhängigkeiten und teils indirekte Bezüge zwischen den Modalitäten, die sich bisher nicht technisch messen ließen, aber in der Linguistik bzw. den Kommunikations- und Medienwissenschaften bereits unter dem Begriff „Bild-Text-Schere“ oder „visual/verbal divide“ untersucht wurden (vgl. Barthes 1978, Martinec & Salway 2005,

Bateman 2014). Aktuelle Forschungsarbeiten (u.a. eigene Arbeiten, Henning & Ewerth 2017, Otto et al. 2019a, 2019b) explorieren diese Schnittstelle und versuchen multimodale Informationen mathematisch zu modellieren und automatisch zu interpretieren. Eine mögliche Anwendung ist, Autoren bei der sinnhaften Kombination von Medien zu unterstützen (etwa Lehrende bei der Erstellung von didaktisch sinnvollen Lernmaterialien; oder Werbe-Designer, die ein passendes Bildmotiv für einen Text suchen). Weiterhin bildet die Herstellung einer Messbarkeit der wechselseitigen Bezüge zwischen Bild und Text auch einen Ansatzpunkt für die psychologische Forschung und künstlerische Verwendung, die häufig ebenfalls multimodale Medien nutzt: Wie müssen Inhalte aufgearbeitet werden, um Menschen möglichst wirksam zu erreichen? Wann werden Dokumente als kreativ empfunden? Wie können Metaphern erkannt oder generiert werden?

»Wie müssen Inhalte aufgearbeitet werden, um Menschen möglichst wirksam zu erreichen? Wann werden Dokumente als kreativ empfunden? Wie können Metaphern erkannt oder generiert werden?«

## Anwendungen von KI in der Kunst

In der Kunst kann KI in unterschiedlichen Szenarien Anwendung finden. Hierauf werden die anderen Beiträge zur LINK-Tagung detaillierter eingehen. An dieser Stelle sollen einige Anwendungen exemplarisch einen ersten Eindruck vermitteln und Inspirationen zu Anwendungsmöglichkeiten geben. Die KI kann eine passive, unterstützende Rolle einnehmen; es gibt aber auch bereits Beispiele, in denen die KI selbst als kunstschaaffende Kraft eingesetzt wurde.



Beispiele für Style-Transfer, aus dem Artikel von Zhu et al. (2017).

- Als Unterstützer kann ein KI-basiertes System an verschiedensten Stellen ansetzen: als Support des Kunstschaaffenden, um Arbeitsabläufe zu vereinfachen oder auch, um ganz neue Plattformen für den künstlerischen Ausdruck zu erschließen (z. B. Kunstwerke, die sich der virtuellen Realität bedienen und oftmals mithilfe spezifischer Werkzeuge geschaffen werden); als persönlicher Museumsführer, der Kunst angepasst an die individuellen Besucherbedürfnisse erklärt; oder auch als Analysesystem, das Forschenden im Bereich der Kunstgeschichte ihre alltägliche Arbeit erleichtert.
- Ansätze, die zu der ersten Gruppe gehören, werden unter anderem an der **Leibniz Universität Hannover am Institut für Informationsverarbeitung** entwickelt (Arbeitsgruppe Prof. Rosenhahn). Hierzu gehört etwa die Figuren- und Posendatenbank, die von Hasler et al. (2009) vorgeschlagen wurde. Sie bildet die Grundlage zur automatischen Generierung von menschlichen Körpern für Filme und Videospiele. Hierzu wurden von über 100 Versuchspersonen in zahlreichen Körperhaltungen 3D-Laser-Scans aufgenommen und digitalisiert. Diese Körperdaten, kombiniert mit realistischen, KI-generierten →



Gesichtszügen, ermöglichen es, künstlich (große) Menschen(gruppen) mit beliebiger Pose in Szenen einzufügen. In einer Filmproduktion könnten dadurch etwa die Kosten für Massenszenen erheblich gesenkt werden. Potenziell steht damit eine Form des Ausdrucks zur Verfügung, die zuvor aus finanziellen Gründen nicht möglich gewesen wäre. Weitere Arbeiten der Arbeitsgruppe Rosenhahn beschäftigen sich z. B. damit, neuronalen Netzen das Spielen von Computerspielen wie „Flappy Bird“ beizubringen.

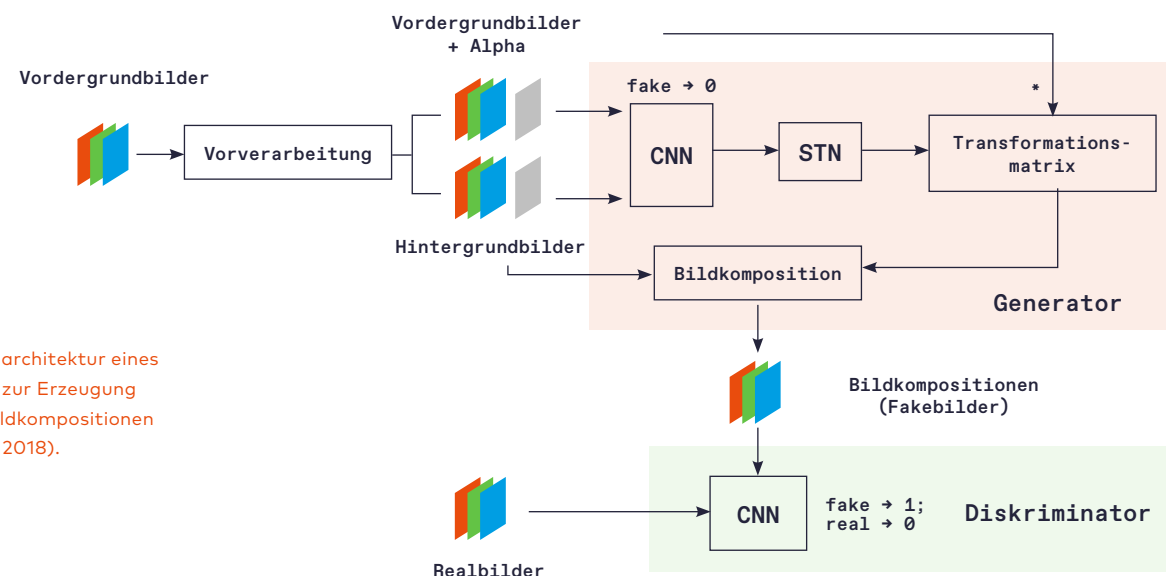
An welchen Stellen haben sich künstliche neuronale Netze bereits selbst kreativ gezeigt? Populäre Beispiele sind auf der Webseite von Deepdream zu finden (<https://deepdreamgenerator.com>), unter anderem Phantasiebilder von „träumenden neuronalen Netzen“ oder zum sogenannten „style transfer“. Ersteres diente ursprünglich dazu, durch Visualisierungen die Funktionsweise von tiefen neuronalen Netzen bei der Objekterkennung besser zu verstehen.

Der zweitgenannte Ansatz des Style-Transfers zielt darauf ab, den charakteristischen Stil einer Domäne (z. B. Comiczeichnungen) oder eines Künstlers oder einer Künstlerin auf Bilder einer anderen Domäne zu übertragen. Beispiele hierfür sind in Abbildung 5 zu finden. Diese Beispiele werden mit einer besonderen Art von neuronalen Netzen erzeugt, einem sogenannten „GAN“ („Generative Adversarial Network“).

In einer solchen GAN-Architektur treten zwei Netze quasi in einer Art Spiel gegeneinander an. Das eine Netz versucht, Bilder künstlich zu generieren („Generator“), die möglichst echt wirken. Dies könnte zum Beispiel ein Versuch in Abbildung 06 sein, aus einem Foto ein neues Bild im Stile von Monet zu generieren. Das zweite Netzwerk, der „Diskriminator“, versucht zu erkennen, ob es sich um einen „echten“ Monet oder ein „Fake“, d.h. ein künstlich generiertes Bild, handelt. Je besser beide Netzwerke trainiert werden können, desto besser sind am Ende die künstlich generierten „Fake“-Bilder. Ein populäres Beispiel zur Generierung von „Kunstgemälden“ ist das erste Bild dieser Art, das auf einer Auktion von Christies für 432.500 \$ versteigert wurde (<https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx>). Die Autoren bezeichnen ihr System nicht als GAN, sondern als CAN: „Creative Adversarial Network“. Es sei daraufhin optimiert, Neues und nicht Bekanntes zu generieren, so argumentiert die Entwicklergruppe.

»An welchen Stellen haben sich künstliche neuronale Netze bereits selbst kreativ gezeigt?«

07



Grundarchitektur eines GANs zur Erzeugung von Bildkompositionen (Groß 2018).

Die Abbildung 07 veranschaulicht das Funktionsprinzip für GANs für die automatische Komposition von zwei unterschiedlichen Fotomotiven (Abbildung 08 zeigt Ergebnisbeispiele). Das System wurde in einer vom Autoren betreuten Bachelorarbeit entwickelt (Groß 2018). Hier fließen Ergebnisse ein, die in einem Projekt zur automatischen Freistellung des Bildvordergrunds von Porträtfotos erzielt wurden (<http://www.l3s.de/de/projects/faam>).

08



Künstlich generierte Bildkompositionen mit einem GAN (Groß 2018).

Eine weitere Einsatzmöglichkeit von KI im Rahmen von Kunstausstellungen könnte Chatbot-Technologie sein, die individualisierte Erklärungen für den Besucher erzeugt. Hierbei kann z. B. angepasst auf Vorwissen und Sprachkenntnisse Rücksicht genommen werden. Je nach Interessenlage und Besucherdichte können zudem Kunstwerke in passender Reihenfolge kombiniert werden, um den Kunstgenuss zu optimieren, aber auch sicherzustellen, dass dieser nicht durch Menschenmengen gestört wird. Der Chatbot kann interaktiv Fragen beantworten und als Diskussionspartner zur Verfügung stehen. So ermöglicht er eine natürliche Interaktion mit kunsttheoretischem und historischem Wissen.

Viele weitere Beispiele zur Unterstützung von kreativen Prozessen oder gar deren „Automatisierung“ gibt es auch in anderen Kunstbereichen wie Dichtung oder Musik, auf welche in den anderen Beiträgen zur LINK-Tagung näher eingegangen wird.

# Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein allgemeiner Überblick über grundlegende Methoden der Künstlichen Intelligenz aus dem Bereich des maschinellen Lernens gegeben, mit einem Fokus auf die aktuell vielzitierten künstlichen neuronalen Netze und Deep Learning. Solcherart Ansätze haben in den letzten Jahren speziell in der Bildanalyse (dem „Computersehen“), aber auch in diversen anderen Anwendungsgebieten der Mustererkennung zu einschneidenden Verbesserungen geführt, wie an einigen Beispielen aus aktuellen Forschungsarbeiten gezeigt wurde. Weiterhin wurden einige Beispiele für mögliche Anwendungen im künstlerischen Bereich gezeigt – für mehr Details zu aktuellen Prototypen und Entwicklungen sei auf die anderen Beiträge zur LINK-Tagung verwiesen.

Die heutigen Möglichkeiten des maschinellen Lernens und der KI sind der sogenannten „schwachen KI“ zuzurechnen. Diese Systeme sind nicht intelligent im menschlichen Sinne, vermögen aber zum Teil menschenähnliche Leistungen in immer komplexer werdenden Aufgabenstellungen zu erreichen. In dem Fall können solche Systeme die Bearbeitung von Aufgaben automatisieren oder als unterstützende Empfehlungssysteme dienen – bis in kreative Bereiche hinein. Die Entwicklung von „starker KI“, d.h. allgemein anwendbarer Systeme, die beliebig unterschiedliche Aufgabenstellungen mit menschenähnlicher Güte lösen können, ist nach wie vor Gegenstand der Forschung.

## Literaturverzeichnis

**Maren Awiszus & Bodo Rosenhahn** (2018). Markov Chain Neural Networks. In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, S. 2180-2187

**Roland Barthes** (1978). Image-Music-Text, ed. and trans. Stephen Heath, London: Fontana 332.

**John Bateman** (2014). Text and image: A critical introduction to the visual/verbal divide. Routledge.

**Warren McCulloch & William Pitts**. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. In: Bulletin of Mathematical Biophysics, Volume 5, Issue 4, S. 115-133

**Jia Deng, Wei Dong, Richard Socher, Li-Jia Li, Kai Li, & Li Fei-Fei** (2009). Imagenet: A largescale hierarchical image database. In: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2009. S. 248-255

**Ralph Ewerth, Matthias Springstein, Lo An Phan-Vogtmann, & Juliane Schütze** (2017). "Are Machines Better Than Humans in Image Tagging?" - A User Study Adds to the Puzzle. In: Advances in Information Retrieval - 39th European Conference on IR Research, ECIR 2017, Proceedings, S. 186-198

**Florian Groß** (2018). Generierung und Detektion von Bildkompositionen mithilfe von Generative Adversarial Networks. Bachelorarbeit, Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Leibniz Universität Hannover. 50 S.

**Nils Hasler, Carsten Stoll, Martin Sunkel, Bodo Rosenhahn, & Hans-Peter Seidel** (2009). A Statistical Model of Human Pose and Body Shape. In Comput. Graph. Forum 28(2): 337-346

**Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, & Jian Sun** (2015). Delving deep into rectifiers: Surpassing Human-level Performance on ImageNet Classification. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, S. 1026-1034

**Christian Andreas Henning & Ralph Ewerth** (2017). Estimating the Information Gap between Textual and Visual Representations. In: Proceedings of ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), ACM, 2017, S. 14-22

**Yu-Gang Jiang, Chong-Wang Ngo, & Jun Yang** (2007). Towards optimal bag-of-features for object categorization and semantic video retrieval. In: Proceedings of the 6th ACM International Conference on Image and Video Retrieval, CIVR 2007, S. 494-501

**Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, & Geoffrey E. Hinton** (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In: Advances in neural information processing systems, S. 1097-1105.

**Yann LeCun, Yoshua Bengio, & Geoffrey E. Hinton** (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), S. 436-444.

**David G. Lowe** (2004). Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. In: International Journal of Computer Vision, Volume 60, Issue 2, 91-110.

**Radan Martinec & Andrew Salway** (2005). A system for image-text relations in new (and old) media. Visual Communication, 4(3), SAGE, 337-371.

**Markus Mühling, Manja Meister, Nikolaus Korfhage, Jörg Wehling, Angelika Hörth, Ralph Ewerth, & Bernd Freisleben** (2019). Content-Based Video Retrieval in Historical Collections of the German Broadcasting Archive. In: International Journal on Digital Libraries, Springer, June 2019, Vol. 20, Issue 2 (Selected papers from TPD 2016), 167-183

**Eric Müller-Budack, Kader Pustu-Iren, & Ralph Ewerth** (2018). Geolocation Estimation of Photos Using a Hierarchical Model and Scene Classification. In: In Computer Vision - ECCV 2018, Proceedings of European Conference on Computer Vision, ECCV (12), 575-592

**Eric Müller, Matthias Springstein, Ralph Ewerth** (2017). "When Was This Picture Taken?" - Image Date Estimation in the Wild. ECIR 2017: 619-625

**Christian Otto, Sebastian Holzki, & Ralph Ewerth** (2019a). "Is this an example image?" - Predicting the Relative Abstractness Level of Image and Text. In: Proceedings of European Conference on Information Retrieval (ECIR), Cologne, Germany, LNCS, Springer, 711-725

**Christian Otto, Matthias Springstein, Avishek Anand, & Ralph Ewerth** (2019b). Understanding, Categorizing and Predicting Semantic Image-Text Relations. ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2019 (ICMR), Ottawa, Kanada, 10 S., zur Veröffentlichung angenommen 21. Florent Perronnin, Jorge Sánchez, & Thomas Mensink (2010). Improving the Fisher Kernel for Large-Scale Image Classification. In: Computer Vision - ECCV 2010, 11th European Conference on Computer Vision, Proceedings, Part IV, S. 143-156.

**Frank Rosenblatt** (1958). The perceptron - a probabilistic model for information storage and organization in the brain. In: Psychological Review, Volume 65, Issue 6, 386.

**Yaniv Taigman, Ming Yang, Marc'Aurelio Ranzato, & Lior Wolf** (2014). Deepface: Closing the Gap to Human-level Performance in Face Verification. In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, S. 1701-1708

**Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman, & Narendra Ahuja** (2002). Detecting Faces in Images: A Survey. In: IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 1 (2002), IEEE Press, 34-58

**Matthew D. Zeiler & Rob Fergus** (2014). Visualizing and Understanding Convolutional Networks. In: Proceedings of European Conference on Computer Vision ECCV (1), 818-833

**Jun-Yan Zhu, Taesung Park, Phillip Isola, & Alexei A. Efros** (2017). Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks. In: IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017, 8 S.



© Manuela Lenzen | Foto: Martin Klaus

→ Dr. Manuela Lenzen

## Verwirrungsmaschinen: Künstlicher Intelligenz begegnen

Das Forschungsfeld Künstliche Intelligenz (KI) gibt es nicht erst seit gestern. Doch erst jetzt drängt das Thema mit Macht in die Öffentlichkeit, denn KI ist marktfähig geworden. KI-Anwendungen begegnen uns inzwischen immer häufiger im Alltag, von der Suche im Internet über das automatische Vorsortieren von Bewerbungen bis zur Bildauswertung von Kameraaufnahmen im öffentlichen Raum. Roboter begegnen uns nicht mehr nur in Labors oder an Fließbändern, sondern stehen hinter dem Hoteltresen oder mähen uns den Rasen. Und irgendwie warten wir alle auch darauf, dass auch sie endlich kommen: die so lange angekündigten autonomen Autos.

Nie zuvor haben so viele Menschen in der KI geforscht, nie zuvor wurde so viel Geld in die Entwicklung dieser Technologie investiert: nicht mehr nur von Universitäten und dem Militär, sondern auch von privaten Unternehmen. Zugleich schießen nationale KI-Förderstrategien und übernationale Verbände aus dem Boden. Wer jetzt nicht in KI macht, so scheint es, den bestraft das Leben. Kein Land, keine Armee, keine Universität und kein Unternehmen will sich bei diesem Rennen abhängen lassen.

Den öffentlichen Diskurs über die Künstliche Intelligenz prägen derzeit Verheißungen und Schreckszenarien gleichermaßen: Auf der einen Seite werden Visionen entworfen, die an ein modernisiertes Paradies erinnern: Assistenzsysteme und Roboter aller Art sollen uns ein langes, gesundes und von wenig Arbeit geplagtes Leben ermöglichen; intelligente Systeme sollen die wissenschaftliche Forschung in ganz neue Höhen heben und so zum Beispiel individualisierte Krebstherapien ermöglichen; kluge Häuser und Städte, in denen die Infrastruktureinrichtungen geschickt vernetzt sind, sollen Ressourcen sparen, die Mobilität neu organisieren, und den Alltag für uns dabei angenehm und komfortabel einrichten, ohne dass wir uns groß darum kümmern müssten. In der Landwirtschaft sollen KI-Verfahren die Produktion von Lebensmitteln effizienter machen, sodass es einfacher wird, die wachsende Menschheit zu ernähren. Nebenbei soll KI den Klimawandel aufhalten, zumindest aber den Wirtschaftsstandort stärken, dem Arbeitskräftemangel begegnen und Firmen davon abhalten, die Produktion in Niedriglohnländer auszulagern.

Auf der anderen Seite stehen Szenarien von intelligenten Systemen, die uns ständig überwachen und alles speichern: jeden Klick, den wir im Internet tun und jeden Schritt, der uns an einer klugen Kamera vorbeiführt; Szenarien von Maschinen, die uns die Arbeitsplätze wegnehmen, von alten Menschen, die Maschinen mit Fellüberzug streicheln, und Kindern, denen Roboter die →

Gutenachtgeschichte vorlesen, weil niemand sonst Zeit für sie hat; von Systemen, die sich über das menschliche Maß hinaus verbessern, sich unserer Kontrolle entziehen und uns in den Kaninchenstall sperren, weil wir ihnen zu dumm sind, oder uns zu Büroklammern verarbeiten, einfach weil sie darauf programmiert sind, immer mehr von diesen herzustellen. Immer wieder werden Berichte über Künstliche Intelligenz mit einem Porträt des „Terminators“ illustriert, jenem furchterregenden Maschinenmenschen aus dem gleichnamigen Blockbuster der 1980er Jahre, und immer wieder einmal wird – aus unterschiedlichen Gründen – vor dem Ende der Menschheit durch die KI gewarnt. Zwischen diesen Extremen fällt es dem Laien nicht leicht, sich ein realistisches Bild davon zu machen, womit wir es bei der Künstlichen Intelligenz zu tun haben; was wir zu erwarten und zu befürchten haben. Vielmehr entwickelt die Künstliche Intelligenz gerade ein enormes Verwirrungspotenzial. Künstliche intelligente Systeme, so scheint es, eignen sich besonders gut, Verwirrung hervorzurufen. Diese möchte ich im Folgenden ein wenig entwirren. Das Wichtigste vorab: Die heute als intelligent bezeichneten Systeme haben weder Bewusstsein noch finstere Machtinstinkte. Die Menschen zu unterjochen steht außerhalb ihrer Agenda und ihrer Fähigkeiten. Das ist allerdings keine Entwarnung: Technik muss nicht übermenschlich klug sein, um negative Auswirkungen auf die Gesellschaft zu haben. Doch wir sollten uns an der richtigen Stelle fürchten.

## Was KI verwirrend macht

Die Verwirrung rund um die KI hat, meine ich, vier Gründe: Da ist zum einen die lange Tradition, in der kluge Maschinen vorgedacht worden sind, von den sagenhaften Automaten der Antike über den mittelalterlichen Riesen Golem bis zur Science-Fiction. Nicht alle, aber viele dieser Geschichten sind Dystopien. Oft erzählen sie von Maschinen, die sich der Kontrolle ihrer Hersteller entziehen, sich, ohne dass dies beabsichtigt oder vorhergesehen war, selbst verbessern und weiter entwickeln und dabei zugleich Gelüste an den Tag legen, die wir von den weniger erfreulichen Vertretern unserer eigenen Spezies kennen: allen voran Rücksichtslosigkeit und Machthunger. Wir sehen die Produkte der KI-Forschung unweigerlich durch die Brille all dieser Geschichten, die wir gelesen, und der Filme, die wir gesehen haben.

Der zweite Grund, aus dem uns die intelligenten Systeme leicht in Verwirrung versetzen, ist der Anthropomorphismus. Das ist die Neigung des Menschen, überall dort, wo sich etwas in menschenähnlichem Tempo bewegt, herumgeht, mit den Augen rollt oder spricht, in diesem eine Psyche, ähnlich der des Menschen, zu vermuten. Wir neigen dazu, solchen Systemen Wünsche, Pläne und Absichten zuzuschreiben und nehmen meist an, dass Eigenschaften, die bei Menschen zusammen vorkommen, auch bei intelligenten Maschinen zusammen vorkommen müssen. Dass ein Programm auf Großmeisterniveau Schach spielt und zugleich nicht in der Lage ist, Äpfel von Birnen zu unterscheiden, können wir uns schlecht vorstellen. Der Anthropomorphismus ist kein Laienphänomen. Auch die wissenschaftliche Literatur ist voller Sätze, die davon handeln, dass künstliche Systeme wollen, planen, meinen oder denken. Gewiss, dies sind nur praktische Abkürzungen für komplexere Sachverhalte. Dies ist uns manchmal bewusst, manchmal aber auch nicht.

Zudem spielen manche Roboterdesigner ebenso wie Science-Fiction-Autoren mit eben dieser Neigung, wenn sie Roboter entwerfen, die Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen. Damit befördern sie die natürliche Neigung des Menschen, Maschinen als denkende und fühlende Wesen wahrzunehmen.

Der dritte Grund für Verwirrung über die Fähigkeiten intelligenter Systeme liegt in der seltsamen Neigung des Menschen, komplexen technischen Systemen Autorität zuzubilligen. Overtrust, übertriebenes Vertrauen, nennen Forscher dieses Phänomen. Wenn ein so teures und komplexes System einmal läuft, muss das Ergebnis doch auch gut sein. In verschiedenen Studien konnten Forscher zeigen, dass Menschen dazu neigen, das zu tun, was ein solches System empfiehlt, auch wenn dies nicht besonders sinnvoll oder aber moralisch fragwürdig ist.

Forscher um Paul Robinette vom Georgia Institute for Technology (USA) zeigten, dass Menschen bereit sind, einem Roboter bei einem (für diese Studie simulierten) Brand in einen fensterlosen Raum zu folgen. Forscher um Kerstin Dautenhahn (Univ. of Waterloo, Canada) konnten ihre Probanden dabei beobachten, wie sie auf Aufforderung eines Roboters Orangensaft an eine Topfpflanze gossen oder das Passwort des gerade abwesenden Gastgebers benutzten, um sich in dessen Rechner einzuloggen.

Der vierte Grund für Verwirrung schließlich verbirgt sich im Namen des Unternehmens: Künstliche Intelligenz. Dieser Begriff ist seit seinem Aufkommen in den 1950er Jahren umstritten, denn er suggeriert, dass wir es mit Intelligenz zu tun haben, mit künstlicher zwar, aber mit Intelligenz. Und da wir Intelligenz nur vom Menschen (und einigen Tierarten) kennen, führt dieser Begriff dazu, dass wir die intelligenten Systeme zu nah an den Menschen heranrücken. Schon häufiger wurde diskutiert, ob es sinnvoll wäre, den Begriff „Künstliche Intelligenz“ durch einen anderen zu ersetzen, etwa durch anthropic computing, oder automated decision making, um der Technologie den Nimbus zuzunehmen, eine künstliche menschliche Intelligenz in die Welt zu setzen. Bisher konnte sich keiner dieser Vorschläge durchsetzen. Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ ist einfach zu griffig und vermutlich auch zu etabliert, um ihn noch zu ersetzen.

Diese vier Faktoren führen dazu, dass wir die intelligent genannten Systeme falsch einschätzen. In der Regel führen sie dazu, dass wir sie überschätzen, sie zu nah an den Menschen heranrücken und Dinge von ihnen erwarten bzw. befürchten, die weit außerhalb ihrer Reichweite liegen.

»Diese vier Faktoren führen dazu, dass wir die intelligent genannten Systeme falsch einschätzen.«



# Womit wir es zu tun haben

Aber womit haben wir es denn nun zu tun? Die Frage, was Künstliche Intelligenz ist, ist nicht genau zu beantworten. Es gibt keine verbindliche Definition des Unternehmens.

"An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves." / „Ein Versuch soll unternommen werden, herauszufinden, wie Maschinen dazu gebracht werden können, Sprache zu benutzen, Abstraktionen und Begriffe zu bilden, Probleme zu lösen, die zu lösen bislang dem Menschen vorbehalten sind, und sich selbst zu verbessern.“

Mit diesen Sätzen beantragte der 28-jährige John McCarthy 1955 mit drei Kollegen bei der Rockefeller-Stiftung die Finanzierung einer Tagung, die im Sommer des Folgejahres stattfand und als Startschuss der KI-Forschung gilt: die „Dartmouth Conference“. Die Forscher erwarteten, mit zehn Personen innerhalb von nur zwei Monaten auf diesem Feld „signifikante Fortschritte“ zu erzielen. 60 Jahre später haben wir nun wirklich Maschinen, die Sprache benutzen, sogar solche, die Sprachen übersetzen; es gibt Systeme, die Generalisierungen bilden, und zahlreiche Systeme, die Probleme lösen, die zu lösen zuvor dem Menschen vorbehalten waren. Ob sie intelligent sind, ist allerdings nicht leicht zu entscheiden, auch, weil natürliche Intelligenz nicht klar definiert ist.

Einen Taschenrechner, der eine Rechenaufgabe viel schneller und sicherer löst als ein Mensch, würden wir nicht als intelligent bezeichnen. Auch ein Schachprogramm gilt meist nicht als intelligent, obwohl es keineswegs einfach mit bloßer Rechenkraft alle Möglichkeiten durchrechnet, sondern die Erfolgchancen von vorausgeplanten Zügen bewertet.

Viele Kriterien sind diskutiert worden, um Intelligenz in künstlichen Systemen dingfest zu machen. Das bekannteste ist vermutlich der Turing-Test: Ein System soll als intelligent gelten, wenn ein Mensch, der mit dem System über eine Tastatur kommuniziert, es für einen Menschen hält. Variationen des Tests verlangen, dass ein intelligentes System sich zusammen mit einem Menschen einen Film anschauen und Fragen dazu beantworten können muss; dass es in der Lage sein müsse, eine Wohnung betreten und dort einen Kaffee zuzubereiten oder eine Aufnahmeprüfung für eine Universität zu schaffen. Allerdings gibt es ein seltsames Phänomen, Marvin Minsky formulierte es als Paradox: Sobald eine Maschine eine Leistung vollbringt, gilt diese nicht mehr als intelligent, sondern als „bloßer Mechanismus“. Dann freilich werden wir nie Künstliche Intelligenz haben.

Der Computerpionier Alan Turing hielt die Frage, ob ein System denn nun intelligent sei, lediglich für eine Frage des Sprachgebrauchs. Er war der Ansicht, bis zur Jahrtausendwende (1999/2000) hätten wir uns einfach daran gewöhnt,

von denkenden Maschinen zu sprechen. Der Begriff „Intelligenz“ ist also in Bezug auf Maschinen so unklar wie in Bezug auf Menschen.

»Variationen des Turing-Tests verlangen, dass ein intelligentes System sich zusammen mit einem Menschen einen Film anschauen und Fragen dazu beantworten können muss; dass es in der Lage sein müsse, eine Wohnung betreten und dort einen Kaffee zuzubereiten oder eine Aufnahmeprüfung für eine Universität zu schaffen.«

In der Praxis werden Systeme in der Regel dann als intelligent bezeichnet, wenn sie ein komplexeres Problem ohne menschliche Hilfe lösen können. Wann ein Problem komplex genug ist, ist nicht festgelegt. Derzeit werden auch oft diejenigen Systeme als intelligent bezeichnet, die mit einem Verfahren des maschinellen Lernens, vor allem mit dem sogenannten Deep Learning, arbeiten.

Diese „lernenden Systeme“ werden nicht auf herkömmliche Weise programmiert, sie werden trainiert. Das heißt, niemand muss ihnen ausbuchstabieren, wie die Welt zusammenhängt. Stattdessen erarbeiten sich diese Systeme ihre Feinstruktur selbst, indem sie eine große Anzahl von Versuchen durchlaufen, Rückmeldungen über ihre Leistung bekommen und die Struktur ihres Künstlichen Neuronalen Netzes immer wieder ein wenig verändern – so lange, bis sie zuverlässig funktionieren. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass es Probleme lösen kann, von denen wir nicht genau angeben können, wie wir sie lösen: Wie erkennt man ein Gesicht in einer Menschenmenge? Was genau unterscheidet einen Hund von einer Katze? Der aktuelle Boom der KI geht darauf zurück, dass sich zurzeit sehr viele Probleme als solche erweisen, die mithilfe dieses Lernverfahrens gelöst werden können.

Allerdings haben auch diese Systeme ihre Nachteile. Vor allem sind sie davon abhängig, dass eine große Anzahl von Trainingsdaten in ausreichender Vielfalt und von ausreichender Qualität zur Verfügung stehen. Und auch sie generieren Spezialisten. Sind sie auf eine Aufgabe trainiert, kann man sie nicht umstandslos für eine andere verwenden. Man kann auch nicht einfach mehrere Spezialisten zusammenschalten, um einen Generalisten zu erhalten. Von Systemen mit menschenähnlicher Flexibilität, die sich in unbekanntem Umgebungen bewegen und ganz verschiedene Probleme lösen können, ist die Forschung also bislang weit entfernt.

## Künstlicher Intelligenz begegnen

Was wäre zu tun, um die Verwirrung darüber, womit wir es bei der Künstlichen Intelligenz zu tun haben, zumindest zu begrenzen? Da wäre zuerst der Appell an die Designer von Robotern und Chatbots: Baut Originale! Verschont uns mit Kopien von Mensch und Tier! Für manche besondere Fragestellungen mag es nützlich oder erforderlich sein, lebensechte Roboter, sogenannte Humanoid, zu entwickeln; im alltäglichen Gebrauch vermehren sie nur die Verwirrung. Und dann gilt es, Erfahrungen mit den intelligenten Systemen zu machen, ihnen zu begegnen. Die meisten Verfahren, bei denen KI zum Einsatz kommt, sind „unsichtbar“: Es handelt sich um Algorithmen, die bei der Datensuche im Internet im Hintergrund laufen, die Bilder von Überwachungskameras auswerten oder entscheiden, wer eine Fortbildung oder einen Kredit bekommt. →

Diese Unsichtbarkeit ist verwirrend, weil man nicht weiß, wo sie unterwegs sind und welche Entscheidungen von einem solchen System getroffen wurden. Je perfekter Chatbots zudem in der Imitation menschlicher Stimmen werden, desto schwerer fällt es uns auch in diesem Bereich zu entscheiden, womit wir es zu tun haben. Hier wäre eine Kennzeichnungspflicht für KI-Systeme zu diskutieren, damit Menschen jederzeit wissen, ob sie mit einer Maschine oder einem Menschen kommunizieren und mit wem eine Maschine in Verbindung steht bzw. mit wem oder was sie ihre Daten teilt. Nur so kann der Nutzer begründet entscheiden, welche Informationen er oder sie mit einer Maschine teilen will.

Besser erforscht, wenn auch bislang nicht annähernd so relevant für unseren Alltag, ist die Begegnung von Mensch und Roboter. Noch ist der elektronische Gefährte, der uns einmal im Alltag unterstützen, uns auf Zuruf einen Stuhl bringen oder die Spülmaschine ausräumen soll, Science-Fiction. Noch stehen die meisten Roboter festgeschraubt an den Fertigungsstraßen der Industrie. Doch immer mehr von ihnen werden dafür gebaut, uns im täglichen Leben zu begegnen. Diese „sozialen Roboter“ oder companion robots, Robotergefährten, sollen mit uns sprechen können, mit Kochrezepten aushelfen, auf Zuruf Fotos schießen, die Haustechnik im Blick haben und zugleich als Alarmanlage fungieren. Sie sollen die Einkäufe hinter uns hertragen oder alte Menschen unterhalten, sie bei der Tagesplanung unterstützen, an Medikamente und Termine erinnern und einen Notruf absetzen, wenn jemand gestürzt ist und nicht mehr auf die Füße kommt. Der Markt für consumer robotics, also für private Unterhaltungs-, Spielzeug- und Serviceroboter soll nach einer Studie der Boston Consulting Group im Jahr 2025 etwa 23 Milliarden US-Dollar umfassen.

Häufig beginnen Begegnungen mit solchen Robotern allerdings mit einer Enttäuschung. Menschen gehen auf die meist niedlichen und mehr oder weniger anthropomorphen Maschinen zu, reden auf sie ein, versuchen ihnen die Hand zu schütteln oder ihre Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Dann müssen sie feststellen, dass die Möglichkeiten der Roboter sich auf einfache Handgriffe in bekannten Umgebungen beschränken und sie längst nicht genug verstehen, als dass man sich mit ihnen unterhalten könnte. Ist diese Enttäuschung überwunden, beginnen die Menschen meist zu experimentieren, um festzustellen, was der Roboter wirklich kann, und gelangen dann zu einer realistischen und meist durchaus positiven Einschätzung. Das Unterfangen, den Menschen elektronische Gefährten an die Seite zu stellen, kann nur gelingen, wenn die Menschen die Roboter auch mögen. Um sympathische Maschinen bauen zu können, nehmen Forscher die Menschen derzeit mindestens so genau ins Visier wie die Maschinen: Wie sieht ein Roboter aus, den wir zu Hause dulden würden? Wie muss er sprechen? Wie uns anschauen, damit wir uns weder angestarrt noch ignoriert fühlen? Wie auf uns zukommen, welchen Abstand halten? Zahlreiche Studien loten derzeit aus, was bei der Begegnung von Mensch und Maschine geschieht.

So konnten Forscherinnen und Forscher zeigen, dass Kinder sich von Robotern mehr beeinflussen lassen als Erwachsene, dass manche Probanden in Robotern eher eine Maschine sehen und nüchtern über ihren Nutzen urteilen, andere hingegen stärker dazu neigen, die Maschinen zu vermenschlichen. Und sie stellten fest, dass Menschen befürchten, andere könnten sie für verrückt halten, wenn sie mit Maschinen sprechen. Jamy Li von der Universität Twente

und seine Kollegen stellten fest, dass es die menschlichen Probanden erregte, Roboter an „intimen“ Stellen zu berühren. Andere Studien zeigten, dass es Menschen unangenehm ist, einem Roboter nackt gegenüberzustehen, dass die meisten Menschen zögern, einen Roboter zu zerstören oder seinen Speicher zu löschen und dass sie der Anblick „gequälter“ Roboter belastet. Eher anekdotisch sind Geschichten, denen zufolge Tierschützer sich über Videos beklagten, in denen Roboter getreten oder geschubst werden, um ihre Laufstabilität zu demonstrieren. Wieder andere berichten von Soldaten, die darauf bestanden hätten, beschädigte Minensuchroboter zu reparieren.

Doch Menschen entwickeln nicht nur Sympathie für Maschinen: Roboter werden im öffentlichen Raum auch schon mal getreten, umgeschubst, beschmiert oder bekommen eine Papiertüte über den Kopf gestülpt, damit sie nicht mehr navigieren können. Den per Anhalter reisenden hitchBOT fand man nach zwei Wochen zerlegt am Straßenrand.

Was auf längere Sicht geschieht, wenn Menschen und Roboter zusammenleben, ist noch kaum erforscht, die meisten Studien begleiten die Menschen nur kurze Zeit und umfassen wenige Probanden. Genau genommen müssten sie für jeden Robotertyp in unterschiedlichen Kulturkreisen mit einer ausreichenden Anzahl von Probanden wiederholt werden – eine Sisyphusarbeit.

Die Robotik erfährt durch das steigende Interesse an „sozialen Robotern“ und die damit nötig gewordene Forschung gerade eine Transformation hin zu mehr interdisziplinärer Kooperation. Denn über Fragen wie die nach einem kulturell angemessenen Design, nach ethischen Implikationen des Gebrauchs von Robotern oder psychologischen Effekten der Präsenz von Robotern oder Avataren, entscheiden Informatiker längst nicht mehr allein. Vielmehr kooperieren sie mit Forschern aus Psychologie, Anthropologie, Philosophie und Verhaltensforschung. So entstehen neue Zwischendisziplinen wie die Roboter-verhaltensforschung. Je komplexer Maschinen in ihrem Verhalten und in ihren Entscheidungen werden, desto weniger reicht die mechanistische Beschreibungsebene aus. Ob ein solches Ausweichen auf anthropomorphe Beschreibungsebenen aber nicht letztlich wiederum ein Ausdruck von Verwirrung darüber ist, womit wir es zu tun haben, bliebe zu bedenken.

Bei den Versuchen, sich einen Reim auf die Künstliche Intelligenz und ihre Fähigkeiten zu machen, stellen Forscher zudem immer wieder fest, dass die Begriffe, in denen wir unsere eigenen kognitiven Leistungen beschreiben, nicht präzise genug sind, um sie auf Maschinen anzuwenden oder um die Unterschiede zwischen uns und den Maschinen deutlich zu machen. So könnten die Verwirrungsmaschinen schließlich zu Präzisierungsmaschinen werden: Indem wir uns an ihnen abarbeiten, sind wir gezwungen, noch einmal ganz genau zu sagen, was wir mit Denken, mit Kreativität, mit Bewusstsein eigentlich meinen. Wenn wir es richtig anstellen, können wir anhand der mehr oder weniger intelligenten Maschinen eine Menge über uns selbst lernen; darüber, was Intelligenz ausmacht und was uns von den Maschinen unterscheidet.

**»Wie sieht ein Roboter aus, den wir zu Hause dulden würden? Wie muss er uns anschauen, damit wir uns weder angestarrt noch ignoriert fühlen?«**



© Holger Volland | Foto: Gerald Lechner

→ Holger Volland

## Künstliche Intelligenz in der Kultur – Die kreative Macht der Maschinen.

### Vorbemerkung

Etwa drei Jahre ist es her. Es war die Nacht vor Eröffnung von „THE ARTS+“, dem digitalen Kunstfestival der Frankfurter Buchmesse. Handwerker hämmerten zu lauter Musik an Bühnen herum. Hier wurde ein Roboterarm kalibriert, dort VR-Brillen an Kabeln gesichert. Weiter vorne baute man das Rednerpult für David Hockney auf. Da öffneten sich direkt vor mir die Türen des riesigen Lastenaufzuges und ein Kurier übergab mir ein großes Bündel in Luftpolsterfolie.

Vorsichtig löste ich die Folie ab.

Vor mir stand – vom hellen Arbeitslicht der Messehalle perfekt ausgeleuchtet – ein Gemälde von Rembrandt. Darauf abgebildet ein Mann mit Hut und Bart, der mich ein wenig verwundert ansah. Sein Mund war leicht geöffnet, als ob er gleich ein paar Worte in altem niederländischen Dialekt an mich richten würde. Seine Kleidung schien die eines Mannes aus einflussreicher Familie zu sein: Der weiße, gefältelte Stoffkragen lag luxuriös um seinen Hals, auf seinem Kopf saß ein Hut mit breiter Krempe. Doch warum wirkt sein Blick so fragend? Das Bild schien zu leben, es hatte jene hypnotisierende Wirkung, die viele Porträts auf uns haben. Was wollte der Maler damit erreichen?

Ich merkte plötzlich, dass ich mich diesem Bild gegenüber so verhielt, als ob ein Mensch, ein Maler, sich jedes Detail sorgfältig überlegt und dann kunstvoll geschaffen hätte. Allein, dies war kein Rembrandt und der junge Mann auf dem Bild hatte nie existiert. Ausgedacht hatte sich das alles eine Künstliche Intelligenz. Das Bild war Teil des Projektes „The Next Rembrandt“, das auf der Buchmesse in den nächsten Tagen heiß diskutiert werden sollte. Denn dieses Werk, das alle Merkmale eines Rembrandt-Gemäldes aufweist, war eine nagelneue Arbeit und mehr als 340 Jahre nach Rembrandts Tod entstanden.

Meine Faszination für kreative KI startete mit einem Fake-Rembrandt und wurde seitdem von Manifeste schreibenden Robotern, algorithmischen Bach-Chorälen oder abstrakter KI-Kunst stetig erweitert.

# Stand der Diskussion

Gerade der Einsatz von KI im Rahmen kreativer und künstlerischer Projekte ruft weithin Diskussionen hervor. Schließlich gilt die Kunst als exklusive Domäne des menschlichen Geistes und Zeichen seiner Eigenständigkeit. Kreativität erst macht uns menschlich. Maschinen, die Musik komponieren, Bilder malen oder Romane schreiben, verursachen deshalb polarisierende Debatten. Maschinen können mittlerweile ähnlich lernen wie unser neuronales Netz im Gehirn. Sie erkennen Muster in Daten und erschließen sich daraus Regeln, mit deren Hilfe auch künstlerische Inhalte analysiert und generiert werden können. So entstehen neue Choräle im Stile von J.S. Bach, neue Porträts nach Rembrandt oder werden bislang unvollendete Symphonien scheinbar vollendet. Zeigen uns diese Algorithmen also nach zweihunderttausend Jahren Menschheitsgeschichte, dass wir doch nicht so einzigartig sind, wie wir dachten?

Die Geschwindigkeit der technischen Durchbrüche auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz ist jedenfalls atemberaubend. Gegründet wurde die Disziplin zwar bereits in den 1950er Jahren, doch ist es erst wenige Jahre her, dass die ersten Programme gelernt haben, uns bei der Datenanalyse in der Forschung zu helfen oder die Auswertung von Finanztransaktionen vorzunehmen. Erst durch heutige Rechnerkapazitäten und umfangreiche Trainingsdaten können wir Muster in unvorstellbaren Datenmengen wie dem menschlichen Genom erkennen.

Was mit Genen möglich ist, kann auch auf die Farben und Formen von Bildern, die Inhalte von Bibliotheken oder die aufgezeichnete menschliche Sprache angewendet werden: Maschinen können auf diese Weise lernen, Dialekte zu sprechen, Musik zu komponieren, Nachrichten zu erfinden oder unsere medialen Geschichten zu analysieren. Man kann diese neue Generation von Programmen guten Gewissens auch als „Kreative Künstliche Intelligenzen“ bezeichnen, denn sie übernehmen erstmalig Funktionen und Aufgaben, die bislang nur mittels unserer menschlichen Kreativität gelöst werden konnten. Doch sind sie wirklich selbst kreativ oder imitieren sie nur menschliche Kreativität?

**»Maschinen können auf diese Weise lernen, Dialekte zu sprechen, Musik zu komponieren, Nachrichten zu erfinden oder unsere medialen Geschichten zu analysieren.«**

# Künstliche Intelligenz

John McCarthy und andere Forscher definierten 1955 den Begriff der „Künstlichen Intelligenz“ erstmals in einem Forschungsantrag. Ihnen ging es darum: eine Maschine sich so verhalten zu lassen, dass man dieses Verhalten „intelligent“ nennen würde, wenn es von Menschen käme.

Interessanterweise behaupteten sie also nicht, einer Maschine Intelligenz beibringen zu können, sondern lediglich ein Verhalten, das von Menschen als intelligent bezeichnet würde.

Zur Definition von Künstlicher Intelligenz gehört heute allerdings die Annahme, dass auch Entscheidungsautonomie vorhanden sein muss, also eigenständiges Agieren ohne regelmäßigen Input menschlicher Akteure.

Im Allgemeinen zählen wir heute zu den Anwendungen von KI alle Technologien, die im Zusammenhang mit bislang dem Menschen vorbehaltenen, intelligenten Leistungen verwendet werden. Dazu gehören etwa autonomes Lernen, Mustererkennung, Robotik, oder die Verarbeitung natürlicher Sprache. Auch unterscheiden wir noch sogenannte „starke KI“ von „schwacher KI“. Mit Ersterer werden Programme bezeichnet, die im Grunde zu allen geistigen Leistungen fähig sind, die auch ein Mensch beherrscht; sie existiert bislang nur in der Theorie. Denn alle bislang vorhandene KI ist „schwach“ in dem Sinne, dass sie nur einzelne Fachgebiete beherrscht, wie etwa Texte oder Bildinhalte zu erkennen oder Navigationshinweise im Auto zu geben. Nur Menschen verfügen momentan über eine universelle Form der Intelligenz, die sie mit vergleichbar großem Können sowohl im Straßenverkehr navigieren als auch ein Musikinstrument spielen, Essen kochen oder in mehreren Sprachen kommunizieren lässt. Die wichtigsten Grundlagen für das große Wachstum aller mit Künstlicher Intelligenz beschäftigten Disziplinen in den letzten Jahren sind der Aufbau immenser Rechenkapazitäten weltweit und genügend große Datenmengen, anhand derer Maschinenlernen, beispielsweise zur Analyse von Bilddaten, trainiert werden kann. Gerade die Verfahren der Mustererkennung sind für den Bildungs- und Kulturbetrieb enorm wichtig, da sie erst Sprache, Texte, Bilder analysierbar und damit auch reproduzierbar machen. Entsprechend leistungsfähige Algorithmen konnten deshalb erst in den letzten Jahren durch Verwendung der schier unendlichen Bilddaten von Online-Datenbanken, sozialen Medien und digitalisierten Archiven, Bibliotheken und Museen entwickelt werden.

Eine besondere Rolle kommt daher – neuerdings auch in Kultur und Bildung – den großen Technologiekonzernen zu, da sowohl die Kapazitäten ihrer Rechnerzentren als auch ihr Zugang zu Daten beispiellos groß ist. Google beispielsweise wurde deshalb schon früh, etwa durch die Digitalisierung großer Bibliotheken im Rahmen des Programmes „Google Books“, mit „Google Scholar“ und durch die Gründung des „Google Cultural Institute“ auch im Bildungs- und Kulturbereich tätig.



# KI in der künstlerischen Kreation

Diskutiert man die Frage, ob und in welcher Form Künstliche Intelligenz überhaupt eine kreative Leistung erbringen kann, ist es sinnvoll, zwischen dem kreativen Prozess und dem Ergebnis zu unterscheiden. Charakteristisch für den Menschen ist der beständige bewusste und unbewusste Abgleich einer kreativen Tätigkeit mit der Identität des Schaffenden. Diese prägt sich durch Erziehung, Lernen und Erfahrung und führt zu spezifischen Begabungen, Fähigkeiten, Ziel- und Wertvorstellungen. Je stärker das kreative Werk mit der Identität des Schaffenden übereinstimmt, desto überzeugender scheint es auch auf andere Menschen zu wirken. Algorithmen besitzen jedoch keine eigene Identität, auch keinen eigenen Erfahrungshintergrund und keinen Sinnesapparat, mit dem sie während des kreativen Prozesses einen Abgleich zwischen Schaffen und Erfahrung herstellen könnten.

Doch vielleicht brauchen sie all dies auch gar nicht. Denn, anders als bei vielen menschlichen Künstlern, spielt Selbstverwirklichung im künstlerischen Schaffen keine Rolle für KI Systeme. Vielmehr werden Algorithmen dazu programmiert, kreative Ergebnisse zu schaffen, die mit denen menschlicher Vorbilder vergleichbar sind. Beispiele für kreative Ergebnisse von KI zeigen sich in allen künstlerischen Bereichen. In der Malerei finden vor allem solche Projekte eine große Aufmerksamkeit, die bekannte Künstler wie Rembrandt oder van Gogh imitieren. Überzeugende Ergebnisse erbringt auch die KI „DeepBach“, die polyfone Musik im Stile von Johann Sebastian Bach komponieren kann. Gibt man dem Programm die Melodie der ersten Stimme eines Chorals vor, vervollständigt es die anderen Stimmen selbst. Der Computerwissenschaftler und Musiker François Pachet hat DeepBach auf Basis des „Flow Machines“ Frameworks konzipiert, dessen Grundlagen von den Sony Computer Science Laboratories in Paris erdacht wurden. Auf ihnen basieren auch etlich andere musikalische KI-Schöpfungen, wie „Daddy’s Car“, ein Popsong im Stile der Beatles oder „Hello World“ – ein komplett KI-inspiriertes Album des Musikers Skygge. Ein wichtiger Aspekt bei der Kreation von kulturellen Inhalten, wie Bildern oder Musikstücken ist die Bewertung und Erkennung durch das Publikum. Der Forscher Ahmed Elgammal zeigte einer Jury KI-generierte Kunst, deren Algorithmen auf einem Trainingsset mit Gemälden abstrakter Expressionisten basierte. Er bat sie, diese mit abstrakten Kunstwerken, die auf der Art Basel 2016 ausgestellt wurden, hinsichtlich ihrer Urheberschaft zu vergleichen. Am Ende zeigte sich, dass KI-Kunst mit 53 % gegen 41 % der Art-Basel-Kunst sogar häufiger eine menschliche Urheberschaft zugesprochen wurde. Auch wurde die KI-Kunst in Kategorien wie „Neuartigkeit“, „Komplexität“ oder „Gefallen“ immer höher bewertet als die auf der Kunstmesse ausgestellten Arbeiten.

**»Beispiele für kreative Ergebnisse von KI zeigen sich in allen künstlerischen Bereichen. In der Malerei finden vor allem solche Projekte eine große Aufmerksamkeit, die bekannte Künstler imitieren«**

Viele Künstler sind gegenüber den Möglichkeiten von Maschinenlernen und KI aufgeschlossen und experimentieren mit ihnen. Der Berliner Maler Roman Lipski etwa nutzt für seine Arbeit einen Algorithmus, den er als „AIR – Artificial Intelligence Roman“ bezeichnet. Sein Programmierer Florian Dohmann beschreibt es so: „Im Prinzip ist es ein künstlich maschinell lernendes System, das in der Lage ist, Lipskis Bilder zu analysieren, zu dekonstruieren, neu zusammenzusetzen und am Ende ganz Neuartiges zu generieren.“

KI als Erweiterung der Möglichkeiten künstlerischer Kreation und Produktion kann für Kunstschaffende zukünftig eine wichtigere Rolle spielen. Das Interesse der Kunstwelt zeigt sich momentan vor allem in zahlreichen Ausstellungen von Galerien und Kunstinstitutionen, die sich mit malenden und schreibenden Robotern oder KI gesteuerten Bildkompositionen befassen. Aber auch in den App-Stores von Apple, Google und Microsoft finden sich viele Programme, die Prozesse wie Bildbearbeitung, Komposition oder Videogestaltung so weit vereinfacht haben, dass auch Laien damit problemlos kreative Ergebnisse erzielen können. Die mittels Maschinenlernen bei den Arbeiten großer Künstlerinnen und Künstlern trainierten Applikationen erhöhen zusätzlich zur handwerklichen Perfektion auch die gefühlte künstlerische Qualität selbst profaner Vorlagen und lassen so das Ergebnis kreativen Schaffens von Künstlern und KI scheinbar gleichwertig werden.

Es wird zukünftig noch schwerer, die Unterschiede zwischen menschen- und maschinengemachten künstlerischen Ergebnissen zweifelsfrei festzustellen. Was Letzteren jedoch immer fehlt, sind „geniale“, ungewöhnliche und damit individuelle Einfälle, das Einbringen persönlicher Erfahrungen einer Künstlerpersönlichkeit in eine Arbeit. Solche, sehr individuellen und vor allem beabsichtigten, Einflüsse auf kreative Ergebnisse bleiben der bislang unrealisierten Idee von „Starker KI“ vorbehalten.

## Auswirkungen auf die Kreativität

Der Einsatz von KI im Rahmen kreativer Prozesse und Projekte ruft jedoch trotz aller Limitierungen derzeit schon weithin Diskussionen hervor. Schließlich galt die Kreativität lange als exklusive Domäne des menschlichen Geistes und als Zeichen unserer kulturellen Eigenständigkeit. Diese scheint nun in Frage zu stehen. Außerdem wird oft die Befürchtung geäußert, dass durch zunehmende Verwendung digitaler kreativer Werkzeuge auch unser eigenes Schöpfen beeinflusst wird.

Kreativität wird als die ausgebildete Fähigkeit definiert, etwas Originelles zu schaffen, das idealerweise auch einen Nutzen mit sich bringt. Man muss zwischen kreativen Ergebnissen oder Produkten, kreativen Fähigkeiten und dem kreativen Prozess unterscheiden. Zu den Fähigkeiten, die mit Kreativität unbedingt einhergehen, zählen Problembewusstsein, Ideenreichtum, Flexibilität im Denken, Improvisation, Anpassung einer Lösung an die Realität und Unverwechselbarkeit einer Idee. All diese Fähigkeiten üben Menschen ab dem Kindergarten ein, um später auch umfangreiche Probleme lösen zu können.

Kreativität braucht Zeit, die Abfolge unterschiedlicher Phasen von Denktivitäten und vor allem ein gut ausgebildetes Repertoire an Erfahrungen in unterschiedlichen Lebensbereichen. Kreativität ist ein Prozess, an dessen Anfang der Wunsch nach einer Problemlösung steht, gefolgt von Reflexionen und Verwer-

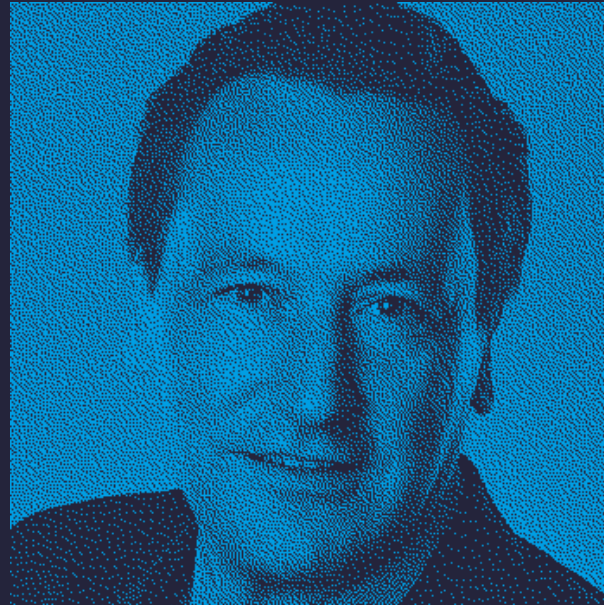
fungen von Zwischenergebnissen und am Ende dann ein bewertetes Ergebnis, das schließlich in den eigenen Erfahrungsschatz einfließt.

Kreative Leistungen von KI funktionieren jedoch anders. Sie benötigen keinen Prozess, sondern erzeugen sofort das kreative Ergebnis. Das scheint praktisch und effizient. Wir nutzen deshalb immer häufiger die kreativen Ergebnisse von KI, etwa bei Übersetzungen, in der Bildbearbeitung, der Textbearbeitung, ja sogar in der Kreation von neuen Inhalten wie Zeitungsartikeln. Doch wir zahlen dafür einen Preis. Denn die vielfache Nutzung solcher Kreativitätshelfer geht mit der Etablierung von extrem hohen und gleichförmigen Geschmacksstandards einher, wie wir sie beispielsweise am Quasi-Standard der Porträts auf Instagram sehen können. Neue Mobiltelefone haben diesen Standard in Form von automatischen Programmen zur Lächel-Erkennung, Farbintensivierung oder Gesichtsverjüngung bereits in die Kamera-App eingebaut.

Wir alle müssen so immer häufiger mit den kreativen Ergebnissen von Maschinen konkurrieren und uns an deren Perfektion messen lassen. Dieser Vergleich wird uns oft mit einem Gefühl der Unvollkommenheit zurücklassen.

Ein weiterer Effekt dieser Entwicklungen dürfte ein starker Anstieg verfügbarer kreativer Produkte in allen Sparten sein. Bei traditionellen kreativen Arbeiten kann bestenfalls die serielle Produktion deren verfügbare Menge deutlich erhöhen. Durch den Einsatz von KI erweitert sich diese Menge um die „serielle Kreation“. Hat ein System einmal gelernt, wie ein Bach-Choral komponiert werden kann, so kann es endlose Variationen davon schaffen. Aufgrund der günstigeren Produktionskosten werden Unternehmen dann sicherlich eher auf KI zur Untermalung von Werbung oder Läden setzen als auf menschliche Kompositionen. In Social Media werden noch mehr Posts automatisiert gestaltet und verbreitet. Und auch in der Gestaltung von Werbeformen wie Online-Bannern werden Menschen keine entscheidende Rolle mehr spielen.

**»Man muss zwischen kreativen Ergebnissen oder Produkten, kreativen Fähigkeiten und dem kreativen Prozess unterscheiden.«**



© Kai-Uwe Kühnberger

→ Prof. Dr. Kai-Uwe Kühnberger

# Kann Künstliche Intelligenz kreativ sein? Grundlagen und Beispiele für Künstliche Kreativität in der Musik

## Einführung

Systeme der Künstlichen Intelligenz (KI) sind aus unserem täglichen Leben kaum mehr wegzudenken. Sie begleiten uns seit geraumer Zeit in vielen Lebenssituationen. Wir interagieren mit solchen künstlich intelligenten Systemen, wenn wir Informationen im Internet suchen, wenn wir Empfehlungen auf Verkaufsplattformen wie beispielsweise Amazon präsentiert bekommen, wenn wir ein automatisches Übersetzungsprogramm nutzen, wenn uns Assistenzsysteme in modernen Automobilen unterstützen oder wenn ein artifizielles System die Temperatur in unserer Wohnung intelligent und energiesparend reguliert. Waren KI-Systeme vor wenigen Jahrzehnten noch versteckt in komplexen Produktionsprozessen oder hochspezialisierten Expertensystemen, ist die Künstliche Intelligenz mittlerweile in der Lebenswelt eines jeden einzelnen Endverbrauchers angekommen.

Natürlich sind auch die heute verfügbaren Ansätze sehr spezifisch auf bestimmte Anwendungen zugeschnitten. Sie können beispielsweise ausschließlich Schach spielen, aber nicht Go (geschweige denn Fußball); oder sie mögen gute Übersetzungen einer spezifischen Sprache in eine andere liefern, jedoch fundamental scheitern, falls sie eine (für Menschen) simple Konsequenz aus einem Text ableiten sollen. Jedoch können viele hochspezialisierte Hilfsmodule in ihrem Zusammenwirken auch relativ komplexes kognitives Verhalten simulieren. In der Konsequenz mag es dann so erscheinen, dass es gar keinen so großen Schritt mehr darzustellen scheint, eine KI auf menschlichem Niveau zu antizipieren.

Trotzdem wird eine bestimmte kognitive Fähigkeit intuitiv gewöhnlich nur dem Menschen zugeschrieben und im Allgemeinen weder Tieren noch künstlichen Systemen zugebilligt: dies ist die Fähigkeit, „kreativ“ zu sein. Kreativität kommt in vielen Lebensbereichen vor: in der Kunst, der Musik und Literatur, der Wissenschaft, im Arbeitsleben, im Lösen alltäglicher Probleme und in vielen anderen Bereichen. Selbst im Fußball werden gewisse Spielzüge „kreativ“ genannt. Eine Beschäftigung mit künstlich intelligenten Systemen erzeugt automatisch die grundlegende Frage, ob solche Systeme kreativ sein können oder ob vielleicht Kreativität eine prinzipielle Schranke für KI-Systeme darstellt. Wir wollen uns in den folgenden Ausführungen mit dieser Frage etwas genauer beschäftigen und insbesondere auf Anwendungen in der Musik fokussieren.

# Einige Begriffsklärungen

Die Künstlichen Intelligenz ist entgegen der weit verbreiteten öffentlichen Wahrnehmung keine neue Disziplin. Der Begriff (bzw. die Disziplin) wurde 1956 auf der Dartmouth Konferenz vom amerikanischen Informatiker John McCarthy geprägt. Seither wurde über Jahrzehnte an Systemen der Künstlichen Intelligenz geforscht – mit zum Teil sehr beeindruckenden Erkenntnissen und Methoden, die sich heute in jeder Standardeinführung in die Thematik wiederfinden lassen. Beispiele hierfür sind (heuristische) Suchalgorithmen, Planungssysteme oder das Theorembeweisen (Russel & Norvig, 2010). Schon mit Gordon Plotkins frühen Arbeiten (Plotkin, 1970) wurden die Grundlagen für das maschinelle Lernen gelegt. Das maschinelle Lernen in Form des „Deep Learning“ mit neuronalen Netzen war es dann, welches in den letzten ca. zehn Jahren zu einer Art „Urknall“ der KI führte. Allerdings sind auch die Methoden des Deep Learning nicht wirklich neu, vielmehr wurden sie durch die Zunahme der Rechenkapazitäten in „High Performance Computing Clustern“ (HPC) erst in den letzten Jahren sinnvoll einsetzbar. Zudem wurde durch die exponentielle Zunahme von verfügbaren und verwertbaren Daten (sowohl die vom Menschen produzierten Daten als auch die von Sensoren verfügbaren Daten) das Deep Learning erst auf ein für Anwendungen sinnvolles Fundament gestellt.

Wenn die Künstliche Intelligenz durch eine Jahrzehnte alte Geschichte geprägt ist, was macht ein künstliches System „intelligent“ bzw. wie kann

Künstliche Intelligenz eigentlich definiert werden? In einer einfachen Näherung kann KI als die Simulation menschlicher Intelligenz durch Computerprogramme oder Roboter charakterisiert werden. Dies war das Ziel der KI in ihren Anfängen und ist auch heute noch für die meisten Anwendungen der zentrale Leitgedanke. Allerdings spielt sich die Forschung und Entwicklung der KI in einer veränderten globalen Situation ab, vergleicht man die gegenwärtige Situation mit derjenigen vor ein paar Jahrzehnten. Im Wesentlichen scheinen mir drei Gründe vorzuliegen, warum Künstliche Intelligenz in den letzten Jahren einen solchen Boom erlebt hat: Erstens können heute einige

Technologien, Datenstrukturen und Verfahren besser integriert werden als noch von wenigen Jahrzehnten. Dazu gehört die Integration von heterogenen Datenstrukturen, z. B. die Integration von Pixel-Streams bei Bildern und Video mit regelbasierten Ansätzen, aber auch die Integration von Modalitäten wie Wahrnehmen, Motorsteuerung und abstraktem Denken in ein System. Schließlich können auch Technologien wie maschinelle Lernverfahren besser mit klassischen KI-Methoden wie beispielsweise Suchalgorithmen integriert werden. Die Integration solcher Aspekte in einem System führt zu neuen Anwendungen und Lösungen für hartnäckige Probleme.

Zweitens sind gegenwärtig sehr große Ressourcen für KI-Forschung und KI-Anwendungen vorhanden. Hierzu gehören nicht nur die immensen Investitionen einiger großer High-Tech Firmen, sondern auch das rasante Anwachsen von Computing-Ressourcen (z. B. in Form von HPCs).

Drittens ist es seit einiger Zeit möglich, große Datenmengen (Big Data), die von Nutzern produziert werden, aber auch Daten, die von Sensoren, beispielsweise in Produktionsprozessen einer komplexen Maschine gesammelt werden, systematisch auszuwerten. Mittels Verfahren des maschinellen Lernens können dadurch komplexe Muster und Regelmäßigkeiten in den Daten gefunden werden, die ohne solche Verfahren nicht verfügbar wären.

Obwohl neue Anwendungen in der KI durch diese Entwicklungen ermöglicht wurden, gibt es nach wie vor einige Bereiche menschlicher Kognition, die mehr oder weniger exklusiv dem Menschen vorbehalten sind. Ein Beispiel hierfür ist die Kreativität. Die Disziplin, die sich mit Künstlicher Kreativität („Computational Creativity“) beschäftigt, kann wie folgt definiert werden:

“The philosophy, science and engineering of computational systems which, by taking on particular responsibilities, exhibit behaviours that unbiased observers would deem to be creative.” (Wiggins & Colton, 2012.)

Wichtig an dieser Definition von künstlicher Kreativität ist, dass sie nicht intrinsisch definiert ist, sondern dass die Kreativität eines Artefakts aufgrund eines Beobachters identifiziert wird. Mit anderen Worten geht es darum, dass künstliche Erzeugnisse als kreativ für den Beobachter erscheinen.

»In einer einfachen Näherung kann KI als die Simulation menschlicher Intelligenz durch Computerprogramme oder Roboter charakterisiert werden.«



# Techniken für Künstliche Kreativität in der Musik

Nach den informellen Begriffsklärungen wollen wir nun drei Ansätze skizzieren, die für die automatische Erzeugung von Musik genutzt werden können. Hierbei sollen die Möglichkeiten und die Grenzen der künstlichen Kreativität im Vordergrund stehen.

## Grammatiken

Leonhard Bernstein hat in seinen 1973 gehaltenen Norton-Lectures „The Unanswered Question: Six Talks at Harvard“ eine Analogie zwischen Strukturen in der Musik und den von Noam Chomsky geprägten rekursiven Strukturen in der natürlichen Sprache festgestellt (Bernstein, 1981). Dies wurde später von vielen Autoren aufgenommen und weiterentwickelt (z. B. Lerdahl & Jackendoff, 1983). Man kann sich die Analogie zwischen Sprache und Musik vereinfacht so vorstellen, dass in einem von Chomsky inspirierten Ansatz rekursive Regeln aufgestellt werden, die für die Analyse von Musik oder deren Erzeugung genutzt werden können. Eine klassische Anwendungsdomäne innerhalb der Musik für solche Grammatiken ist die Analyse und Erzeugung von Harmoniestrukturen.

Abbildung 10 zeigt dies am Beispiel von Chopins As-Dur Walzer Op. 69 Nr. 1 (Anfang). Eine Menge rekursiver Regeln kann genutzt werden, um den Anfang des Walzers als eine absteigende Quint-Fall Struktur zu analysieren. Hierbei folgt Rohrmeier (2007) einem hierarchischen Aufbau der Grammatik in Strukturebene und Oberflächenebene, ähnlich wie bei Chomskys X-Bar Schema für die Syntax natürlicher Sprachen (Haegeman, 1994). Regeln wie die Folgenden werden von Rohrmeier für die Analyse von Musikstücken genutzt:

$I \rightarrow IIV I$

(eine Tonika-Region wird erweitert durch eine eingeschobene Subdominate)

$x \rightarrow V(x) x$

(Quint-Fall Kadenz, z. B. Doppeldominant-Dominant Struktur)

Neben diesen Regeln gibt es auch Strukturregeln wie die folgenden:

$tp \rightarrow \begin{cases} VI & \text{falls Durtonart vorliegt} \\ \{VI,III\} & \text{falls Molltonart vorliegt} \end{cases}$

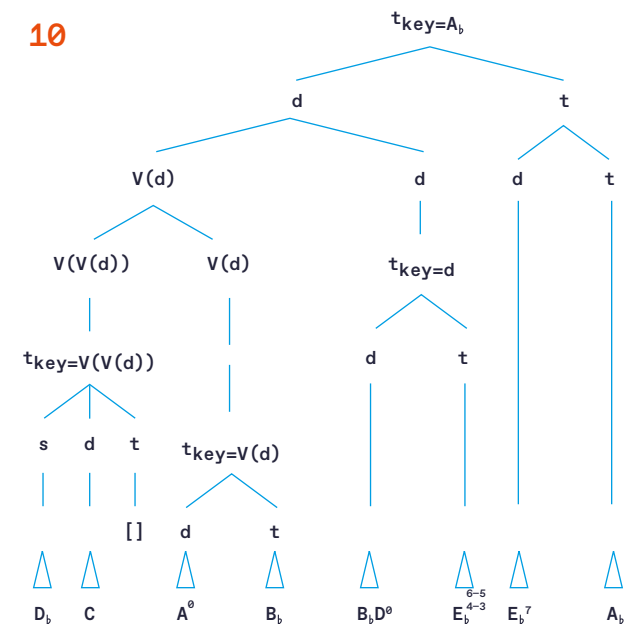
09



Der Anfang von Chopins As-Dur Walzer Op. 69, Nr. 1 (Rohrmeier, 2007)

Eine solche Regel ermöglicht eine Instanzierung einer Tonika-Parallelen durch eben eine Tonika-Parallele oder einen Tonika-Gegenklang. Natürlich ist der Regelapparat in Rohrmeier (2007) relativ komplex und kann hier nicht im Detail wiedergegeben werden. Die Idee ist aber, dass Wissen um harmonische Gesetzmäßigkeiten genutzt wird, um Strukturen zu identifizieren, die für die Analyse oder die Erzeugung von Akkordfolgen angewendet werden können. Der vorgeschlagene Ansatz, Harmoniestrukturen durch ein Grammatiksystem zu analysieren bzw. ein Grammatikmodell zu nutzen, um Harmoniestrukturen zu erzeugen (Chomsky-inspirierte Grammatiken sind produktiv) wurde von mehreren Wissenschaftlern weiterentwickelt und in verschiedenen Versionen vorgeschlagen. Im modernen Gebrauch sind solche Ansätze oft auch probabilistisch formuliert, so dass die Anwendung der Regeln einer gewissen Wahrscheinlichkeitsverteilung unterliegen, die oft durch ein Korpus von Musikstücken eines Genres oder eines Stils gelernt wurden. Hierdurch kann ein solches System gewisse Freiheitsgrade realisieren und damit auch innovativere Harmonisierungsstrukturen realisieren als ein streng deterministisches System.

10



Deren syntaktische Analyse (Rohrmeier, 2007)

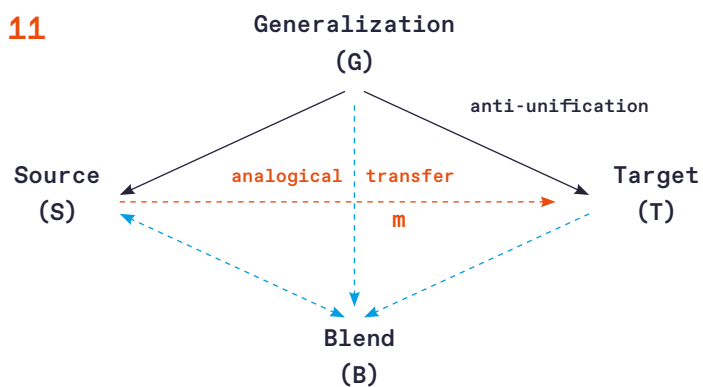
# Conceptual Blending

»Für einen naiven Betrachter erscheint dieser Prozess als kreativ, d.h. wir hätten so etwas wie Kreativität simuliert.«

Conceptual Blending geht auf Arbeiten von Fauconnier und Turner zurück (Fauconnier & Turner 2002). Hierbei handelt es sich um einen Ansatz, der als Input zwei konzeptuelle Räume nutzt, um einerseits eine Generalisierung G (einen sogenannten generischen Raum) zu erzeugen, in welchem die strukturellen Gemeinsamkeiten des Inputs explizit kodiert sind und andererseits in einem „Blend Space“ B eine Verschmelzung der beiden Input-Räume berechnet wird. Eine formale Theorie zu Conceptual Blending findet sich in Eppe et al. (2018). In Abbildung 11 findet sich eine graphische Darstellung dieses Ansatzes.

Ein Beispiel soll die Anwendbarkeit von Conceptual Blending auf Strukturen der Musik verdeutlichen: Man nehme an, der Input für den Blending Prozess ist einerseits eine authentische Kadenz, die schon im Barock sehr beliebt war und stark genutzt wurde, und andererseits eine phrygische Kadenz, die historisch eher in der Kirchenmusik der Vorbarock-Zeit zu finden ist. Wenn es nun gelänge, einen Prozess zu spezifizieren, der aus diesen beiden Input-Kadenz neue Kadenz erzeugt, die erst Jahrhunderte später entwickelt wurden (z. B. eine Tritonus-Substitution der Jazz-Musik), dann wäre dies ein Beispiel für ein System, das mit einer historischen Wissensbasis neue Kadenz erzeugen kann. Für einen naiven Betrachter erscheint dies als kreativ, d.h. wir hätten so etwas wie Kreativität simuliert.

11



Die Abbildung zeigt die klassische Route von „Conceptual Blending“: zwei Input-Theorien („Source“ und „Target“) werden im konzeptuellen Raum G generalisiert und im Blend Space B verschmolzen. (Abdel-Fattah, 2012)

12



Die rechte Abbildung zeigt eine klassische authentische Kadenz, eine phrygische Kadenz sowie in der Jazz-Musik entwickelte Tritonus-Substitution, und eine Backdoor-Progression. (Eppe et al., 2015)

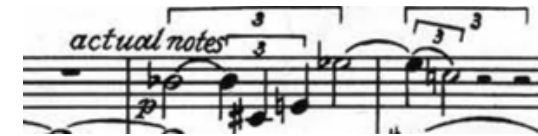
Wie funktioniert nun ein solcher Prozess? Vereinfacht kann dies wie folgt beschrieben werden, wenn wir zunächst die Tritonus-Substitution betrachten (vgl. Abbildung 12): Von den beiden Input-Kadenz werden gewisse Eigenschaften der präfinalen Akkorde in den Blend Space vererbt, beispielsweise das Des im Bass oder das F aus der phrygischen Kadenz bzw. die Eigenschaft, ein Dur-Septakkord zu sein oder das H aus der authentischen Kadenz. Der daraus resultierende neue präfinale Akkord im Blend Space ist dann ein Des-Dur Septakkord, der sich in die Tonika C-Dur (finaler Akkord) auflöst. Die Substitution eines Dominant-Septakkords (in C-Dur wäre dies der G-Dur Septakkord) mit dem Dur-Septakkord, der sechs Halbtöne (Tritonus) über dem Dominant-Septakkord gebildet wird, heißt in der Jazz Musik Tritonus-Substitution. Analog hierzu können aber auch andere präfinale Akkorde gebildet werden, wie beispielsweise der B-Dur Septakkord (Backdoor-Progression in der Jazz-Musik). Die formalen Details dieses Ansatzes sind zwar relativ komplex (vgl. Eppe et al., 2018 für eine ausführliche Diskussion dieses Ansatzes), allerdings ermöglicht es diese Konstruktion, aus historischen Harmoniestrukturen neue zu bilden, die nicht im Input oder vom Programmierer vordefiniert sind. Insofern scheint ein solches System ein kreatives Potenzial zu haben.

13



Die Abbildung zeigt die fünf Töne der Trompete in Charles Ives „Unanswered Question“.

14



Die Abbildung zeigt die Basslinie von Michael Jacksons „Bad“, transponiert von ursprünglich a-Moll in b-Moll. Das Tonmaterial der ersten vier Töne ist dasselbe bis auf die Reihenfolge des E und des Es. Zusätzlich liegen natürlich verschiedene rhythmische Strukturen vor.

## Re-Kombination

Eine klassische Idee im Kreativitätskontext ist die Reduktion von kreativen Aspekten auf die Re-Kombination bestehenden Materials (vgl. z. B. Boden, 1994). Im Kontext der automatischen Erzeugung von Musik war es vor allem David Cope, der dieses Prinzip umfassend nutzte, um Computersysteme zu programmieren, die teilweise erstaunlich gut den Stil historischer Komponisten simulieren konnten (vgl. z. B. Cope, 2001). Die Vorgehensweise ist hierbei vereinfacht und sehr allgemein formuliert, die Folgende: gegeben sei ein Korpus musikalischen Materials eines bestimmten Stils (z. B. Choräle von Johann Sebastian Bach oder Klaviersonaten von Ludwig van Beethoven).

Zunächst wird dieses Material dekonstruiert in Motive, rhythmische Strukturen, Phrasen, Themen etc.; danach wird eine Merkmalsstruktur identifiziert, die die Gemeinsamkeiten eines bestimmten Musikstils spezifiziert. Die neue Re-Kombination der Teile verbindet dann schließlich die dekonstruierten Teile auf intelligente Art und Weise zu einem neuen Ganzen.

Die Funktionsweise dieses Ansatzes kann man relativ einfach durch folgendes Beispiel plausibilisieren: Aus dem Tonmaterial der Tonfolge, die die Trompete in Charles Ives „Unanswered Question“ (Abbildung 13) spielt, kann durch Re-Organisation des Tonmaterials die Basslinie von Michael Jacksons „Bad“ erzeugt werden. Die Tonfolge B – Cis/Des – E – Es – C wird zur Tonfolge B – Des/Cis – Es – E – F. Einzig E und Es werden in der Reihenfolge vertauscht, die Intervalle werden alle innerhalb einer Oktave reorganisiert und der fünfte Ton C in Ives „Unanswered Question“ wird durch den Ton F in Michael Jacksons „Bad“ ersetzt. Das natürlich auch rhythmisch modifizierte Resultat ist dann die Tonfolge in Abbildung 14, nämlich die Basslinie von „Bad“, die man als konstitutiv für das gesamte Musikstück Jacksons ansehen kann.

David Cope hat in seinem umfangreichen Werk gezeigt, dass mit Re-Kombinationen in der Musik sehr viel erreicht werden kann. Zwar sind diese Kompositionen eher Simulationen existierender Stile als kreative Neuschöpfungen, allerdings erlauben sie, automatisch Kompositionen zu erzeugen, die eine bemerkenswerte stilistische Ähnlichkeit zu existierenden Musikstilen haben.

## Deep Learning

In den letzten Jahren haben Ansätze des Deep Learning innerhalb der KI einen hohen Grad an Popularität erlangt. Insbesondere im Bereich der Computer Vision, der Detektion von Objekten in Bildern und dem „Scene Understanding“ wurden mit dieser Technik deutlich bessere Resultate erzielt im Vergleich zu klassischen Computer Vision Methoden (Schmidhuber, 2015). Im Laufe der Jahre wurde Deep Learning aber auch auf viele andere Bereiche angewendet, am bekanntesten davon ist vermutlich AlphaGo von DeepMind, das einen der weltbesten menschlichen Go-Spieler besiegte (Silver et al., 2016).

Deep Learning basiert auf dem Lernen mittels neuronaler Netze und umfasst mittlerweile eine Vielzahl verschiedener Ansätze und Methoden. In der Standardinterpretation handelt es sich meist um relativ komplexe Netzwerke mit einer relativ großen Anzahl von Schichten, die dazu dienen, verschiedene Abstraktionsebenen des Inputs zu repräsentieren.

Beispielsweise kann man sich dies im Falle der Erkennung von Gesichtern als Bilder so vorstellen, dass auf einer der ersten Schichten Kanten in diesen Bildern detektiert werden, auf einer mittleren Schicht, Teile eines Gesichts, wie z. B. die Nase oder der Mund, und auf der letzten Schicht eine holistische Interpretation des Inputs, nämlich das Gesicht von jemandem erkannt wird. Deep Learning Ansätze erfordern im Allgemeinen eine große Anzahl von Trainingsbeispielen und das Abstimmen und Adaptieren der Parameter ist gewöhnlich eine sehr schwierige und hochspezialisierte Aufgabe. Zudem erfordern Deep Learning Ansätze

meist einen erheblichen Rechenaufwand und werden für komplexe Anwendungen in High Performance Computing Clustern durchgeführt. →

**»Deep Learning Ansätze erfordern im Allgemeinen eine große Anzahl von Trainingsbeispielen und das Abstimmen und Adaptieren der Parameter ist gewöhnlich eine sehr schwierige und hochspezialisierte Aufgabe.«**

Eine naheliegende Idee ist, die Methode des tiefen Lernens auch auf die Musikdomäne anzuwenden. Dies wurde in den letzten Jahren von einer Reihe von Wissenschaftlern versucht. Hierbei ist festzustellen, dass die Resultate durchaus durchwachsen sind und sich zumindest nicht ohne Schwierigkeiten konkurrenzfähige Systeme etabliert haben. Ein Beispiel für ein Deep Learning System, das relativ überzeugend vierstimmige Choräle im Stile Bachs erzeugen kann, wurde von Hadjeres, Pachet & Nielsen (2016) vorgestellt. In diesem Ansatz wurde auf den Midi-Daten der realen Bach-Choräle trainiert. Ein alternatives System, das auch hinsichtlich der technischen Umsetzung relativ gut beschrieben ist und auf einer hierarchischen Form eines sogenannten Autoencoders basiert, ist in Roberts et al. (2018) beschrieben. Hierbei versucht das System, latente Features des Inputs in komprimierter Form zu lernen, um diese kompakte Repräsentation für die Erzeugung neuer Outputs zu nutzen. Wegen der verschiedenen Zeitskalen der Abhängigkeiten in Musikstücken muss diese Repräsentation in hierarchischer Form vom System gelernt werden. Die Ergebnisse dieses Ansatzes sind zwar nicht überzeugend, um komplexe Musikstücke zu erzeugen, aber insbesondere für Anwendungen in der Perkussion, dem Verschmelzen verschiedener Rhythmikstrukturen, dem weichen Übergang eines Rhythmus in einen anderen und ähnliche Anwendungen, zeigt der hierarchische Autoencoder sehr gute Ergebnisse. Wegen der grundsätzlich gegebenen Anwendbarkeit der Deep Learning Ansätze in der Musik kann davon ausgegangen werden, dass es in Zukunft vermutlich noch einige Verbesserungen in der automatischen Erzeugung von Musik durch KI-Systeme, die auf Deep Learning Ideen basieren, geben wird. Ob sie sich in ihrer Breite durchsetzen werden, bleibt allerdings zum jetzigen Zeitpunkt eine offene Frage.

# Ausblick

KI-Systeme und maschinelles Lernen sind in unserer gegenwärtigen Lebenswelt allgegenwärtig. Sie erleichtern unseren Alltag, unterstützen uns und nehmen uns mittlerweile viele Dinge ab. In der Musik gibt es seit vielen Jahren Bestrebungen, künstliche Systeme zu implementieren, die auf kreative Art Musik erzeugen. Es wurden Beispiele solcher Systeme skizziert, die auf Grammatiken basieren, auf Conceptual Blending, auf der Re-Kombination existierenden Materials und auf Deep-Learning-Ansätzen. Allen diesen Ansätzen ist eigen, dass sie mit hoher Wahrscheinlichkeit in den nächsten Jahren professionelle Musiker nicht obsolet werden lassen. Das Alleinstellungsmerkmal der Kreativität bleibt mit großer Wahrscheinlichkeit noch einige Zeit exklusiv dem Menschen vorbehalten, da die künstlichen Systeme gegenwärtig noch nicht in hinreichendem Maße Artefakte erzeugen können, die sich offensichtlich auf einem menschlichen Niveau befinden. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass KI-Systeme für die Musikdomäne mehr und mehr in unser Leben Einzug halten werden, sei es in Form von situationsadäquater Musik in Computerspielen, sei es in der Erzeugung von Gebrauchsmusik, sei es in experimentellen Kontexten, in denen künstlich komponierte Stücke in großen Musiksälen uraufgeführt werden. Die Entwicklungen in diesem Bereich sind sehr dynamisch und schwer vorhersagbar. Es scheint aber relativ sicher zu sein, dass KI-Systeme zumindest als Unterstützung von Musikern in Zukunft eine größere Rolle spielen werden als dies gegenwärtig der Fall ist. Man könnte sich auch vorstellen, dass in Zukunft eine bessere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine antizipiert werden kann, die darin besteht, dass es eine neue Arbeitsteilung von Mensch und Maschine geben wird, um Musik zu produzieren.

## Literaturverzeichnis

**Abdel-Fattah, Besold, Kühnberger**, Creativity, Cognitive Mechanisms, and Logic. In Bach, J., Goertzel, B. & Iklé, M. (eds.), Proc. of the 5th Conference on Artificial General Intelligence, Oxford, Lecture Notes in Computer Science 7716, Springer, 2012.

**Bernstein**, The Unanswered Question. Six Talks at Harvard. Harvard University Press, 1981.

**Boden**, The Creative Mind: Myths and Mechanisms, Weidenfeld/Abacus & Basic Books, 1990.

**Colton, Wiggins**, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications 242:21-26; DOI: 10.3233/978-1-61499-098-7-21, 2012.

**Cope** Virtual Music: Computer Synthesis of Musical Style. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001.

**Eppe, Confalonieri, Maclean, Kaliakatos-Papakostas, Cambouropoulos, Schorlemmer, Codescu, Kühnberger**, Computational Invention of Cadences and Chord Progressions by Conceptual Chord-Blending. IJCAI 2015: 2445-2451.

**Eppe, MacLean, Confalonieri, Kutz, Schorlemmer, Plaza, Kühnberger**, A Computational Framework for Concept Blending; Artificial Intelligence 256:105-129, 2018.

**Fauconnier, Turner**, The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities. New York: Basic Books, 2002.

**Hadjeres, Pachet, Nielsen**, DeepBach: a Steerable Model for Bach Chorales Generation; arXiv: 1612.01010v2, 2016.

**Haegeman**, Introduction to Government and Binding Theory, 2. Auflage. Blackwell, London 1994.

**Lerdahl, Jackendoff**, A Generative Theory of Tonal Music, Cambridge, Mass. MIT Press, 1983.

**Plotkin, Meltzer, B.; Michie, D.**, eds. "A Note on Inductive Generalization". Machine Intelligence 5:153-163, 1970.

**Roberts, Engel/Raffel, Hawthorne, Eck**, A Hierarchical Latent Vector Model for Learning Long-Term Structure in Music; arXiv: 1803.05428v4, 1970.

**Rohrmeier**, Proceedings SMC'07, 4th Sound and Music Computing Conference, 2018.

**Russell, Norvig**, Artificial Intelligence. A Modern Approach. Pearson, 2010.

**Schmidhuber**, Deep learning in neural networks: An overview; Neural Networks 61:85-117, 2015.

**Silver, Huang**, Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. Nature 529:484-489, 2016.





© Foto: kasse | Barsinghausen

→ Prof. Dr. Fabian Schmieder

# Künstliche Schöpfer – Zum urheberrechtlichen Schutz von durch oder mithilfe Künstlicher Intelligenz geschaffener Kunstwerke

## Einleitung

Eigentümer ist, wer das rechtliche Herrschaftsverhältnis über eine Sache ausübt. Nur der Eigentümer kann mit der Sache nach Belieben verfahren (§ 903 Satz 1 BGB), so lange er jedenfalls dadurch nicht gegen das Gesetz oder Rechte Dritter verstößt.

Eigentum ist ein eingängiges Konzept, welches sogar für kleine Kinder intuitiv verstehbar ist, weil es die Zuordnung von Gegenständen (Sachen) zu Menschen in seinem Kern trägt und daraus ein ausschließliches Bestimmungsrecht ableitet. Verstärkt wird dies durch die Eigentumsvermutung aus § 1006 Abs. 1 BGB, nach der ein Dritter zunächst davon ausgehen darf, dass der Besitzer einer Sache auch dessen Eigentümer ist und eben über diese Sache bestimmen darf. Das gilt im Kleinen für Förmchen und Bagger im Sandkasten genauso wie im Großen für Autos, Häuser und ganze Fabrikanlagen.

Eigentümer können stets nur Menschen sein. Ein Tier ist zwar keine Sache (§ 90a Satz 1 BGB), gleichwohl finden die Vorschriften über Sachen in Ermangelung spezieller Vorschriften auf Tiere entsprechende Anwendung, so dass die Milch einer Kuh eben nicht im Eigentum der Kuh, sondern als tierisches Erzeugnis (§ 99 Abs. 1 BGB) dem Eigentümer der Kuh zusteht. Das Eigentumsrecht an der Milch wird danach von der Muttersache abgeleitet, mit der es einmal verbunden war.

Verlässt man den Bereich der Alltagsgegenstände und wendet den Blick auf Kulturgüter wie Gemälde, Fotografien oder gar Musik, stößt das Konzept vom Sacheigentum schnell an seine Grenzen. Zwar ist das Sacheigentum auch für Kunstwerke bedeutsam, ist aber naturgemäß auf vergegenständlichte Kunst beschränkt. Ein Gemälde steht – jedenfalls wenn es nicht herrenlos geworden ist – im Eigentum eines Menschen: Zunächst gehört es dem Künstler, welcher es dann verkaufen oder verschenken (und übereignen) kann, damit nun ein anderer bestimmen darf, wo das Gemälde hängt und wer dazu Zugang erlangt. Wem aber „gehört“ ein Musikstück? Das Sacheigentum kann in Ermangelung einer Sachqualität des Musikstücks bei der Beantwortung dieser Frage nicht weiterhelfen. Und auch beim Gemälde ist das Bestimmungsrecht des Eigentümers nur von begrenzter Hilfe, wenn von einem Gemälde eine Fotografie und damit eine Vervielfältigung angefertigt wird. Dadurch entstünde eine Art abgeleitetes Werk, welches jedenfalls gedanklich mit dem Ursprungswerk verbunden bliebe, da es selben Inhalts wäre. Und auch wenn dieses abgeleitete Werk nicht „das Original“ wäre, so stellt sich doch wenigstens die Frage, wer diese Ableitungshandlung überhaupt vornehmen dürfte und wem die ggf. durch einen Verkauf des Vervielfältigungsstücks (oder Rechts) erlöste Erträge zustünden. Eine Antwort dazu liefert das Urheberrecht, welches – losgelöst vom Sacheigentum (siehe etwa § 44 Abs. →

1 UrhG) – die Rechte an persönliche geistigen Schöpfungen (§ 2 Abs. 2 UrhG) regelt. Die urheberrechtliche Schöpfung ist das Ergebnis eines unmittelbaren und zielgerichteten geistigen Schaffens- bzw. Gestaltungsprozesses, welcher nur von Menschen vollzogen werden kann<sup>1</sup>. Das Urheberrecht ordnet die Verwertungsrechte (§§ 15 ff. UrhG) ausschließlich dem Schöpfer des Werkes (Urheber) unabhängig vom Sacheigentum (z. B. Leinwand, Farben, Notenpapier) zu. Danach ist jede in den Verwertungsrechten festgelegte Handlung (z. B. Vervielfältigen, Verbreiten, öffentliche Wiedergabe – etwa durch das Zurverfügungstellen zum Abruf im Internet) ausschließlich dem Urheber vorbehalten und bedarf dessen Erlaubnis (Lizenz, § 31 UrhG), wenn nicht ausnahmsweise der Gesetzgeber etwas anderes bestimmt hat (sog. Schrankenbestimmungen, §§ 44a – 63a UrhG). Der Urheber erlangt auf diese Weise umfassende rechtliche Möglichkeiten der Kontrolle seines Werks und kann durch die Einräumungen von Nutzungsrechten (z. B. Vervielfältigungsrechte) an Dritte – abseits des einmaligen Verkaufs und anschließender Übereignung des gegenständlichen Originals – sein Werk umfassend monetarisieren.

## Schutz von Schöpfungen Künstlicher Intelligenz de lege lata

Wenn nun nicht mehr Menschen Kunstwerke schaffen oder sich aber die Menschen bei der Schaffung von Kunstwerken in erheblicher Weise durch Computerprogramme unterstützen lassen, stellt sich die Frage, wer der Urheber dieser Werke und damit auch derjenige ist, der die Früchte aus diesen Werken durch die Einräumung von Nutzungsrechten ziehen darf. Die Frage hat durch aktuelle Kunstprojekte<sup>2</sup>, die mittels Künstlicher Intelligenz (KI)<sup>3</sup> geschaffen wurden, stark an Aktualität gewonnen, neu ist sie indes nicht. Schon Mitte der 60er Jahre haben sich u.a. Fromm und Fabiani der urheberrechtlichen Frage gewidmet, ob „Apparate“ schöpfen können<sup>4</sup>.

Jedenfalls in Kontinentaleuropa ist das Urheberrecht vom Schöpferprinzip bestimmt. Schöpfer eines Werkes ist derjenige, der aus einer urheberrechtlich nicht schutzfähigen Idee durch eine geistige Leistung ein Werk gewisser Originalität erschafft, damit im Sinne des Urheberrechts schöpft und durch diesen Realakt zum Urheber (§ 7 UrhG) mit all den einhergehenden Rechten wird. Ob KI diese geistige Leistung in Zukunft wird erbringen können, soll an dieser Stelle offenbleiben. Das maschinelle Lernen jedenfalls lässt den Verfasser eine solche, der menschlichen ebenbürtige Geistesleistung für möglich halten, auch wenn die aktuelle, von menschlicher Geistesleistung geschaffene algorithmenbasierte KI dieses Niveau noch nicht erreicht haben dürfte<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Ahlberg in: Ahlberg/Götting, BeckOK Urheberrecht, § 2 Rn. 54.

<sup>2</sup> Etwa das von KI geschaffene Werk „Next Rembrandt“ (www.nextrembrandt.com)

<sup>3</sup> Dazu ausführlich Herberger, NJW 2018, 2825 f.

<sup>4</sup> Fromm, GRUR 1964, 304; Fabiani, GRUR Ausl 1965, 422.

<sup>5</sup> So auch Herberger, NJW 2018, 2825, 2827.

## Rechtsfähigkeit von Maschinen und KI

Eine Zuordnung des Urheberrechts an eine Maschine scheitert im Falle der ausschließlichen Erstellung durch eine Maschine allerdings bereits an deren fehlender Rechtsfähigkeit<sup>6</sup>. Die vom EU-Parlament in Betracht gezogene „elektronische Person“<sup>7</sup> ist (zu Recht) alles andere als „beschlossene Sache“ und wohl ohnehin eher für haftungsrechtliche Fragen gedacht, so dass sich an diesem Fakt auch für die Zukunft nichts ändern dürfte. Zumal sich Vorteile einer Zuordnung von Urheberrechten an eine „elektronische Person“ für die Rechtsordnung auch nicht wirklich aufdrängen, sondern vielmehr Folgeprobleme von erheblichem Ausmaß nach sich zögen: etwa die Frage, wie Lizenzverträge geschlossen werden sollen und was mit der finanziellen Gegenleistung geschehen sollte, so es eine gäbe.

## KI und Trainingsdaten als Gegenstand von Schutzrechten

KI liegt stets die Programmierung eines Computers und damit ein Computerprogramm zu Grunde. Computerprogramme sind gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 1 UrhG ausdrücklich als Sprachwerke urheberrechtlich geschützt und dürften stets die Anforderungen an eine persönliche, geistige Schöpfung (§ 2 Abs. 2 UrhG, sog. Schöpfungshöhe) erreichen. Das Urheberrecht an der Implementierung eines KI-Algorithmus in ein Computerprogramm liegt beim Programmierer, hat aber natürlich keine Auswirkung auf die von diesem Computerprogramm geschaffenen Kunstwerke, da dem Urheberrecht der derivative Schutz fremd ist. Anders also als bei den oben erwähnten Erzeugnissen (Kuh/Milch), ordnet das Urheberrecht das Erzeugnis eines Computerprogramms nicht dem Urheber des Computerprogramms zu.

Der mit dem Computerprogramm implementierte Algorithmus kann – wenn er jedenfalls über eine mathematische Methode hinausgeht (Art. 52 EPÜ, § 1 Abs. 3 PatG) und die übrigen Voraussetzungen vorliegen – als computerimplementierte Erfindung Patentschutz erlangen<sup>8</sup>.

Die neben dem Algorithmus in aller Regel erforderlichen Trainingsdaten<sup>9</sup> können dem Datenbankschutzrecht sui generis (§ 87a UrhG) unterliegen, wenn jedenfalls für ihre Herstellung eine erhebliche Investition erforderlich war<sup>10</sup>. Wobei an die Höhe der Investition keine erheblichen Anforderungen gestellt werden. Insbesondere sind nicht notwendigerweise finanzielle Mittel aufzuwenden, da der Investitionsbegriff weit zu verstehen ist<sup>11</sup>, so dass auch die Aufwendung von menschlichen oder technischen Ressourcen oder Mitteln ausreichend ist<sup>12</sup>.

<sup>6</sup> So auch Borges, NJW 2018, 977.

<sup>7</sup> Draft Report 2015/2103(INL) with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics, S. 11, abrufbar unter [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/JURI-PR-582443\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/JURI-PR-582443_EN.pdf).

<sup>8</sup> Nägerl/Neuburger/Steinbach, GRUR 2019, 336, 339; Hetmank/Lauber-Rönsberg, GRUR 2018, 574, 576.

<sup>9</sup> Für „Next Rembrandt“ wurden ca. 150 GigaByte Trainingsdaten bestehend aus 346 hochauflösten Scans des Œuvres von Rembrandt verwendet,

<sup>10</sup> Hetmank/Lauber-Rönsberg, GRUR 2018, 574, 578.

<sup>11</sup> BGH GRUR 2011, 724 Rn. 18.

<sup>12</sup> Siehe dazu ausführlich Vogel in: Schrickler/Loewenheim, § 87a, Rn. 40.

## Autonome Schöpfungen von KI

Blickt man auf das Kunstwerk an sich, ist für die rechtliche Beurteilung beim Einsatz von KI zu differenzieren: Ist das urheberrechtlich zu beurteilende Kunstwerk vollständig autonom durch eine KI geschaffen worden, so gibt es in Ermangelung einer schöpferischen Eigenleistung eines Menschen (§ 2 Abs. 2 UrhG) keinen Raum für ein urheberrechtliches Schutzrecht<sup>13</sup>. Anders als das Patentrecht kennt das Urheberrecht auch keinen abgeleiteten Schutz, der es ermöglichen würde, das von der KI geschaffene Kunstwerk dem Schutzrechtsinhaber an der KI zuzuordnen. Für solche, vollständig autonom geschaffenen Kunstwerke bleibt es beim eingangs dargestellten Schutz über das Sacheigentum. Das Eigentumsrecht greift sinnvoll freilich überhaupt nur für gegenständliche Werke und bietet dann auch nur einen sehr eingeschränkten Schutz über die Bestimmung des Ausstellungsortes und damit die Bestimmung über den Zugang zum Kunstwerk<sup>14</sup>. In Ermangelung eines (urheberrechtlichen) Ausschließlichkeitsrechts<sup>15</sup> zugunsten einer Person besteht jedenfalls kein Raum für die Einräumung von Nutzungsrechten oder die Ausübung von Verbotsrechten. Die Anfertigung von Vervielfältigungsstücken wie Fotografien von einem Kunstwerk stellt jedenfalls keine Eigentumsbeeinträchtigung im Sinne des § 1004 Abs. 1 BGB dar, da durch die Vervielfältigungshandlung die Sachsubstanz des gegenständlichen Originals nicht beeinträchtigt wird<sup>16</sup>. Es ist in diesem Zusammenhang auch unerheblich, ob mit den Vervielfältigungen ein kommerzieller Zweck verfolgt wird<sup>17</sup>. Solche Kunstwerke dürften ohne weiteres von Dritten vervielfältigt, verbreitet und öffentlich wiedergegeben werden, insbesondere über das Internet zugänglich gemacht werden. Sie sind gemeinfrei.

<sup>13</sup> So auch Hetmank/Lauber-Rönsberg: GRUR 2018, 574, 577 aE.; Borges, NJW 2018, 977, 978; Schulze in: Dreier/Schulze, UrhG, § 7 Rn. 2.

<sup>14</sup> Dazu weiterführend Bullinger in: Wandtke/Bullinger, UrhG, § 2 Rn. 164.

<sup>15</sup> Ein solches lässt sich auch nicht aus dem Sacheigentum am Kunstwerk ableiten, wohl aber aus dem Grundeigentum selbst und dem Fruchtziehungsrecht des Grundeigentümers: BGH GRUR 2011, 323, 324 Rn. 15.

<sup>16</sup> Bullinger in: Wandtke/Bullinger, UrhG, § 2 Rn. 164.

<sup>17</sup> BGH JZ 1998, 1120, 1121.22

## Schöpfen mit KI

Setzt der Künstler hingegen in seinem Schaffensprozess KI als Werkzeug ein, kommt er selbst noch als Träger von Rechten in Betracht, da es jedenfalls möglich ist, dass er noch eine eigenschöpferische Leistung erbringt<sup>18</sup>. Voraussetzung für das Entstehen urheberrechtlichen Schutzes zu Gunsten des Künstlers ist mit Blick auf § 2 Abs. 2 UrhG nämlich stets eine persönliche geistige Schöpfung desselben. Die Schöpfung muss dabei das Ergebnis eines unmittelbaren und zielgerichteten geistigen Schaffens- bzw. Gestaltungsprozesses des Künstlers sein<sup>19</sup>. An einer solchen Unmittelbarkeit fehlt es jedenfalls, wenn das Ergebnis ausschließlich von einem Zufallsgenerator erstellt wurde<sup>20</sup>. Hat der Künstler hingegen die KI durch zielgerichtetes Einstellen von Parametern als Hilfsmittel für die Gestaltung seines Werkes genutzt und sind diese Einstellungen prägend für das Werk, liegt eine Schöpfung im Sinne des § 2 Abs. 2 UrhG und damit ein urheberrechtlich geschütztes Werk vor<sup>21</sup>. Letzteres dürfte vor allem für den Einsatz von KI-basierten Effekten (z. B. das gesichtsbasierte Verflüssigen von Adobe Photoshop) oder aber auch für die Auswahl der Medien und die Einstellung der Parameter im Rahmen von Neuronal-Style-Transfers<sup>22</sup> der Fall sein. Dies wird freilich in jedem Einzelfall zu beurteilen sein, wobei es durchaus Stimmen in der Literatur gibt, welche eine bloße Selektionsentscheidung (etwa von Ausgangsmaterial für die Bearbeitung durch eine KI) nicht für die Gewährung des urheberrechtlichen Schutzes als ausreichend erachten<sup>23</sup>. Mit Blick auf die – insbesondere bei bildender Kunst – geringen Anforderungen an die Schöpfungshöhe, spricht jedoch viel dafür, dass dies in der Regel ausreichen dürfte und nur bei trivialen Selektionsentscheidungen die nötige Schöpfungshöhe nicht erreicht wird.

<sup>18</sup> So für den Einsatz von „Kompositionsautomaten und Apparaten klanglicher oder kinetischer Effekte“ etwa Ahlberg in: Ahlberg/Götting, BeckOK Urheberrecht, § 2 Rn. 55.

<sup>19</sup> Ahlberg in: Ahlberg/Götting, BeckOK Urheberrecht, § 2 Rn. 54.

<sup>20</sup> Ahlberg in: Ahlberg/Götting, BeckOK Urheberrecht, § 2 Rn. 54.

<sup>21</sup> Bullinger in: Wandtke/Bullinger, UrhG, § 2 Rn. 16; Loewenheim in: Schricker/Loewenheim, UrhG, § 2 Rn. 13

<sup>22</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Neural\\_Style\\_Transfer](https://en.wikipedia.org/wiki/Neural_Style_Transfer), abgerufen am 18. Juli 2019.

<sup>23</sup> Hetmank/Lauber-Rönsberg, GRUR 2018, 574, 577.

# Schutz von Schöpfungen Künstlicher Intelligenz de lege ferenda

Wenn es jedenfalls für vollständig autonom geschaffene Werke keinen urheberrechtlichen Schutz gibt, drängt sich die Frage auf, ob es nicht eines solchen, jedenfalls aber urheberrechtsähnlichen Schutzes bedarf, wer Inhaber eines solchen Schutzrechtes sein soll und unter welche Voraussetzungen es entstehen soll.

Wegen der Bindung des Urheberrechts an die persönliche, geistige Schöpfung eines Menschen scheidet ein solcher originär urheberrechtlicher Schutz a priori aus. Allerdings kennt das Urheberrechtsgesetz mit den Leistungsschutzrechten und dem Datenbankschutzrecht sui generis auch Schutzrechte ohne die Notwendigkeit einer solchen Schöpfungsleistung. Bevor man allerdings

an ein solches Leistungsschutzrecht oder Schutzrecht sui generis denkt, stellt sich die Frage nach dem Schutzbedürfnis. Da schöpferische Leistungen, die sich der KI lediglich als Werkzeug bedienen – wie dargestellt – noch durch das Urheberrecht geschützt werden, bleibt eigentlich nur noch der Investitionsschutz als Argument für ein neues Schutzrecht. Die KI selbst wird – wie dargestellt – bereits durch bestehende Schutzrechte geschützt, so dass für ein neues Schutzrecht nur das Produkt einer KI bliebe. Es mag im Moment schwer vorstellbar, vor allem aber schwer prognostizierbar sein, welche schützenswerte Investitionen für das Produkt einer KI in Zukunft zu tätigen sein wird; auszuschließen

ist eine solche Entwicklung freilich nicht. Es erscheint in diesem Zusammenhang jedenfalls überlegenswert, Produkte, die von einer KI unter Aufwendung einer erheblichen Investition geschaffen wurden, mit einem Schutzrecht sui generis in Analogie zum Schutzrecht des Datenbankherstellers zu versehen. Ein denkbarer praktischer Anwendungsfall könnte etwa das Produkt einer KI sein, welches eine besonders langwierige und rechenintensive Datenverarbeitung erforderte oder nur mittels einer erheblichen Investition in Trainingsdaten herzustellen war. Gerade der letzte Fall dürfte in der Praxis zukünftig Relevanz erlangen. Zwar sind die Trainingsdaten im Falle einer erheblichen Investition als Datenbank geschützt (§ 87a UrhG), die mittels dieser Daten hergestellten Produkte hingegen nicht, was möglicherweise dazu führt, dass Investitionen in die Erstellung hochwertiger Trainingsdaten geringer ausfallen oder ausbleiben, weil es in Ermangelung des Schutzes daraus mittels KI hergestellter Produkte keinen attraktiven Markt für diese Daten gibt. Ein solches Schutzrecht sui generis müsste analog dem Datenbankherstellerrecht demjenigen zugeordnet werden, der die Investition getätigt hat.

<sup>24</sup> Zu patentrechtlichen Überlegungen siehe bei Hetmank/Lauber-Rönsberg, GRUR 2018, 574, 580.

## Fazit

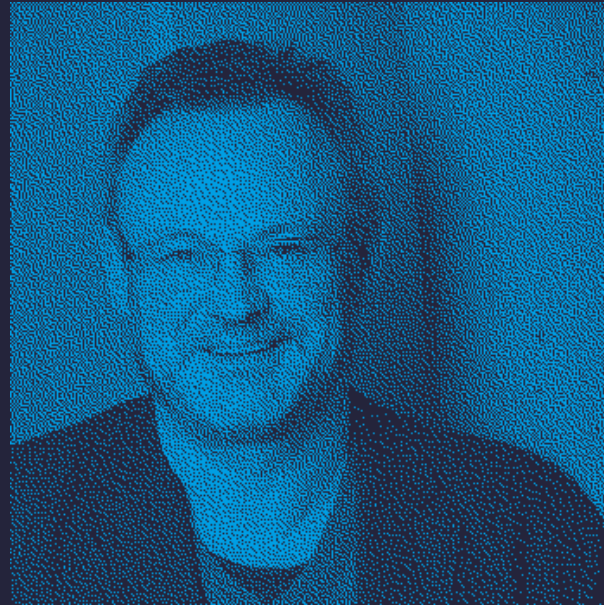
Das bestehende Urheberrechtsregime bietet bereits für weite Teile des Einsatzes von KI hinreichenden Schutz. Insbesondere bestehen beim Einsatz von KI als Werkzeug im Schaffensprozess keine gravierenden Schutzlücken. KI ist selbst als Computerprogramm urheberrechtlich geschützt. Die Trainingsdaten der KI sind – eine entsprechende Investition vorausgesetzt – ihrerseits als Datenbanken geschützt. Produkte, die völlig autonom von einer KI geschaffen wurden, sind allerdings derzeit de lege lata ohne immaterialgüterrechtlichen Schutz. Diesen in Analogie zum Datenbankherstellerrecht zu schaffen scheint daher jedenfalls unter Investitionsschutzgesichtspunkten überlegenswert.

---

## Literaturverzeichnis

- Ahlberg** in: Ahlberg/Götting, BeckOK Urheberrecht, 24. Edition, München, 2018.
- Borges**, Rechtliche Rahmenbedingungen für autonome Systeme, NJW 2018, 977.
- Europäisches Parlament**, Draft Report 2015/2103(INL) with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics, abrufbar unter [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/JURI-PR-582443\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/JURI-PR-582443_EN.pdf).
- Fabiani**, Sind Apparate geistige Schöpfer?, GRUR Ausl 1965, 422.
- Fromm**, Der Apparat als geistiger Schöpfer, GRUR 1964, 304.
- Herberger**, „Künstliche Intelligenz“ und Recht, NJW 2018, 2825
- Hetmank/Lauber-Rönsberg**, Künstliche Intelligenz – Herausforderungen für das Immaterialgüterrecht, GRUR 2018, 574.
- Nägerl/Neuburger/Steinbach**, Künstliche Intelligenz: Paradigmenwechsel im Patentsystem, GRUR 2019, 336, 339.
- Schricker/Loewenheim**, Urheberrecht (zitiert: UrhG), 5. Auflage, 2017.
- Wandtke/Bullinger**, Praxiskommentar zum Urheberrecht (zitiert: UrhG), 5. Auflage, München, 2019.





© Jürgen Handke

→ Prof. Dr. Jürgen Handke

## Humanoide Roboter in der Bildung – Erste Use Cases

Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über Nutzungsmöglichkeiten humanoider Roboter in der Bildung. Dazu werden zunächst zwei grundsätzlich verschiedene Einsatzoptionen definiert, anschließend die Hochschullehre als möglicher Ort für den Robotereinsatz beschrieben und schließlich zwei komplexe Anwendungsszenarien für humanoide Roboter in der Lehre vorgestellt.

# Einsatzoptionen humanoider Roboter in der Bildung

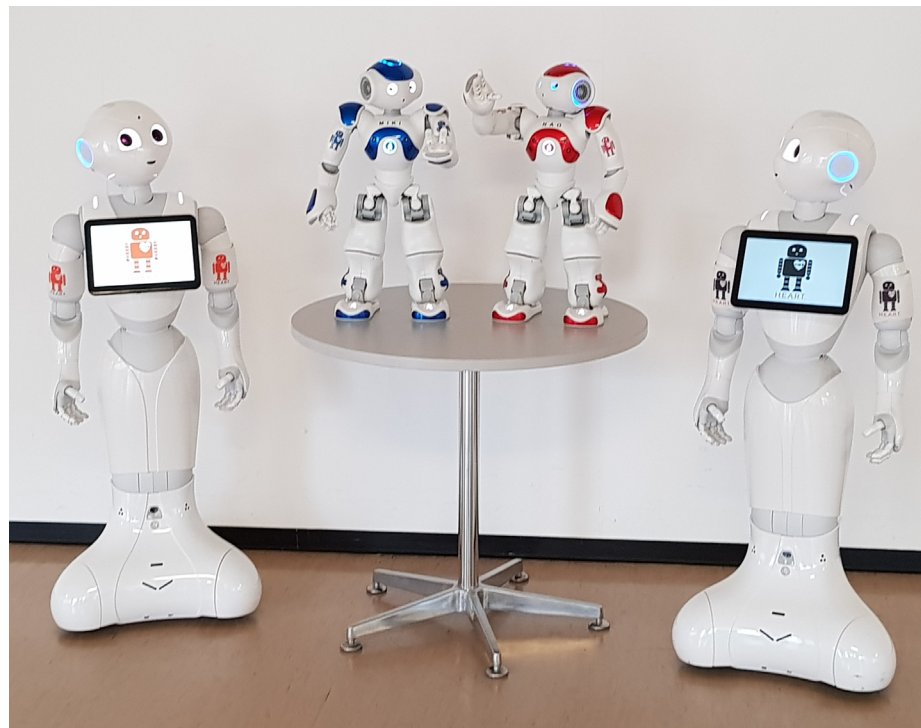
Als Ergebnis der ersten Projektphase des BMBF-Projekts H.E.A.R.T. (<https://www.project-heart.de>) lassen sich zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten der Nutzung humanoider Roboter in der Bildung unterscheiden:

- Die Nutzung als Werkzeug
- Der Einsatz als Partner

Grundlage für diese Einschätzung bzw. für das Ergebnis der Untersuchung sind die derzeit verbreitetsten und auch finanziell erschwinglichsten Roboter-typen Nao und Pepper der Firma SoftBank Robotics (Abbildung 15).

Während Pepper mit einer Körpergröße von 1,20 m eine für den Menschen als Partner durchaus akzeptable Größe hat, aber in jedem Fall dem Menschen unterlegen ist, sind Nao Roboter mit ihren 60 cm Körpergröße schlicht zu klein, um als respektable Partner zu fungieren. Auf der anderen Seite sind die Pepper-Roboter, die zu einem Preis von ca. 20.000 € zu haben sind, für eine reine Werkzeugfunktion zu teuer. Daher ist eine klare Zuordnung von Nao-Robotern als Werkzeug und Pepper-Robotern als Partner geboten.

15



Die humanoide Roboter  
des Projekts H.E.A.R.T.

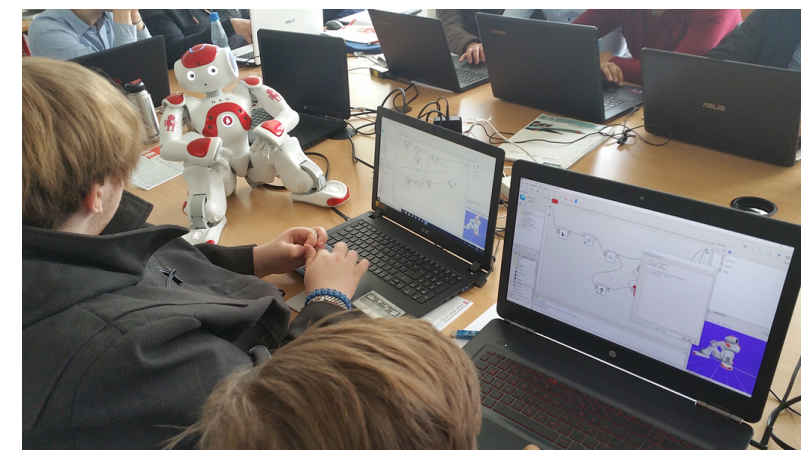
## Roboter als Werkzeug

Durch die Nutzung humanoider Roboter als Werkzeug können Menschen behutsam an die spezifischen, für die Roboterentwicklung benötigten Problemlösungsstrategien praktisch herangeführt werden und diese weiterentwickeln, sodass neue Formen des eigenen algorithmischen Denkens entstehen können.

Zur Erprobung dieser Nutzungsvariante humanoider Roboter bekommen seit Mitte März 2018 Marburger Schulklassen in der Marburger Adolf-Reichwein-Schule Woche für Woche die Gelegenheit, jeweils drei Tage lang mit den Robotern des Typs Nao Künstliche Intelligenz „hautnah“ zu erfahren. Dazu bietet das H.E.A.R.T. Team von der Philipps-Universität Marburg mit dem „Robotikum“ ein Praktikum an, in dem mit Robotern Dialoge, Bewegungen, Bilderfassung und Emotionen entwickelt und ausprobiert werden können. Ziel ist es dabei, die Roboter nicht nur kennenzulernen und zu verstehen, sondern die eigenen Problemlösungsstrategien, die in der heutigen digitalen Welt eine besondere Bedeutung haben, zu verbessern.

Die Durchführung des Robotikums (Abbildung 16), das seit März 2019 Teil des vom BMBF finanzierten Forschungsprojekts RoboPraX ist, liegt in den Händen sorgfältig geschulter studentischer Hilfskräfte, die das Robotikum je nach Gruppenstärke eigenverantwortlich allein oder im Tandem durchführen<sup>1</sup>.

16



Eindrücke aus  
dem Robotikum

## Roboter als Partner

Nutzt man Roboter als Partner, sollte vermieden werden, dass diese dem Menschen „überlegen“ erscheinen, die Roboter gleichzeitig aber durch ihre Größe und ihr Erscheinungsbild Vertrauen erwecken. Die Pepper-Roboter erfüllen diese Anforderungen auf geradezu ideale Weise. Sie schauen zu stehenden Menschen auf, verströmen durch das von ihnen verkörperte Kindchenschema ein enormes Vertrauen, ja geradezu Lust mit ihnen Kontakt aufzunehmen und sind für sitzende menschliche Gesprächspartner stets auf Augenhöhe. Sie eignen sich daher perfekt als Partner, in unserem konkreten Fall: als Partner in unserem primären Einsatzkontext, der Hochschullehre.

<sup>1</sup> Weiterführende Informationen zum Robotikum: <https://www.roboprax.de/robotikum>

# Humanoide Roboter als Partner in der Lehre

Im Kontext der Hochschullehre mit ihren Bestandteilen Lehren, Lernen, Prüfen und Beraten sind theoretisch folgende Einsatzmöglichkeiten humanoider Roboter, in unserem Fall des Roboters Pepper, als Partner denkbar:

- Pepper als Inhaltsvermittler, z. B. in einer Vorlesung
- Pepper als Nachhilfelehrer
- Pepper als Berater, z. B. in Sprechstunden
- Pepper als Prüfer
- Pepper als Auskunftgeber

Allerdings sind diese Einsatzoptionen in hohem Maße von den verwendeten Lehrorganisationsformen abhängig. Schauen wir uns daher zunächst die klassische Hochschullehre an. Abbildung 17 stellt diese anhand einer einzelnen Lerneinheit vor.

**17**

Phase 1	1: Inhaltsvermittlung	2: Inhaltsvertiefung <sup>2</sup>
Ziel	Wissen	fachbezogene Kompetenzen
Steuerung	Dozent	unbegleitet/Tutorium
Verortung	Hörsaal	keine

Das Gerüst der klassischen Hochschullehre (Lerneinheit)

Die klassische Lehre funktioniert nach dem Prinzip:

- Inhaltsvermittlung durch einen menschlichen Dozenten in Phase 1 in einem Hörsaal zu einer bestimmten Zeit in einem für alle Teilnehmer gleichen Lerntempo.
- Inhaltsvertiefung („Hausaufgaben“) entweder selbstgesteuert oder – wenn das Personal und die Mittel bereitstehen – mit tutorieller Begleitung.

In einer solchen Lehrveranstaltung, in der eine frontale Inhaltsvermittlung die Basis der Lehrveranstaltung bildet, fallen weder umfangreiche digitale Daten an noch bleibt Zeit für zusätzliche Aufgaben neben der eigentlichen Inhaltsvermittlung. Daher wäre es die einzige Möglichkeit, humanoide Roboter für die Inhaltsvermittlung, also als Ersatz für den menschlichen Vortragenden, heranzuziehen. Doch genau das funktioniert derzeit nicht.

Im Rahmen einer im Projekt H.E.A.R.T. angefertigten Masterarbeit (Denič, 2017) konnten wir nachweisen, dass humanoide Roboter des Typs Pepper als Vortragende, egal in welcher Konfiguration, dem menschlichen Vortragenden

<sup>2</sup> Der Begriff „Inhaltsvertiefung“ schließt den Transfer in Können und Tun, sowie das Erlernen praktischer Fähigkeiten im Sinne der Prozesskette Wissen, Können und Tun mit ein.

hoffnungslos unterlegen und somit für den Einsatz als Vortragende in einer klassischen Vorlesung denkbar ungeeignet sind. Ob die Vortragsfunktion bei Androiden oder gar Geminoiden Robotern, wie denen der Professoren Ishiguro (Japan) oder Schärfe (Dänemark), besser umgesetzt werden kann, ist bisher nicht untersucht worden. Als Fazit lässt sich aber klar schlussfolgern, dass es in der klassischen Lehre bisher keine gewinnbringenden Einsatzszenarien für humanoide Roboter gibt.

Ganz andere Optionen bietet die digitale Lehre, die auf dem in Abbildung 18 dargestellten Grundmodell basiert.

**18**

Phase 1	1: Inhaltsvermittlung	2: Inhaltsvertiefung
Ziel	Wissen	Kompetenzen
Steuerung	Selbst	begleitet
Verortung	Online	Präsenz/Online

Das Gerüst der digitalen Hochschullehre (Lerneinheit)

Sie integriert digitale Elemente und Erschließungsmethoden in die Phase der selbstgesteuerten Inhaltsvermittlung und -erschließung. In einer anschließenden Inhaltsvertiefungsphase, die je nach Erfordernissen in Präsenz mit dozentischer Begleitung oder online angeboten wird, werden gemeinsam fachspezifische Kompetenzen eingeübt, Recherchen durchgeführt oder vertiefende Fragestellungen behandelt.

Ein solches integratives Lernmodell setzt voraus, dass die Lernenden die digitalen Inhalte vor Beginn der Phase der Inhaltsvertiefung pflichtbewusst bearbeiten. Doch genau diese Anforderung der Durchdringung des in Phase 1 angebotenen Stoffes vor der Inhaltsvertiefungsphase kann nicht vorausgesetzt werden. Zur Lösung dieses Problems können zwischen den einzelnen Lerneinheiten digitale Testszenarien zwischengeschaltet werden, in denen die Lernenden ihren Wissensstand nachweisen können (engl. show mastery). Ein solches „Inverted Classroom Mastery Modell“ bringt nachweislich die gewünschten Effekte (Handke, 2013; 2017). Es hat die in Abbildung 19 dargestellte erweiterte Struktur.

**19**

Phase	1a: Inhaltsvermittlung	1b: Mastery Test	2: Inhaltsvertiefung
Inhalte	Wissen	Wissen	Kompetenzen
Steuerung	Selbst	Selbst	begleitet
Verortung	Online	Online	Präsenz/online

Das ‚Inverted Classroom Mastery‘ Modell (Lerneinheit)

Bei den Mastery Tests handelt es sich um digitale Prüfungsformate, mit denen die Studierenden ihr Wissen nachweisen können und dem Coach ein Instrument an die Hand gegeben wird, das den Grad der Durchdringung der digitalen Inhalte anzeigt.

In einem derartigen Lehrmodell entstehen zum einen große digitale Datenmengen, auf der anderen Seite gibt es einen hohen Betreuungsbedarf in den hochgradig kollaborativen Präsenzphasen. Daraus lassen sich zwei Einsatzszenarien für humanoide Roboter als Partner ableiten:

- Die Beraterfunktion
- Die Aufgaben-Kontroll-Funktion



## Learning Analytics und die robotergestützte Beratung

Voraussetzung für die Nutzung humanoider Roboter als Berater sind belastbare und sichere Daten. Diese stehen in den Datenbanken unserer Lernplattform, dem „Virtual Linguistics Campus“ (<https://www.linguistics-online.com>), der weltweit größten Lernplattform für sprachwissenschaftliche Inhalte, zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Kursbelegungen und Kursergebnisse, um Testergebnisse in einzelnen Lerneinheiten oder schlicht um Zugriffe auf Bearbeitungszeiträume von Online-Materialien. Aus diesen Daten lassen sich passgenaue Analysen erstellen und zur Lernerberatung heranziehen. Dabei ist es denkbar, diese Daten „on screen“ in Form von Mensch-Maschine-Dialogen zu nutzen und die Beratung über reine Softwarelösungen (z. B. Chatbots) vorzunehmen. Alternativ bieten sich humanoide Roboter für das „Lernergespräch“ an. Genau dieser Ansatz wurde im Projekt H.E.A.R.T. gewählt.

Nach einer Anmeldung beim Roboter ruft der Roboter aus der Lernplattform die vorhandenen Lernerdaten ab und geht anschließend in einen sehr emotionalen und stets geduldigen Dialog mit dem Lerner.

Idealerweise sollte die Anmeldung zur Beratung per Gesichtserkennung erfolgen, allerdings ist diese auf dem verwendeten Robotertyp noch nicht zuverlässig genug, sodass es leicht zu Fehleinschätzungen kommen könnte. Daher haben wir uns für die Nutzung des für Maschinen eindeutig lesbaren QR-Codes entschieden Abbildung 20:

20



Aktivierung der Student-Advisor-App

Mit der vor diesem Hintergrund entwickelten „Student-Advisor-App“ erhalten Studierende nun im Rahmen von „Robotersprechstunden“ individuell zugeschnittenes Feedback zu ihrer Leistung in den von ihnen belegten Kursen. So können sie nicht nur bezüglich ihrer Lernleistung beraten werden, sondern sie erhalten wertvolle Tipps, bisweilen auch unangenehme Wahrheiten, die in einem Professor-Studenten-Gespräch möglicherweise nie ausgesprochen würden. Dass sie zusätzlich vom Roboter noch ein schriftliches Beratungsprotokoll per E-Mail erhalten, rundet die „Robotersprechstunde“ ab<sup>3</sup>.

Wie bereits erwähnt lässt sich das Verfahren der „Learning Analytics“ auch ohne Roboterunterstützung realisieren; es hat sich aber in den studentischen Evaluationen der robotergestützten „Student-Advisor-App“ gezeigt, dass mit dem Roboter durch dessen Emotionalität, Geduld und auch Spaß eine persönliche Beziehung aufgebaut wird, die mit einem Computerbildschirm so nicht möglich ist. Die Robotersprechstunde kann somit schon heute als ein gelungenes Einsatzszenario für humanoide Roboter in der Hochschullehre gesehen werden<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Details zur Student-Advisor-App: <https://bit.ly/2GuM91z>

<sup>4</sup> Im Rahmen der LINK-Fachtagung wurde die Student-Advisor-App Live auf der Basis existierender Studentendaten und deren QR-Identifizierungscodes vorgeführt

## Assistenz im Präsenzgesehen

Auch im physischen Lernraum (Seminarraum, Klassenzimmer) können humanoide Roboter schon heute wichtige Funktionen übernehmen. So können Pepper-Roboter bis zu einem gewissen Grad als Assistenten in der Präsenz-/Inhaltsvertiefungsphase digitaler Lehr-/Lernszenarien fungieren. Sie können dort u.a.:

- Aufgaben stellen
- Evaluationen entgegennehmen
- Kontrollfragen präsentieren und auswerten

So können Roboter die Steuerung sogenannter Live-Voting-Systeme übernehmen und damit den menschlichen Coach erheblich entlasten. Anstatt über einen mitgebrachten Laptop Fragenpakete der Live-Voting-Systeme Pingo, uReply, Kahoot, Mentimeter, um nur einige zu nennen, abzurufen und zu kontrollieren, kann man diese Aufgabe gestrost einem Roboter überlassen, der nach Aktivierung einer „Voting-Controller-App“ über ein Codewort oder seine Sensoren das komplette Fragenpaket automatisch absput<sup>5</sup>.

Abgesehen von der großen Erleichterung für die Lehrenden ist es wiederum die Emotionalität, mit der ein Roboter wie Pepper eine solche Fragerunde begleitet und administriert, die den Gewinn dieser Anwendung darstellt. Allerdings, und das muss hier konstatiert werden, bildet die Anwendung des Live-Voting nur des Präsenzgesehens, sodass die Aufwand-Nutzen-Bilanz kritisch hinterfragt werden sollte. Genau das wurde im Projekt H.E.A.R.T. getan und als Resultat dieser Überlegungen die sogenannte „Classroom Application Package“ geschaffen.

<sup>5</sup> Details zur Voting-Controller-App: <https://www.project-heart.de/research/applikationen/voting-controller-app/>



# Die Classroom Application Package (CAP)

Eine CAP bündelt mehrere Präsenzaktivitäten und somit mehrere Einzel-Apps zu einem komplexen Paket als kumulative App, über die der Roboter für einen längeren Zeitraum das Geschehen im Seminarraum unter Kontrolle hat. Er übernimmt neben den inhaltlichen Optionen (Fragen, Hinweisen, Lösungen) auch alle organisatorischen Aktivitäten, steuert entstehende Interaktionen möglichst emotional und ermöglicht dem menschlichen Lernbegleiter Zeit für eine intensivere und hochgradig individualisierte Betreuung seiner Lerner. Die Vorbereitung einer CAP ist einfach: Über ein Front-End wird ein zugrunde liegendes App-Template bespielt, auf den Roboter geladen und im Seminarraum über Sensoren, gesprochene Trigger oder über das eigene Smartphone aktiviert. Danach agiert der Roboter während der vordefinierten Zeit autonom und spult das vorbereitete Programm ab. Eine erste derartige CAP ist „uReply-Plus“. Sie wird über die Plattform uReply.mobi der Chinese University of Hong Kong administriert, online mit den gewünschten Daten befüllt und kann auf Robotern des Typs Pepper überall in der Welt eingesetzt werden. Mit der CAP ist somit der weltweit erste Use Case für den Einsatz von Pepper Robotern in der Hochschullehre geschaffen worden<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Die uReply+ CAP wurde im Rahmen der LINK-Fachtagung live vorgeführt. Details sind in folgendem Video zu finden: <https://youtu.be/0tOy3JrvVFg>

## Fazit

Humanoide Roboter, in unserem Fall Roboter des Typs Pepper, eignen sich nur unter gewissen Bedingungen als Partner in der Lehre und können dort die erwünschten Mehrwerte, die über die reine Anwesenheit oder die Zurschaustellung hinausgehen, erzeugen. Eine dieser Bedingungen ist ein digitales Lehrformat mit hochgradig kollaborativen Präsenzphasen; eine zweite Bedingung bezieht sich auf das Vorhandensein digitaler Daten zur Erstellung von Lernerprofilen für eine maßgeschneiderte Beratung. In diesen Einsatzszenarien kann der Roboter insbesondere dann sein Potenzial entfalten, wenn er durch kurze Beiträge und Fragen und nicht durch langwierige Erklärungen, unterstützt von seinen emotionalen Möglichkeiten (Darstellung von Freude, Frust, Trauer etc.), zum Lehr- und Beratungsgeschehen beitragen kann und unter uns Menschen das Gefühl hervorruft, ihn zu mögen. Die uREPLY+ Classroom Application Package und die Student-Advisor-App sind weltweit die ersten Use Cases, die genau diese Fähigkeiten von Pepper ausnutzen und ihn so zielführend und gewinnbringend ins moderne Lehr- und Lerngeschehen integrieren.

---

## Literaturverzeichnis

**Denič, Darko.** 2017. Presentational Parameters of Human-Robot Interaction. MA Thesis, Marburg University.

**Handke, Jürgen.** 2013. Beyond a simple ICM. In: Jürgen Handke/ Natalie Kiesler/ Leonie Wiemeyer (Hrsg.). The Inverted Classroom Model. München. R. Oldenbourg Verlag: 15-22.

**Handke, Jürgen.** 2017. Gelingensbedingungen für den Inverted Classroom. In: Jürgen Handke/Sabrina Zeaiter (Hrsg.) Inverted Classroom and Beyond. Marburg: Nomos Verlag: 1-13.

**Handke, Jürgen.** 2018. Roboter im Hörsaal. In: IM+IO. Next Practices aus Digitalisierung, Management, Wissenschaft. Heft 3, September 2018. 74-78.

Geminoide Roboter:

**Prof. Ishiguro** [https://de.wikipedia.org/wiki/Hiroshi\\_Ishiguro](https://de.wikipedia.org/wiki/Hiroshi_Ishiguro)

**Prof. Schärfe** [https://en.wikipedia.org/wiki/Henrik\\_Schärfe](https://en.wikipedia.org/wiki/Henrik_Schärfe)



© Lukas Fleischmann SMB

→ Lukas Brand

Warum Ethik (noch immer)  
eine hohe Hürde für  
Künstliche Intelligenz  
darstellt

## Technik als Gegenstand ethischer Auseinandersetzungen

Es war lange Zeit alles andere als selbstverständlich, dass die Prozesse der Technisierung und Digitalisierung einer ethischen Erwägung bedürfen. Die Entwicklung und Verwendung von Technik gehört wesentlich zu unserem Bild vom Menschen. Seit jedoch immer mehr deutlich wird, wie Technik unseren Lebensalltag beeinflusst und bisweilen sogar bestimmt, ist der Ruf nach einer kritischen Technikbewertung lauter geworden. Parallel zum technischen Wandel des letzten Jahrhunderts hat – wenn auch mit etwas zeitlicher Verzögerung – ein ethisch orientierter Reflexionsprozess eingesetzt. Besonders angesichts des ambivalenten Potenzials der Atomenergie folgte auf den ungebremsten Fortschrittsoptimismus der sechziger und siebziger Jahre, eine zunächst pragmatische Technikkritik, die sich bis heute in dem bekannten Slogan „Atomkraft? Nein Danke“ ausdrückt. Weder jedoch die grundsätzliche Kritik, noch die damit verbundene Sorge, sondern zuvorderst die Nuklearkatastrophe von Fukushima 2011 führte schließlich zum Ausstieg der deutschen Bundesregierung aus der Atomenergie, als deutlich wurde, dass die möglichen Folgen dieser Technologie prinzipiell unvorhersehbar und im Zweifelsfall nicht zu bewältigen sein würden. So ist denn auch der große Erfolg der ökologischen Bewegung in den vergangenen Jahren und zuletzt bei der Europawahl 2019 vielleicht nicht ausschließlich, wohl aber zu einem guten Teil mit der breiten gesellschaftlichen Einsicht erklärbar, dass der menschengemachte Klimawandel maßgeblich auf unsere überwiegend technisch gestützte Lebensweise zurückzuführen ist. Von unseren smarten Armbanduhren bis zum SUV betreiben wir Technik mit Energie, die ökologisch gesehen nicht zum Nulltarif zu haben ist und deren unaufhörliche Produktion, unvorhersehbare und unumkehrbare Folgen für das Klima, die globale Gesellschaft und jeden einzelnen Menschen haben wird. →

Seit Beginn dieses Jahrhunderts jedoch rückt mit der Künstlichen Intelligenz (KI) eine weitere Technologie erneut in den Fokus des öffentlichen Interesses, die man lange Zeit für tot, oder bestenfalls für Science-Fiction gehalten hatte. Durch die seit Ende der Neunzigerjahre verfügbaren großen Datenmengen, die sogenannten „Big Data“, und die stetige Verbesserung unserer Hochleistungsrechner, wurde für das sogenannte maschinelle Lernen auf der Grundlage künstlicher neuronaler Netzwerke ein Durchbruch in der KI-Forschung erzielt, der die breite Öffentlichkeit unvorbereitet getroffen hat. Mittlerweile durchdringen KI-Anwendungen unseren gesamten Lebensalltag und ermöglichen Maschinen Leistungen in Bereichen, die man ihnen noch vor dreißig Jahren unter keinen Umständen zugetraut hätte: Die Performanz von Computern beschränkt sich heute nicht mehr auf die bloße Verarbeitung gegebener Algorithmen. Mit künstlichen neuronalen Netzwerken sind Computer in der Lage Muster zu erkennen und selbständig alle Arten von Problemen zu lösen;

**»Die Performanz von Computern beschränkt sich heute nicht mehr auf die bloße Verarbeitung gegebener Algorithmen.«**

sei es Bilderkennung, Koordination im physischen Raum, die Synthetisierung von Sprache oder die Bewältigung hochkomplexer Spiele. Mit diesem außergewöhnlichen Leistungsspektrum wandelt sich langsam aber stetig auch unser Begriff dieser Technik vom Werkzeug zum selbständigen Akteur in einem soziotechnischen Gefüge.

Dies geschieht besonders unter zwei wesentlichen Bedingungen: einerseits hinsichtlich der relativen Autonomie, mit der moderne KI-Systeme die genannten Problemlösungen erlernen und ausführen, sowie andererseits die prinzipielle Unvorhersagbarkeit der Performanz eines solchen Systems, die bisweilen sogar als genuine Kreativität anerkannt wird<sup>1</sup>. Auf dieser Grundlage forderten Forscher weltweit denn auch ein neues Forschungsfeld, dass sie Machine-Behaviour Studies taufte, und das das Verhalten technischer Systeme in sozialen Kontexten untersuchen soll<sup>2</sup>. In eine ähnliche Richtung geht bereits seit einigen Jahren die sogenannte Maschinenethik, die herausfinden will, wie Maschinen – verstanden als autonome Akteure – in der Lage sein könnten, moralische Probleme als solche wahrzunehmen und zu bewältigen.

<sup>1</sup> Vgl. Holger Volland: Die kreative Macht der Maschinen. Warum künstliche Intelligenzen bestimmen, was wir morgen fühlen und denken. Weinheim Basel 2018.

<sup>2</sup> Vgl. Iyad Rahwan, et al.: Machine behaviour, in: Nature 568, 477–486 (2019).

## Paradigmenwechsel vom Werkzeug zum Akteur

Die vielen kleinen Hürden die die KI-Forschung in den vergangenen fünfzehn Jahren genommen hat, haben der Technisierung einen enormen Entwicklungsschub beschert, sodass anspruchsvolle Systeme wie selbstfahrende Autos oder autonome Waffensysteme nun greifbar nahe zu sein scheinen. Technische Systeme sind heute weiter verbreitet als jemals zuvor und das Internet ermöglicht die Kommunikation dieser Systeme untereinander, ohne dass Menschen sie überwachen müssten oder könnten. Nicht nur der Einsatz technischer Systeme, sondern auch deren unmittelbarer Wirkungsbereich, sowie ihre Unabhängigkeit von menschlichen Entscheidungen haben dabei maßgeblich zugenommen. Letzteres in einem zweifachen Sinne: Zum einen übertragen wir technischen Systemen Entscheidungen ganz bewusst – zum Beispiel, die Entscheidung, welche Route im Straßenverkehr wir nehmen sollten. Zum anderen sind wir nicht mehr oder kaum noch in der Lage, die Entscheidungen der technischen Systeme nachzuvollziehen. Entweder, weil sie anhand zu komplexer Parameter entscheiden, oder weil ihre Funktionsweise schlichtweg nicht nachvollziehbar ist. Dann sprechen wir von einer sogenannten Black Box, bei der wir nur noch die Korrelation, also das gemeinsame Auftreten von Input und Output beobachten können und keinen unmittelbaren Einfluss mehr auf die kausalen Zusammenhänge dieser beiden gegebenen Größen besitzen. So machte etwa das von Google DeepMind entwickelte Programm AlphaGo während seines Trainings – zunächst ausgehend von einigen tausend, handverlesenen Beispielen – in kürzester Zeit eigene Erfahrungen in dem chinesischen Brettspiel Go, das sich besonders auch durch seine um ein vielfaches höhere Komplexität von Schach unterscheidet. Aufgrund des Trainings war AlphaGo in der Lage, Strategien zu entwickeln, die nicht nur seinen Programmierern, sondern den Go-Experten weltweit bislang unbekannt waren und unsere Theorie des Spieles selbst nachhaltig verändert haben dürften<sup>3</sup>.

Durch die signifikante Erweiterung ihres Handlungsspektrums und die zunehmende Autonomie, mit der Maschinen Entscheidungen fällen, werden ethische Fragen virulent, deren Beantwortung bisher noch weit hinter den technischen Möglichkeiten zurückbleiben: Wie kann etwa ein selbstfahrendes Auto eine Unfallsituation meistern, in der Personenschaden unvermeidbar ist? Dürfen autonome Waffensysteme über Leben und Tod von Kombattanten und Zielpersonen entscheiden? Und können wir Maschinen diese Entscheidungen überhaupt guten Gewissens überlassen? Diese Fragen laufen in einem neuen Zweig der Philosophie bzw. der angewandten Ethik zusammen, der seit einigen Jahren unter der Bezeichnung Maschinenethik firmiert. Ziel der Maschinenethik ist es, technische Systeme mit ethischen Prinzipien oder Entscheidungsprozeduren auszustatten, die es ihnen ermöglichen, die ethischen Herausforderungen ihrer jeweiligen Handlungsbereiche zu bewältigen. Dieser Beitrag widmet sich im Folgenden einigen Grundproblemen und Hürden der Maschinenethik.

<sup>3</sup> Vgl. David Silver, et al.: Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, in: Nature 529, 484–489 (28 January 2016).



# Maschinen als moralische Akteure

Wenn von maschinellen Entscheidungen die Rede ist, dann wird hinsichtlich der betreffenden Maschinen bereits eine notwendige Eigenschaft vorausgesetzt, nämlich die Tatsache, dass es sich bei der Maschine in gewisser Weise um einen Akteur handelt, der zu Entscheidungen in der Lage ist. Eine wichtige Frage ist, wie unabhängig oder autonom dieser Akteur seine Entscheidungen trifft. Unter einem Akteur soll hier und im Folgenden jede beliebige Sache verstanden werden, die mit einem beliebigen Grad an Autonomie Einfluss auf sich selbst oder ihre Umgebung ausüben kann<sup>4</sup>, wie etwa ein Auto mit Einparkassistent oder ein Pepper-Roboter.

In der metaethischen Auseinandersetzung mit Maschinen als moralischen Akteuren hat sich eine Klassifizierung etabliert, die drei verschiedenen Formen

künstlicher moralischer Akteure unterscheidet<sup>5</sup>. Diese Unterscheidung betrifft dabei maßgeblich die relative Unabhängigkeit ihrer Handlungen von menschlichen Entscheidungen, also den Grad ihrer Autonomie. So können Maschinen sehr allgemein als implizite, explizite oder vollkommene moralische Akteure eingestuft werden.

Zunächst kann jedoch festgehalten werden, dass jedes technische Gerät, vom Hammer bis zum Flugzeug, Auswirkungen auf die Umwelt hat, in der es zum Einsatz kommt. Im Falle

etwa eines Hammers mögen diese Auswirkungen auf den ersten Blick in moralischer Hinsicht weitgehend unbedenklich sein. Dennoch steht es außer Frage, dass Jahrtausende technischer Innovation bis heute nicht möglich gewesen wären, wenn der Mensch im Laufe der Technikgeschichte nicht begonnen hätte, harte Materialien wie Steine oder Eisen als Schlagwerkzeuge zur Verstärkung der eigenen physischen Einwirkungskraft auf die Umwelt zu nutzen. Wer technische Innovationen also grundsätzlich für nicht wünschenswert hält, wird die Erfindung des Hammers konsequenterweise weitgehend ablehnen oder sogar verurteilen müssen. Dass Flugzeuge neben dem Komfort Passagiere schnell an ein gewünschtes Ziel zu bringen, auch negative Auswirkungen auf unsere Umwelt und das Wohlergehen des Menschen haben, ist angesichts der Diskussion um den Klimawandel offenkundig.

Ist man sich der Tatsache einmal bewusst, dass die Herstellung technischer Geräte jedweder Form eine Auswirkung auf die Umwelt haben kann, kann ein vorausschauender Ingenieur oder Erfinder versuchen, diese Auswirkungen zu steuern oder so weit wie möglich zu antizipieren, indem er ein Design entwickelt, das seine Vorstellung von einem guten Leben verwirklicht. Grund-

<sup>4</sup> Vgl. Cathrin Misselhorn: Grundbegriffe der Maschinenethik. Stuttgart 2018, S. 75 ff.

<sup>5</sup> Vgl. hier und im Folgenden James H. Moor: The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics, in: Intelligent Systems, IEEE 21(4), 18-21 (2006).

sätzlich denkbar, aber vielleicht nicht in jedem Fall realisierbar, wären zum Beispiel Flugzeuge ohne CO<sup>2</sup> Emissionen, Pistolen mit Kindersicherung oder Autos, die es dem Fahrer nicht ermöglichen, das Tempolimit zu überschreiten. Eine Legende besagt, Kolumbus habe bevor er die Segel setzte, von allen Messern an Bord seiner Schiffe die Spitzen abbrechen lassen, damit sie bei einer Meuterei nicht mehr als Waffen gegen ihn und seine Offiziere eingesetzt werden könnten. Diese Form der *Ethik durch Design* ist die Ebene, an die man gewöhnlich als erstes denkt, wenn man die verantwortliche Entwicklung von Maschinen gegenüber den Entwicklern einfordert. Dabei werden Werte wie Sicherheit, Transparenz oder Einfachheit durch das Design implizit in der Maschine verwirklicht. Die Technikphilosophie spricht dann von *implizit moralischen Akteuren*. Eine solche Maschine kann ihr eigenes Design freilich nicht überwinden, gegen die impliziten Regeln nicht verstoßen, diese reflektieren oder sie in Frage stellen.

Auf der nächsten Stufe spricht man von *explizit moralischen Akteuren*. Das moralische Verhalten einer solchen explizit moralischen Maschine basiert auf einer ethischen Theorie, die ähnlich wie die Regeln in einem Schachspiel vom verarbeitenden Computer nicht umgangen werden können. Ein besonders aus der Science-Fiction-Literatur bekanntes Beispiel sind Asimovs Robotergesetze: (1) Ein Roboter darf kein menschliches Wesen verletzen oder durch Untätigkeit zulassen, dass einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird. (2) Ein Roboter muss den ihm von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen – es sei denn, ein solcher Befehl würde mit Regel eins kollidieren. (3) Ein Roboter muss seine Existenz beschützen, solange dieser Schutz nicht mit Regel eins oder zwei kollidiert<sup>6</sup>. Es wird hier keine verbindliche Handlung für ein gegebenes Problem festgelegt. Vielmehr liefert die programmierte Ethik ein verbindliches Bewertungsmaß, also einen Spielraum für Handlungen in allen möglichen Situationen. Innerhalb des so gegebenen Settings soll die Maschine über Handlungen reflektieren und eine eigene Entscheidung auf Basis der gegebenen Ethik fällen. Sie kann jedoch diese Ethik selbst nicht in Frage stellen oder beispielsweise gegen eine Ethik abwägen, die zu ihr im Widerspruch steht. Ob man sich bei der Programmierung für einen kategorischen Imperativ nach Kant oder eine Ethik des größten Glücks der größten Zahl entscheidet, ist dem Programmierer überlassen. Die meisten Maschinenethiker halten diesen Zugang für den aussichtsreichsten Weg, um Maschinen mit einer Ethik auszustatten, die sie auf die möglichen moralischen Konflikte in ihrem jeweiligen Handlungsbereich vorbereitet. Die letztlich jedoch rein regelbasierten Systeme stoßen allerdings an Grenzen, wenn sie mit Situationen konfrontiert werden, in denen zwei oder mehr Regeln widersprechende Handlungen nahelegen oder gar keine Regel vorhanden ist.

<sup>6</sup> Isaac Asimov: Meine Freunde, die Roboter. München 1982, S.67.

# Moralische Entscheidungen realisieren

An dieser Stelle ist eine zweite fundamentale Unterscheidung zu beachten, nämlich zwischen der ethischen Überlegung (*ethical reasoning*) einerseits und der moralischen Entscheidung (*moral decision making*) andererseits<sup>7</sup>. Die intuitive Vorstellung von der Entwicklung eines ethischen Akteurs ist wahrscheinlich, dass man den Prozess des moralischen Urteilens in Algorithmen abbildet und dann mit einer Maschine ausstattet, die die Überlegungen in Entscheidungen bzw. definitive Handlungen umsetzt. Es muss aber deutlich unterschieden werden zwischen den reflektierenden Überlegungen bezüglich eines moralischen Problems und der tatsächlichen Entscheidung, mit der dieses Problem gelöst wird. Sollten wir in der Lage sein, einen „ethischen Überleger“ zu konstruieren, also ein Programm, das sich mit den in Frage stehenden Werten eines moralischen Konflikts auseinandersetzt und diese gegeneinander abwägt, wird es wahrscheinlich unbefriedigend sein, diese Entscheidungen in einer beliebigen Situation einfach unmittelbar in die Tat umzusetzen.

Stellen Sie sich ein Programm vor, das die Reise eines Schiffes planen soll. Dieses Schiff transportiert allerdings Sklaven von ihrer Heimat aus in ein Land, in dem unmenschliche Arbeit auf sie wartet. Das Programm enthält einerseits die Nützlichkeitsregeln, die für das ökonomische Gelingen der Reise ausschlaggebend sind, wie etwa: „Vermeide es, den Kapitän in rechtliche Schwierigkeiten zu bringen“ oder „Minimiere den Verlust an Frachtgut während der Überfahrt“. Es enthält aber auch Symmetrieregeln wie etwa die Goldene Regel: „Was du nicht willst, das man dir tu, das füg auch keinem anderen zu.“ In einer etwas konkreteren Form besagt diese, dass die Interessen einer jeden beteiligten Person auf die gleiche Weise berücksichtigt werden müssen, außer es gibt einen moralisch signifikanten Unterschied zwischen verschiedenen Untergruppen. Und schließlich kann das Programm die Interessen des Sklavenhändlers berücksichtigen, die den Interessen der Sklaven diametral entgegenstehen dürften. Vielleicht hat das Programm darüber hinaus gewisse nützliche Informationen wie zum Beispiel, in welchen Ländern Sklaverei illegal ist und in welchen nicht. Unser Sklavenhändler erlebt allerdings darüber hinaus in einen existenziellen Konflikt: Er schuldet einem Drogendealerring viel Geld und hat keine Aussichten dieses zu verdienen und zurückzuzahlen, außer durch eine erfolgreiche Überfahrt und den Verkauf der Sklaven. Damit

<sup>7</sup> Vgl. hier und im Folgenden Drew McDermott: Why Ethics is a high hurdle for AI, Presented at North American Conference on Computers and Philosophy (NA-CAP) Bloomington, Indiana, July, 2008.

er das Programm, das ihn in einer moralischen Entscheidung unterstützen soll, nicht einfach aufgrund seiner Nutzlosigkeit abschaltet, muss das Programm die Interessen des Kapitäns unbedingt berücksichtigen und sich mit ihm und seinem Dilemma auf eine gewisse Weise identifizieren. Die Ziele des Sklavenhändlers werden die Ziele des Programmes. Da das Programm aber weiß, dass der Verkauf von Sklaven moralisch verwerflich und in bestimmten Ländern sogar illegal ist, weiß es zwar, was getan werden müsste, was also im Allgemeinen moralisch geboten ist, weiß aber nicht, ob es dem Sklavenhändler den Rat geben sollte, von seinem Plan Abstand zu nehmen.

Bis hierher bedurfte es keines freien Willens, eines Bewusstseins oder ähnlichem. Um sich nun jedoch für einen der beiden Wege zu entscheiden, müsste sich das Programm von seinen Kausalregeln lösen können und mindestens in diesem minimalen Sinne frei sein. Die moralische Entscheidung, mit der das Dilemma aufgelöst wird, – und das ist die entscheidende Einsicht – geht über die moralische Überlegung hinaus und erfordert eine Handlungskompetenz, die sich nicht einfach in logischen Regeln festhalten lässt.

**»Das macht uns schließlich gegenüber den Maschinen zu vollkommenen moralischen Akteuren.«**

Wir Menschen besitzen diese Freiheit und die Fähigkeit uns auch bewusst und wider besseres Wissen für den einen oder anderen Weg zu entscheiden. Das macht uns schließlich gegenüber den Maschinen zu *vollkommenen moralischen Akteuren*. Wir können auch über die ethischen Theorien wieder reflektieren, die unsere moralischen Entscheidungen begründen sollen, können sie gegeneinander abwägen und entscheiden, etwas zu tun, auch wenn es aus der Sicht einer bestimmten Theorie als verboten beurteilt werden mag. Und schließlich können wir unser Handeln retrospektiv rechtfertigen<sup>8</sup>.

Das klassische Beispiel, das diesen Umstand verdeutlicht, ist das Weichensteller-Problem: Ein Mann steht an einer Weiche. Ein Wagon kommt angerollt und steuert auf eine Gruppe von Menschen zu, die auf den Schienen festgebunden sind. Mit einem Hebel kann er die Weiche aber umschalten und den Wagon so auf das Nebengleis umlenken. Auf diesem ist aber ebenfalls eine Person festgebunden. Der kategorische Imperativ nach Kant, ebenso wie hoffentlich auch die gute moralische Erziehung und unser Verständnis von der Unmöglichkeit die menschliche Würde zu quantifizieren, verbieten dem Mann jedoch einen Menschen zu töten bzw. ihn auf diese Weise zum Mittel für einen außer ihm liegenden Zweck zu machen. Es ist aber offenkundig, dass er, die Gesamtgröße des Nutzens seiner Handlung betrachtend, Menschenleben retten kann, indem er den Hebel umlegt und die eine Person auf dem Nebengleis opfert. Egal wie er sich entscheidet, er wird dies im Einklang mit einer der beiden, aber bewusst gegen die jeweils andere Weisung tun, die ihm beide bekannt sein sollten. Wir wissen nicht wie, aber wir wissen, dass er sich entscheiden wird. Wir wissen nicht, wie er von der Überlegung zur Entscheidung übergeht, aber die Tatsache, dass er es kann, nennen wir den freien Willen.

<sup>8</sup> Vgl. Moor James H. Moor: The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics, in: Intelligent Systems, IEEE 21(4), 18-21 (2006).

# Moralisch Handeln lernen

Bis hierher hatte ich versucht zu erläutern, wie ein kompetenter moralischer Akteur zu moralischen Urteilen gelangt. Der bis hierher beschriebene Ansatz der Maschinenethik fragt nach Gesetzmäßigkeiten und Werten im moralischen Urteil und versucht diese in die Form von Algorithmen zu gießen. Dabei lässt sich feststellen, dass eine Maschine wahrscheinlich an der Ausführung einer moralischen Handlung auf diesem Weg, also der Performanz, scheitert. Mit unserer modernen Form der KI auf Basis des maschinellen Lernens ergeben sich allerdings in dieser Hinsicht völlig neue Möglichkeiten. Lernende Maschinen werden darauf trainiert, bestimmte Handlungen in bestimmten Situationen zu performen, ohne dass man ihnen das wie oder warum explizit einprogrammieren muss. Beim Training der Maschine muss nicht angegeben werden, wie diese zu einer Lösung kommen soll, sondern nur welche Vorgaben hinsichtlich der Lösung gestellt werden. Maschinelles Lernen bedeutet, dass ein künstliches neuronales Netzwerk aus großen Mengen guter Beispiele oder aus Versuch und Irrtum lernt, indem es seine Handlungen mit den Rückmeldungen abgleicht, die ihm zu seinem Handeln gegeben werden.

„Die Maschine“, schrieb Alan Turing bereits 1950, „muss so konstruiert sein, dass Ereignisse, die einem Bestrafungs-Signal unmittelbar vorausgingen, sich nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit wiederholen, während ein Belohnungs-Signal die Wahrscheinlichkeit für eine Wiederholung derjenigen Ereignisse, die es auslösten, erhöhen würde.“<sup>9</sup>

Die entscheidende Frage hinsichtlich der Maschinenethik ist nun, ob durch maschinelles Lernen Maschinen auch darauf trainiert

**»Lernende Maschinen werden darauf trainiert, bestimmte Handlungen in bestimmten Situationen zu performen, ohne dass man ihnen das wie oder warum explizit einprogrammieren muss.«**

werden können, moralische Probleme zu lösen? Und in der Tat gibt es eine ethische Theorie, die wesentlich darauf basiert, dass moralisch gutes Handeln erlernbar ist. Während der kategorische Imperativ eine moralisch gute Handlung dadurch kennzeichnet, dass sie unmittelbar aus dem freien Willen abgeleitet ist, der sich selbst das moralische Gesetz gibt, über den eine Maschine jedoch nicht verfügt,

und der Utilitarismus den Wert einer Handlung an der Erfüllung des größtmöglichen Nutzens festmacht, den zu berechnen auch für eine Maschine unmöglich ist, fordert die Tugendethik

<sup>9</sup> Alan Turing: Kann eine Maschine Denken?, in: Hans Magnus Enzensberger (Hrsg.): Kursbuch 8, Frankfurt a. M. 1967, S. 134.

Handlungen an einem bestimmten Ziel auszurichten. Nach seiner ursprünglichen Form handelt derjenige moralisch gut bzw. tugendhaft, der durch seine Handlung das Ziel des guten Lebens verwirklicht. In dieser Form geht die Tugendethik auf den griechischen Philosophen Aristoteles zurück. Nach Aristoteles lässt sich die Tugend nur mit ausreichender Erfahrung erlernen. Sie kann nicht durch konkrete Regeln oder etwa mit mathematischer Präzision aus allgemeinen Prinzipien abgeleitet werden, sondern kommt in Zusammenhängen zur Anwendung, in denen immer schon ungewiss ist, wie zu handeln ist, deren Ziel aber immer das gute Leben ist.

In der Verbindung von maschinellern Lernen und der Ethik des guten Lebens lässt sich dafür argumentieren, dass eine Maschine, die mit vielen Beispielen guten moralischen Handelns trainiert wird, und das Gelernte durch eigene Erfahrungen optimiert, in der Lage sein könnte solche Handlungen hervorzubringen, die ebenfalls unsere Idee vom guten Leben verwirklichen<sup>10</sup>. Selbstverständlich hat aber auch dieser Ansatz seine Schwächen: Obgleich die Performanz einer solchen Maschine, wie die Leistungen vieler gegenwärtiger KI-Systeme erstaunlich wäre und dem menschlichen Handeln in seiner moralischen Qualität vielleicht sogar überlegen sein könnte, steht die Kompetenz dieser seelenlosen, auf reiner Mathematik basierenden Automaten zumindest aus philosophischer und theologischer Perspektive weiterhin massiv in Frage. Eine solche Maschine weiß nichts von dem moralischen Dilemma in dem sie sich befindet, auch reflektiert sie nicht über das Für und Wider ihrer Handlungsoptionen sondern tut einfach, was sich in der Vergangenheit bewährt hat. Ihrer womöglich herausragenden Performanz in moralischen Konfliktsituationen steht keine moralische Kompetenz, kein freier Wille und kein Bewusstsein für ihre moralische Integrität gegenüber. Sie wäre lediglich funktional, ließe aber nach wie vor die Eigenschaften vermissen, die wir mit vollkommenem, menschlichem, moralischem Handeln verbinden.

<sup>10</sup> Lukas Brand: Künstliche Tugend. Roboter als moralische Akteure. Regensburg 2018.

# Workshops

---

## Kunst

Künstliche Intelligenzen in  
künstlerischen Schaffensprozessen:  
Ein Überblick aktueller Praxis

Mattis Kuhn

Content Aware Studies

Egor Kraft

---

Im Zusammenspiel von Kunst und Technik gibt es von jeher Diskussionen über den Einfluss der Technik auf das entstehende Werk. Sind Algorithmen ein künstlerisches Mittel? Der Künstler und Kurator Mattis Kuhn vermittelt in seinem Beitrag einen Überblick aktueller Möglichkeiten, KI in den künstlerischen Prozess einzubeziehen oder gar selbstständig arbeiten zu lassen. Egor Kraft berichtet von seiner eigenen Arbeit mit KI in den „Content Aware Studies“, in denen ein Algorithmus beschädigte antike Skulpturen oder Friese ergänzt. Die abschließende Diskussion konzentrierte sich auf die Frage der Kreativität im Sinne von menschlichen Künstlern und der gleichberechtigten Zusammenarbeit von Künstler und Programmierer. Letzterer ist für den Erarbeitungsprozess und somit auch für das finale Werk ebenso wichtig wie der Künstler selbst und vollbringt in seiner Programmierung ebenfalls kreative Leistungen.





© Julia Jesionek

→ Mattis Kuhn

# Künstliche Intelligenzen in künstlerischen Schaffensprozessen: Ein Überblick aktueller Praxis

Entwicklungen in Feldern der Künstlichen Intelligenz verändern derzeit viele Bereiche der Gesellschaft und des Lebens. Entsprechend wichtig ist es, sie von verschiedenen Perspektiven aus zu reflektieren und zu gestalten. Kunst kann einen eigenständigen Zugang zu dieser Technologie ermöglichen und dadurch einen relevanten Beitrag zum Zusammenleben von Menschen und Maschinen leisten.

Auseinandersetzungen mit KI seitens der Kunst existieren schon seit Jahrzehnten, aber in den letzten Jahren entsteht eine neue Generation in der Verbindung von Kunst und KI. Dies liegt zum einen an dem nun offensichtlichen Einfluss von KI auf unser alltägliches Leben, zum anderen sind diese Technologien auch für Laien in den letzten Jahren sehr viel zugänglicher geworden. Im alltäglichen Gebrauch werden algorithmische Prozesse kaum wahrgenommen. In der Kunst erscheinen sie in sinnlich wahrnehmbaren Formen und außerhalb ihrer ursprünglichen Funktionszusammenhänge. Besonders für fachfremdes Publikum können Kunstwerke einen Zugang zu KI herstellen. Durch Kunstwerke können Anwendungen von KI kritisiert werden, es können aber auch ihre Potentiale genutzt werden, um neuartige Kunstwerke zu erzeugen. Während die wissenschaftliche Forschung und die Lehre an Hochschulen eine starke Tendenz zum Anwendungsbezug hat und es vielfach primär um Produktentwicklung geht, bietet Kunst einen Raum, um Grundlagenforschung oder experimentelle Forschung zu betreiben. Durch Kunstwerke können wir unsere Wahrnehmung für diese Technologie und die mit ihr erzeugten Artefakte schärfen, um sie auch außerhalb der Kunst besser wahrnehmen zu können.

Im Folgenden werden aktuelle künstlerische Arbeiten vorgestellt, für deren Realisierung Maschinelles Lernen als Werkzeug genutzt wurde. (Anlässlich dieser Einführung werden die Werke lediglich im Ansatz vorgestellt und es empfiehlt sich, diese ausführlicher zu betrachten.) Fortan wird der Begriff „Maschinelles Lernen“ benutzt anstatt von „Künstlicher Intelligenz“ zu sprechen. Maschinelles Lernen ist ein Teilbereich von KI und alle hier gezeigten Arbeiten (wie auch die erfolgreichsten industriellen Anwendungen) basieren auf Maschinellern Lernen.

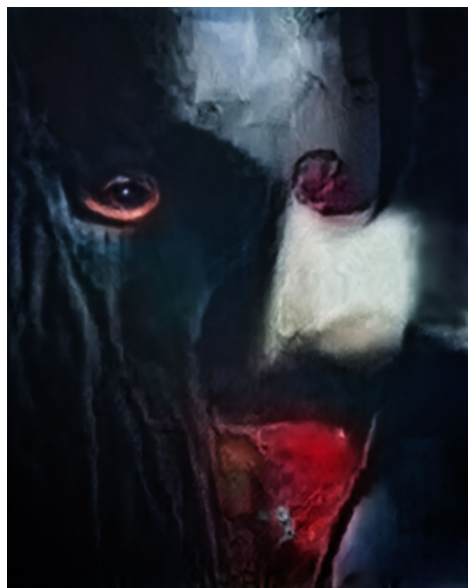
Zur besseren Orientierung lassen sich anhand aktueller Arbeiten einige verbreitete Ansätze herausbilden. Diese Kategorisierung ist allerdings nicht abschließend und sollte uns weder in der Produktion noch in der Rezeption einschränken. Typische Formen der künstlerischen Verwendung von Maschinellern Lernen sind das Generieren von neuem Material oder das Klassifizieren von existierendem Material; die Resultate der Berechnungen werden in fixierte Objekte transformiert oder es werden sich kontinuierlich verändernde Objekte fortwährend berechnet; die Arbeiten thematisieren die interne Struktur und/oder die konkreten Objekte/abstrakten Daten außerhalb der neuronalen Netze. Wie sich in der Betrachtung der einzelnen Kategorien zeigen wird, vereinen die meisten Arbeiten mehrere dieser Kategorien.

# Generierung von neuem Material

Die derzeit am weitesten verbreitete Methode ist das Generieren von neuem Material auf Basis von bereits existierendem Material. Zunächst wird ein i.d.R. möglichst großes Datenset erstellt oder ein online verfügbares Datenset genutzt, um ein neuronales Netz zu trainieren. Typische Netze sind Varianten von Generative Adversarial Networks (GAN), Variational Autoencoder (VAE) und Recurrent Neural Networks (RNN). Teilweise werden diese Netze kombiniert. Der generierte Output ist etwa ein Bild, Video, Text, 3D-Objekt oder Musik.

Ein Beispiel ist die Serie „Adversarially Evolved Hallucination“ (2017) von Trevor Paglen. Zunächst erstellte er seine eigenen Datensets mit Motiven aus Literatur, Poesie, Psychoanalyse und Ökonomie. Das Bild „Vampire“ basiert auf dem Datenset „Monsters of Capitalism“, welches Bilder von Zombies, Vampiren, Vampirtintenfischen und Oktopoden enthält. Das mit einem GAN generierte Bild reflektiert einen Ausschnitt des Datensets. Demnach hängt der Output stark von den Trainingsdaten ab und wird aus diesen zusammengesetzt.

21



Trevor Paglen: Vampire  
(Corpus: Monsters of Capitalism)  
Adversarially Evolved Hallucination,  
2017. – Courtesy: the artist  
and Metro Pictures, New York

22



Shinseungback Kimyonghun:  
Animal Classifier, 2016.  
© Shinseungback Kimyonghun

23



Adam Harvey: CV Dazzle Look 1.  
2010. Hair by Pia Vivas. Model:  
Jen Jaffe. © Adam Harvey

# Klassifizierung

Gegenüber dem Generieren von neuem Material wird mittels Klassifizierung bereits existierendes Material analysiert und eingeordnet. Auch hier ist zunächst ein großes Datenset nötig um den Algorithmus zu trainieren. Durch das Training werden relevante Merkmale aus den Input-Daten extrahiert und mit Kategorien verknüpft. In künstlerischen Auseinandersetzungen wird häufig die Tätigkeit des Klassifizierens und deren zunehmende Tendenz im Alltag hinterfragt.

Das Künstlerduo Shinseungback Kimyonghun trainierte für die Arbeit „Animal Classifier“ (2016) ein neuronales Netz darauf, Bilder von Tieren in vierzehn Kategorien einzuordnen. Jede Kategorie wird auf einem kleinen Bildschirm in einer Glaskuppel präsentiert. Die Kategorien beinhalten beispielsweise „fabulous“, „sucking pigs“, „belonging to the emperor“ und „drawn with a very fine camel hair brush“. Sie entstammen dem Essay „The Analytical Language of John Wilkins“ von Jorge Luis Borges, den die Künstler weiter zitieren: „It is clear that there is no classification of the Universe not being arbitrary and full of conjectures. The reason for this is very simple: we do not know what thing the universe is.“

Der Künstler Adam Harvey gibt uns mit seiner Arbeit „CV Dazzle“ (2010-17) Schminktipp, um unser Gesicht vor Gesichtserkennungsalgorithmen zu verbergen. Dazu analysierte er zunächst, welche Merkmale zum Klassifizieren von Gesichtern relevant sind und manipuliert diese daraufhin. Wichtig sind vor allem ein gleichmäßiger Hautton, der Abstand zwischen Augen und Ohren, die Relation zwischen Nase und Mund sowie die Symmetrie des Gesichts.



## Fixierte Berechnung

In den drei bisher gezeigten Arbeiten wird bereits ersichtlich, dass meist mehrere der anfangs genannten Kategorien verknüpft werden. Alle Arbeiten basieren auf Datensets, alle Arbeiten verwenden Klassifizierung (ein Bestandteil des von Paglen verwendeten GANs ist ein Klassifizierungsalgorithmus) und alle Berechnungen sind fixiert.

Ein haptisches Beispiel für die Transformation von Berechnungen in ein fixiertes Objekt ist die Arbeit „Content Aware Studies“ (2018) von Egor Kraft. Ausgangspunkt ist die Idee, fehlende Teile von antiken Skulpturen mittels Maschinellen Lernen zu rekonstruieren. Als Trainingsdaten dienten tausende 3D-Scans antiker Skulpturen, auf deren Basis fehlende Teile (mit einem spekulativen Anteil) generiert und mittels 3D-Druckverfahren hergestellt werden. Diese Teile werden daraufhin mit Nachbildungen von unvollständigen Skulpturen verbunden.

Egor Kraft weist darauf hin, dass wir nicht nur unsere Zukunft, sondern auch unsere Vergangenheit mit algorithmischen Verfahren gestalten. Während neuronale Netze vage und spekulative Anteile in ihre Berechnungen einfließen lassen, erhalten die Ergebnisse für uns mitunter allzu leicht faktischen Wert.

## Aktive Berechnung

Im Gegensatz zu fixierten Berechnungen entstehen auch viele Werke, die in Echtzeit berechnet werden: „1 & N Chairs“ (2017) von Fito Segrera arbeitet mit Klassifizierung, kommt aber nicht – wie normalerweise vorgesehen – zu endgültigen Resultaten, sondern erzeugt kontinuierlich neue Interpretationen. Eine Kamera zoomt in einen Teilbereich eines Stuhls hinein, fotografiert diesen und sendet das Bild zu einem Online Image Recognition Service. Durch diesen wird der Bildinhalt in eine textbasierte Beschreibung übersetzt, etwa: „A wooden seat sitting in a chair“. Auf Basis dessen wird umgekehrt ein passendes Bild gesucht. Beide Ergebnisse werden auf Displays angezeigt und nach kurzer Zeit durch neue Interpretationen (mit spekulativem Anteil) ersetzt.

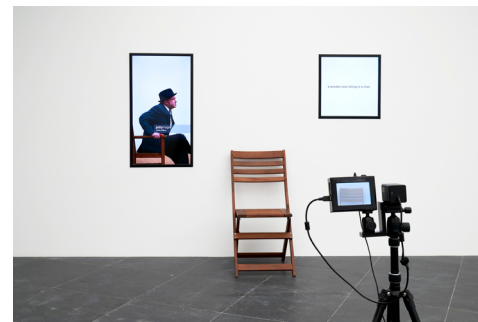
Ein Beispiel für kontinuierlich neu generierten Output ist die Videoinstallation „Memories of Passersby I“ (2018) von Mario Klingemann, in der unaufhörlich neue Porträts, basierend auf einem Datenset von Porträts aus dem 17. bis 19. Jahrhundert, erzeugt werden.

24



Egor Kraft: Content Aware Studies. CAS\_08 Hellenistic Ruler, 2018. © Egor Kraft, Courtesy: the artist and Metro Pictures, New York

25



Fito Segrera: 1 & N Chairs, 2017. Installation view Frankfurter Kunstverein, 2018

## Interne Struktur

Um noch einen Schritt näher zu den Rechenprozessen und Informationsflüssen zu gelangen, können diese selbst zum Gegenstand der Arbeit werden. Die Bilder der Arbeit „Long Short Term Memory“ (2017) von Anil Bawa-Cavia visualisieren Aspekte der neuronalen Netze, aus denen sie hervorgegangen sind (ein Long Short Term Memory ist eine Form von RNNs, zusätzlich wurde ein Autoencoder genutzt). Dabei lässt sich die Komplexität der neuronalen Netze schwer in Bilder fassen, andererseits entstehen Artefakte, die erst auf visueller Ebene zugänglich werden. Für viele Arbeiten, bei denen Maschinelles Lernen zum Einsatz kommt, ist der Entstehungsprozess ein wichtiger Bestandteil der Arbeit. Dies trifft besonders zu, wenn die interne Struktur thematisiert wird. Selbst wenn wir diese algorithmischen Prozesse durch Ausprobieren gut steuern können, ist deren sinnliche Wahrnehmung wie auch deren Erklärbarkeit (auch außerhalb der Kunst) eine große Schwierigkeit.

26



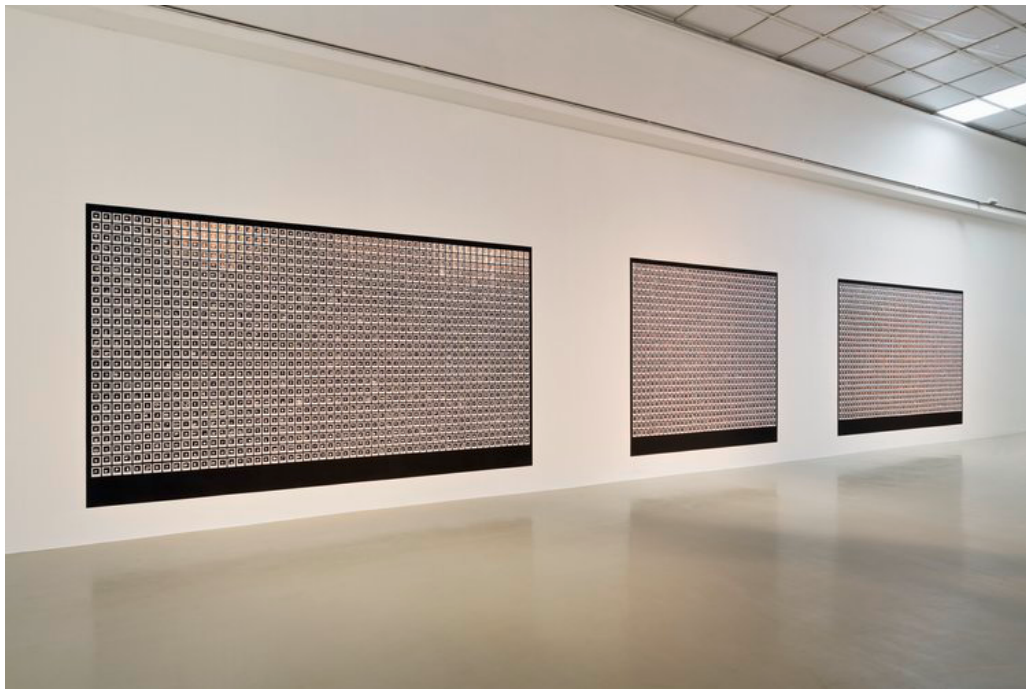
Anil Bawa-Cavia: Long Short Term Memory. 02543, 2017. © Anil Bawa-Cavia

# Daten

Auf der anderen Seite sind bei allen Anwendungen von Maschinellern Lernen, die mit Datensets trainiert wurden, diese Daten wesentlich für die berechneten Ergebnisse. Entsprechend werden auch Datensets durch künstlerische Arbeiten aufgegriffen.

Die Arbeit „Myriad (Tulips)“ (2018) von Anna Ridler (Abbildung 27) ist ein Datenset, bestehend aus 10.000 Fotografien von Tulpen. Jede wurde handschriftlich kategorisiert um den menschlichen Anteil in der Erstellung von Datensets zu zeigen. Ähnlich aufgebaut ist die Arbeit „Cloud of Petals“ (2017) von Sarah Meyohas, welche sechzehn Arbeiter in ehemaligen Räumlichkeiten der Bell Labs inszenierte, um 100.000 Rosenblätter zu digitalisieren. Sie thematisiert die digitale Abstraktion eines sinnlichen Gegenstandes und die darauf basierende Konkretisierung in neue digitale Artefakte durch algorithmische Prozesse.

27



Anna Ridler: Myriad (Tulips), 2018.  
Installation view Kunstverein Hannover  
2019, Kunstverein Hannover, Courtesy:  
the artist, Foto: Raimund Zakowski

Maschinelles Lernen kommt auch in traditionelleren Methoden künstlerischer Praxis zum Einsatz. Shinseungback Kimyonghun instruierten für ihre Arbeit „Nonfacial Portrait“ (2018) verschiedene Maler, Porträts von Personen anzufertigen, wobei sie darauf achten mussten, dass ein Gesichtserkennungsalgorithmus darin kein Gesicht erkennt. In die entgegengesetzte Richtung arbeitete Johanna Reich in „Face Detection“ (2018). Sie formte Tonklumpen so lange, bis ein Gesichtserkennungsalgorithmus darin ein Gesicht erkannte.

28



Johanna Reich: Face Detection, 2018.  
© Johanna Reich

Wenn Maschinelles Lernen als Werkzeug zur künstlerischen Arbeit genutzt wird, besteht ein wichtiger Teil der Arbeit häufig darin, dieses Werkzeug zu konstruieren oder zumindest zu formen. Typischerweise erfolgt die Arbeit mit neuronalen Netzen durch Ausprobieren. Dies gilt nicht nur für die Kunst, sondern auch für die industrielle Anwendung. In einem iterativen Prozess werden verschiedene Modelle (verschiedene Formen von Netzen), verschiedene Input-Daten und verschiedene Parameter so lange ausprobiert, bis der Code den gewünschten Output berechnet. In Bezug auf die Kreativität oder Autonomie von neuronalen Netzen lässt sich festhalten, dass die Künstler\_innen derzeit meist eine zumindest vage Vorstellung von ihrem Endprodukt haben, die sie mittels Maschinellern Lernen umsetzen oder dass sie zumindest so viel Einfluss auf die Technologie ausüben, bis sie mit dem Endprodukt zufrieden sind.

Diese Forschung wurde durch das Goethe-Institut Irland unterstützt.  
Dank an Prof. Georg Trogemann, Kunsthochschule für Medien Köln.





© Egor Kraft

[→ Egor Kraft](#)

## Content Aware Studies

### Content Aware Studies Egor Kraft - edited by Matthew Lenkiewicz

The Content Aware Studies series initiates an inquiry into the possibilities AI and machine learning technologies hold, both as tools for speculative historical investigation and means of emerging aesthetic formation. The process, developed for over a year now by an artist together with a data scientist engaged in training artificial neural networks, replenishes lost fragments of sculptures and friezes of classical antiquity and generates never before existing, yet authentic objects of that era. The research examines how our custom developed AI, utilising the largest recent advancement in computer vision and cognition, operates when trained on datasets consisting of thousands of 3D scans of classical sculptures from renowned international museum collections (i.e. British Museum, Metropolitan, National Roman Museum etc.). The algorithm generates models, which are then 3D printed in various synthetic materials, filling the voids in the eroded and damaged marble sculptures.

Some of these algorithmic outputs are turned into new entirely marble sculptures uncanny in their algorithmic integrity. They render the work of synthetic agency that lends a faithful authenticity to the forms, while also producing bizarre errors and algorithmic normalisations of forms previously standardised and regulated by the canon of Hellenistic and Roman art.



Egor Kraft Content Aware Studies.

Recent research in General Adversarial Networks (GANs, a class of machine learning systems) has shown outstanding results in hyperrealistic image rendering. The technology is already in use for both investigation of historical documents (e.g. Voynich Manuscript) as well as predictive instrument for modelling futures. However, we might want to critically examine a role of such form of knowledge production do we distinguish between accelerated forms of empirical investigation and algorithmic bias? Will this question survive when such forms of knowledge production become ubiquitous governing agencies?

The work examines questions and topics of bias, authenticity, materiality, automation, authorship, knowledge and history. It inspects what visual and aesthetic qualities for such guises are conveyed when rendered by synthetic agency and perceived through our anthropocentric lens. What of our historical knowledge and interpretation, encoded into the datasets will survive this digital digestion? It examines new forms of historical knowledge and artistic production and calls into question the ethical implications of such approaches in relation to culture and the notion of endangered anthropocentric world.



Egor Kraft Content Aware Studies.

## The Role of Materiality

Materiality has reappeared as a highly contested topic in recent art. Modernist criticism tended to privilege form over matter—considering material as the essentialized basis of medium specificity—and technically based approaches in art history reinforced connoisseurship through the science of artistic materials. But in order to engage critically with materiality in the post-digital era, the time of big data and automation, we may need a very different set of methodological tools. We may need to address digital infrastructures as entirely physical and to reexamine the notion of “dematerialization” by addressing materialist critiques of artistic production, surveying relationships between matter and bodies, exploring the vitality of substances; and looking closely at the concepts of intermateriality and transmateriality emerging in the hybrid zones of digital experimentation.

## Questions in Focus

One of the main questions in relation to technology and culture posed by the projects research is, what are the ethical, philosophical and historical challenges we are facing when using modern automated means of production and investigation – a concern for how applications of such technology can allow us to uncover deeper and sharply unsuspected new knowledge but can also mask unacknowledged bias. The Voynich manuscript, a 240 page illustrated manuscript purchased in 1912 by a Polish book dealer, contains botanical drawings, astronomical diagrams, and naked female figures all described in an unknown script and an unknown language that no one has been able to interpret until now.

Computing scientists at the University of Alberta claim to have deciphered the inscrutable handwritten 15th-century codex, which has baffled cryptologists, historians, and linguists for decades. Stymied by the seemingly unbreakable code, some have speculated it was written by aliens or that it was a hoax with no hidden meaning. Yet, using a machine learning algorithm over 80 percent of the words have now been found in a Hebrew dictionary, a complete translation still remains elusive. Some scholars have since claimed it was a women's health manual, although this also has been debunked.

Another notorious issue is posed by the story of the infamous Enron Email Dataset, that is well unpacked and artistically expressed in the work of Sam Lavigne and Tega Brain. The publicly accessible email dataset, used to develop various algorithms in many common software applications we use today, was in fact generated by a group within the collapsed and disgraced financial institution ran by criminals, a fact which highlights the bias that can creep into apparently objective software tools.

The questions in focus here is to what degree should and will we be accepting what machine intelligence is able to deliver as a ground for truth when dealing with historical reconstruction of the past. The potential of technological automation for the restoration of collective social memory in Content Aware Studies then is connected not only with the concept of meta-archeology, but also with structural psychoanalysis, when the AI's task would be not only to reconstruct real circumstances or dive deep into the contents of human consciousness, but to reconstruct the entire large-scale historical streamflow, revealing the causal relationships of the most dramatic events in the history of mankind.

→ Dr. Tabea Golgath

## Diskussionsreflexion

In der Arbeitsphase des Workshops wurden in zwei Gruppen die folgenden Fragen diskutiert: 1. Braucht Kunst überhaupt KI? und 2. Wie kann die Zusammenarbeit zwischen Künstler und Data Scientist aussehen?

Wenn Kunst neue aktuelle Phänomene in ihren Wirkungskreis aufnimmt, kommt es erfahrungsgemäß zu Reibungen; so geschehen in den 1970er und 1980er Jahren durch die Verwendung neuer Medien. In Gruppe 1 bezog sich die Diskussion der grundlegenden Frage schnell auf die unterschiedlichen Arbeitsweisen von Künstlern und Algorithmen: Ein Künstler provoziert in seinem Schaffensprozess durch das Zulassen von Fehlern und scheinbar willkürlichen Inspirationen oft überraschende Ergebnisse; Kunst hat wenig mit Perfektion zu tun. Im Gegensatz hierzu zielt ein Algorithmus auf das bestmögliche Erfüllen einer bestimmten Aufgabe. Das Produkt am Ende ist nur das logische Ergebnis der zur Verfügung gestellten „Zutaten“ und der Methoden (Programmiercodes). Künstliche Intelligenz steht nicht im Wettstreit mit dem Künstler, sondern ist ein Werkzeug. In dem Projekt „The Next Rembrandt“ von Microsoft und der ING-Gruppe ging es nicht darum, den besten Rembrandt zu erschaffen, sondern um die Demonstration der Möglichkeit auf Basis aller bekannter Rembrandt-Gemälde einen authentisch wirkenden nächsten Rembrandt zu entwerfen und mit Hilfe des 3D-Drucks auch den Farbauftrag und damit die Dreidimensionalität zu simulieren. KI spielt schon seit einigen Jahren in der Kunstszene eine Rolle als Arbeitsmittel, aber auch als inhaltliches Thema, um gesellschaftliche Veränderungen zu reflektieren. Zuweilen kann der Einsatz von Technik in allen Kultursparten jedoch auch das künstlerische Produkt überstrahlen. Bewirkt eine künstlerische Arbeit von einem Roboter oder einem Algorithmus beim Betrachter die gleichen Denkanstöße oder Emotionen wie bei einem menschlichen Werk? Die Mittel schmälern nicht das Kunstwerk, das am Ende steht - auch nicht in der Wahrnehmung des Betrachters. Die Idee steht im Vordergrund, nicht die Methodik. Es wurde vermutet, dass die Bedeutung des Menschen nach einer intensiven experimentellen Phase wieder größer

wird, denn die Betrachter von Kunst suchen keine perfekten Ergebnisse, sondern Überraschendes.

In der zweiten Gruppe wurden ähnliche Aspekte mit anderen Fragestellungen diskutiert. Die Zusammenarbeit zwischen Künstler und KI/Data Scientists ist vielfach durch das Spannungsverhältnis der unterschiedlichen Arbeitsweisen geprägt. Während der Künstler gern Experimente macht und schaut, was ihn künstlerisch reizt, benötigt der Informatiker eine konkrete Aufgabenstellung, um einen Algorithmus zu schreiben. Ist hier KI als Werkzeug oder Gehilfe des Künstlers zu betrachten, der wiederum steuert oder eingreift? Ist die KI nur ausführendes Medium oder vielleicht doch mehr als ein Werkzeug? Die anwesenden Informatiker wiesen deutlich darauf hin, dass beispielsweise die Erstellung eines GANs durchaus kreativ ist und hier die Auswahl der Daten richtungweisend. Die Bewertungskriterien für die „Gewichte“ innerhalb der neuronalen Netze sind eine gute Einflussmöglichkeit. Es stellt sich die Frage, ob der Programmierer selbst auch als Künstler betrachtet werden kann. Bislang werden in Ausstellungen oder Katalogen die Künstler genannt, nur selten jedoch die Informatiker, Techniker oder ein Algorithmus, die das künstlerische Produkt überhaupt erst ermöglicht haben. Hier muss sich in der gesellschaftlichen Wahrnehmung etwas ändern, damit Künstler und Data Scientists gleichberechtigt zusammenarbeiten. Beide sind ein Team, das einzeln nicht funktioniert. In der Diskussion ergab sich der dringende Bedarf nach Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Informatikern und Künstlern/Kulturschaffenden, die zwar eine Neugierde für das Arbeitsgebiet des Anderen, aber bislang wenig Berührungspunkte haben.

KI ist in der Kunst längst ein wichtiges Thema und eine relevante Methode. Ähnlich der Fotografie oder Medienkunst wird gegebenenfalls eine neue Kunstsparte für das künstlerische Arbeiten mit KI entstehen, wie es im Bereich der Robot-Art bereits versucht wird. Über Geschmack und Notwendigkeit lässt sich bekanntlich schwer streiten, eine Spiegelung der Gesellschaft in der Kunst und eine Bereicherung ist es in jedem Fall.

# Workshops

## Musik

Mit Maschinen spielen.  
Künstliche Intelligenz  
in der Musik

Christian Grüny

Komponieren mit ALMA

Joachim Heintz

In der Musik hat es schon seit Jahrhunderten Spielereien mit automatisierten Kompositionen gegeben. In dem regelbasierten Feld lassen sich gleichförmige und periodisch ablaufende Musikstücke mit schematischem Aufbau durch Algorithmen komponieren. Längst gibt es auch Hilfsmittel zum Komponieren aus der digitalen Welt, die Akkordreihen fortschreiben oder die Regeln der Harmonielehre überprüfen können. Kreativer sind elektronische Musik-App-Technologien, die ganze Orchester nachahmen können. Gibt es kreative Maschinen, die eigene Kompositionen erschaffen? Wo beginnt diese mögliche Kreativität und wie soll sie eingeordnet werden?

Um dieser Frage nachzugehen, hat die Stiftung Niedersachsen im Rahmen der Tagung „Link – Kultur gestaltet Zukunft“ aus dem weiten Feld der Musik den Musikphilosophen Christian Grüny und den Komponisten Joachim Heintz eingeladen. Grüny gehört zu den Wissenschaftlern, die Musik, Philosophie und Wissenschaft zusammendenken. Dabei spielt die Linguistik eine wichtige Rolle, aber auch die Ästhetik und die Physik. Der Musikworkshop beschäftigte sich mit Möglichkeiten und Grenzen in der künstlerischen Gestaltung und ging der Frage nach, wann KI ein Partner werden und wie die Kommunikation mit ihr aussehen wird. Vor diesem Hintergrund führte Joachim Heintz das Publikum aus der Theorie in ein praktisches Feld und stellte sein digitales Werkzeug „Alma“ vor. Mit „Alma“ ist eine intermediale Kommunikation möglich, die das Klangspektrum erweitern und neue Schichtungen und Verknüpfungen erschaffen kann. Wie das genau geht und wie der wechselseitige Austausch von Stimme und Umformung funktioniert und warum sich ein Komponist eine solche Maschine baut, erläuterte Joachim Heintz.





© Christian Grüny | Foto: Andreas Cremonini

→ Dr. Christian Grüny

## Mit Maschinen spielen. Künstliche Intelligenz in der Musik

An künstlerischen Produktionsprozessen ist so manches und so mancher beteiligt. Die Vorstellung eines starken Künstlersubjekts, das einem widerstandslosen oder mittels Technik gefügig gemachten Material seine Ideen aufprägt, wird heute niemand mehr vertreten wollen – von der wirklich unübersehbaren Genderung einmal abgesehen taugt sie einfach nicht, um tatsächliche künstlerische Prozesse zu beschreiben. Dennoch ist der Begriff des Materials aufschlussreich: Künstlerisches Material ist keine formlose Materie, sondern immer bereits vorgeformt. Es erlaubt vieles, gibt manches vor und leistet anderem Widerstand. Das gilt sowohl für Materialien im buchstäblichen Sinne (wie Stein, Ton oder Holz) und für Musikinstrumente als auch für Material im allgemeineren Sinne all dessen, „womit die Künstler schalten: was an Worten, Farben, Klängen bis hinauf zu Verbindungen jeglicher Art bis zu je entwickelten Verfahrensweisen fürs Ganze ihnen sich darbietet.“<sup>1</sup>

Dieses Material ist nicht neutral. Der Widerstand, den die Materialien welcher Art auch immer bieten, ist aber eine der Voraussetzungen künstlerischer Arbeit, nicht ihre Bedrohung. Während man es beim Marmor schwierig finden mag, davon zu sprechen, er „rede mit“, ist dies bei überkommenen Formen wie etwa der harmonischen Tonalität weit naheliegender: Hier redet eine ganze Tradition mit, zu der man sich verhalten muss.

Während man das Material im eher formalen Sinne gut mit Adorno beschreiben kann, kann man für den Umgang mit materiellen Instanzen auf die *Actor Network Theory* zurückgreifen. Eine ihrer zentralen Beobachtungen ist, dass man in menschlichen Gesellschaften von hybriden Akteuren ausgehen muss, die sich aus Menschen und technischen Artefakten zusammensetzen. Das immer noch anschaulichste Beispiel gibt Bruno Latour im Zusammenhang mit der Debatte um Schusswaffen in den USA: Ein Akteur mit einer Pistole ist nicht einfach ein Mensch, der ein neutrales Werkzeug benutzt, sondern ein Hybrid aus Mensch und Schusswaffe, so dass die Handlung diesem Netzwerk *en miniature* zugerechnet werden muss<sup>2</sup>. Insofern muss man sagen, dass auch der Pinsel der Malerin und die Klarinette der Musikerin als „Aktanten“ an ihren Handlungen beteiligt sind. →

<sup>1</sup> Theodor W. Adorno, *Ästhetische Theorie* (Gesammelte Schriften Bd. 7), Frankfurt am Main 1973, S. 222.

<sup>2</sup> Vgl. Bruno Latour, „Über technische Vermittlung: Philosophie, Soziologie und Genealogie“, in: Andrea Bellingier, David J. Krieger (Hg.): *ANTology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld 2006, S. 483-528, hier 485f.

Das gilt natürlich auch für Komponistinnen: In Notenpapier und Stift oder auch dem Notensatzprogramm kommen beide, die materielle und die formale Seite des Materials zusammen. Als konventionalisiertes Zeichensystem ist die musikalische Notation getränkt in Tradition, und auch der Mechanismus des Schreibens ist keine neutrale Übertragung von Ideen auf Papier oder in Dateien. Die Partitur schließlich ist ein mächtiger Aktant in Probe und Ausführung, wo sie massiv mitredet.

Prima facie mag es so scheinen, als würden elektronische Instrumente, Klanggeneratoren und -manipulatoren nun tatsächlich ganz unmetaphorisch selbst handeln, was mit ihrer für die meisten Menschen unübersehbaren Komplexität zu tun hat. Aber in den meisten Fällen trifft das nicht zu: Ein Synthesizer ist im Grunde nichts anderes als eine sehr komplizierte Orgel, bei der der Mechanismus von Blasebalg und Pfeife durch elektronische Mittel ersetzt worden ist.

Hier ist die Unterscheidung von trivialen und nicht-trivialen Maschinen hilfreich, die Heinz v. Foerster in Anlehnung an Henry Gordon Rice vorgeschlagen hat<sup>3</sup>: Triviale Maschinen sind solche, deren Output aus ihrem Input eindeutig berechenbar ist; nicht-triviale solche, bei denen das nicht gilt, etwa Organismen. Elektronische Klangerzeuger sind zuerst einmal triviale Maschinen, weil sie unter (wenigstens im Prinzip) genau kontrollierten Bedingungen funktionieren. Dass ihr Funktionieren nicht jederzeit von jedem nachvollzogen werden kann, ist dafür unerheblich – das gilt auch für komplizierte mechanische Maschinen. Veraltete, nicht mehr zuverlässig funktionierende Technik ist ein besonderer Fall: Sie ist in den vergangenen Jahren für viele Musiker\*innen noch einmal neu interessant geworden, weil sich bei ihr vielfach Fehler einschleichen, die die Kontrollierbarkeit beeinträchtigt und unerwartete Resultate erzeugen: Indem sie kaputtgeht, verliert die Maschine ihre Trivialität.

Natürlich ist nicht jede nicht-triviale Maschine „intelligent“. Tatsächlich lassen sich relativ leicht, mit wenigen rekursiven Regeln, Maschinen bauen oder programmieren, die ungeplante und vielleicht sogar unvorhersehbare Resultate produzieren – wenn man nicht einfach wie zahlreiche Komponist\*innen im Gefolge von Cage auf Zufallsoperationen zurückgreift, die ebenfalls als eine Art Maschine verstanden werden können. Der Einsatz nicht-trivialer Maschinen folgt dabei offensichtlich einem Bedürfnis, das an der Widerständigkeit jeglichen künstlerischen Materials ansetzt und mit einem veränderten Verständnis künstlerischer Subjektivität insgesamt zu tun hat. Statt um die größtmögliche Kontrolle geht es nun darum, sich durch den Widerstand und den Einspruch nicht kontrollierbarer Instanzen gezielt beirren zu lassen, um Resultate hervorzubringen, die man selbst nicht hätte produzieren können und die hoffentlich über das hinausgehen, was das eigene Können erreichen kann, statt hinter es zurückzufallen.

<sup>3</sup> Vgl. etwa Heinz v. Foerster, „Entdecken oder Erfinden. Wie läßt sich Verstehen verstehen?“, in: Heinz Gumin u. Heinrich Meier (Hg.), Einführung in den Konstruktivismus, München 1992, S. 41-88.

Insofern diese Interventionen durch technische Aktanten nicht in der Komposition, sondern in der aktuellen Performance erfolgen, taucht die Frage auf, ob wir es nicht mit einer Art musikalischem Interaktionspartner zu tun haben, sei er intelligent oder nicht. Der Soziologe Jonathan Harth hat in seinen Untersuchungen zum Umgang mit nichtmenschlichen Computerspielpartnern gezeigt, dass derartige Wesen weit öfter als vollgültige Kommunikationspartner behandelt werden, als sich die Betroffenen das bewusst machen<sup>4</sup>.

Diesseits der Künstlichen Intelligenz mögen nicht-triviale technische Aktanten unvorhersehbare Klänge erzeugen und mit den von Musiker\*innen produzierten Klängen Unkalkulierbares anstellen, aber sie werden nicht im eigentlichen Sinne auf sie reagieren, so dass es zu jenem Spiel des gegenseitigen Ab tastens, der ständigen Aufmerksamkeit auf die Aktionen des anderen und der fortwährenden Modifikation des eigenen Handelns aufgrund dieser Aktionen kommen kann – klarerweise geschieht das auch bei tatsächlicher KI zumeist nicht.

Insgesamt gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Umgangsweisen mit der Künstlichen Intelligenz, mit der unterschiedliche Probleme und Fragen verbunden sind. Die erste Variante, die musikalische Interaktion mit KI-Systemen als Mitspieler, wie etwa bei Sandeep Bhagwatis *Native Alien* oder bei *Ultrachunk* von Jennifer Walsh und Memo Akten, lässt sich wie gezeigt als veränderte Fortsetzung musikalischer Praktiken begreifen, die die Musik von Anfang an begleitet haben. Das bedeutet nicht, dass es sich hier nicht um etwas wirklich Neues handelt, sondern lediglich, dass dieses Neue in einem klar angebbaren Verhältnis zum Alten steht und es auch noch da fortsetzt, wo es mit ihm bricht. Dies ist für mich die interessantere Verwendung der Künstlichen Intelligenz.

31



Jennifer Walsh,  
Foto: Anne Tetzlaff

<sup>4</sup> Vgl. Jonathan Harth, Computergesteuerte Spielpartner: Formen der Medienpraxis zwischen Trivialität und Personalität, Wiesbaden 2014.

»Dass die Stücke von Bach mit seinem Namen und ihrer Geschichte aufgeladen sind, ist keine bedauerliche Kontaminierung, sondern kulturelle Normalität. Und dass Computer sie mittlerweile überzeugend fälschen und uns täuschen können, ist eine beeindruckende Leistung, deren kulturelle Konsequenzen sich aber in Grenzen halten.«

Die zweite Variante ist die, bei der computergestützte Systeme selbst Musik hervorbringen, die dann, von Menschen nachgediert oder einfach übernommen, abgespielt und eingesetzt werden kann; hier wären die *Dadabots* ein Beispiel. Um sie geht es in der Diskussion meistens, denn hier haben wir es mit einem der großen Problemfelder zu tun, mit der Befürchtung nämlich, die Netzwerke könnten mit menschlichen Musikerinnen verwechselt werden und diese schließlich ersetzen. Das bekannteste Beispiel ist David Copes Programm Emmy, mit dem er schon in den neunziger Jahren unzählige Stücke im Stil klassischer Komponisten produziert hat. So kann man sich auf seiner

Webseite etwa 5000 Choräle im Stil von Bach als MIDI-Files herunterladen<sup>5</sup>.

Nun *braucht* niemand diese 5000 Choräle; eher geht es um den Nachweis, dass es möglich ist, sie zu generieren, und dass sie, wie immer wieder betont wird, selbst von Experten nicht von echten Chorälen unterschieden werden können. Aber: so what? Anzunehmen, der Normalfall wären kontextfreie Stücke oder Werke, die in Absehung ihres Hintergrundes und ihrer Entstehung ausschließlich auf ihre Beschaffenheit angesehen werden, erscheint mir als vollkommene Verzeichnung unserer Weise, mit Kunst umzugehen. Dass die Stücke von Bach mit seinem Namen und ihrer Geschichte aufgeladen sind, ist keine bedauerliche Kontaminierung, sondern kulturelle Normalität. Und dass Computer sie mittlerweile überzeugend fälschen und uns täuschen können, ist eine beeindruckende Leistung, deren kulturelle Konsequenzen sich aber in Grenzen halten.

Etwas anderes ist die Gebrauchsmusik der Gegenwart. Hier gibt es mittlerweile zahlreiche Anbieter, die technische Lösungen für Musik versprechen, die genau den Bedürfnissen des Käufers entspricht<sup>6</sup>. Was brutal klingt, schließt an eine

jahrzehntelange Praxis von am Reißbrett entworfenen oder fiktiven Gruppen wie den *Monkees*, *Boney M.* und den Boy Groups der Neunziger bis zu den semi-industriellen Hitfabriken der Gegenwart an<sup>7</sup>. Wenn ein großer Teil der Musik, mit der wir täglich konfrontiert sind, tatsächlich Gebrauchsmusik ist, und wenn diese erfolgreich von KI-Netzwerken produziert werden kann, noch einmal: so what?

<sup>5</sup> <http://artsites.ucsc.edu/faculty/cope/5000.html>.

<sup>6</sup> Vgl. etwa <https://www.ampermusic.com>.

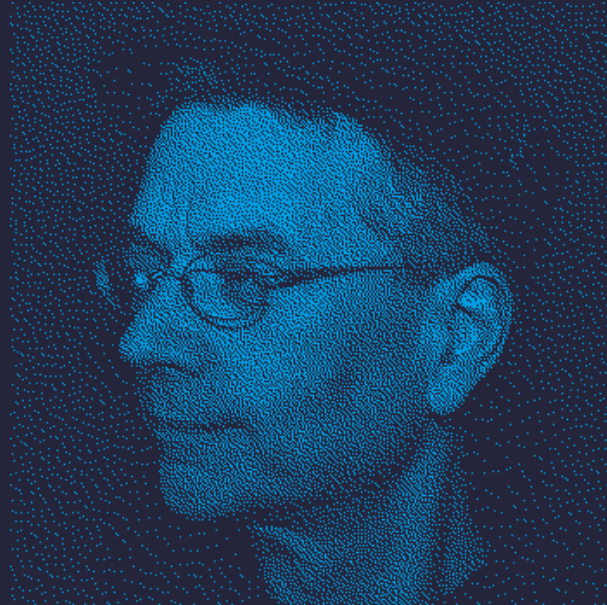
<sup>7</sup> Vgl. John Seabrook, *The Song Machine: Inside the Hit Factory*, New York 2015.

Allerdings werden wir so dazu gezwungen, könnte man sagen, die Frage neu zu stellen, was wir eigentlich von Musik wollen. Sie existiert in unserer Gesellschaft in sehr verschiedenen Formen und erfüllt sehr verschiedene Funktionen. Zu diesen Funktionen gehören die Vermarktung unterschiedlichster Produkte, die Untermalung von Situationen, das emotionale Selbstmanagement, die Identifikation, die Distinktion und schließlich auch die künstlerische Herausforderung. Vielfach changiert eine gegebene Musik auch zwischen diesen Funktionen. Einige von ihnen werden sicher leichter oder auch ganz widerstandslos durch maschinell produzierte Musik erfüllt werden können; bei anderen wie der künstlerischen Herausforderung können wir vielleicht Impulse einer fremden Ästhetik erwarten, die aber kaum menschliche Praxis ersetzen werden, sondern sie lediglich ergänzen und selbst herausfordern.

Holly Herndon fragt: „Is permission-less mimicry the logical end point of a data-driven new musical ecosystem surgically tailored to give people more of what they like, with less and less emphasis on the provenance, or identity, of an idea? Or is there a more beautiful, symbiotic, path of machine/human collaboration, owing to the legacies of pioneers like George Lewis, that view these developments as an opportunity to reconsider who we are, and dream up new ways of creating and organizing accordingly?“<sup>8</sup> Man wird sagen müssen: Vermutlich beides, die Frage ist nur in welchem Verhältnis. Als Künstlerin jedenfalls mag es am produktivsten sein, sich die Haltung zu eigen zu machen, die Jennifer Walshe in einem Radiointerview folgendermaßen beschrieben hat: „I want the weird stuff!“<sup>9</sup>

<sup>8</sup> <https://pitchfork.com/news/holly-herndon-and-jlin-share-new-ai-generated-song-listen/>

<sup>9</sup> Theresa Beyer, *Der Musik-Cyborg II: Der Algorithmus und ich*, anzuhören auf: <https://www.srf.ch/sendungen/musikunserer-zeit/der-musik-cyborg-ii-der-algorithmus-und-ich-2>.



© Joachim Heintz | Foto: Farhad Ilaghi Hosseini

→ Joachim Heintz

## Komponieren mit ALMA

### Vorbemerkung

Da ich als Praktiker zum Musik-Workshop der Tagung eingeladen war, um das „mit Maschinen spielen“ an einem Beispiel zu zeigen, lässt sich mein Workshopbeitrag naturgemäß nicht gut in einem Text abbilden. Ich versuche in kompakter Form einen Überblick zu geben und biete nicht zuletzt Links zum Nachhören und -sehen an.

### Was ist/macht Alma?

Alma<sup>1</sup> ist ein Programm für eine live-elektronische Improvisation. Es wurde in der Audio-Programmiersprache Csound<sup>2</sup> geschrieben und umfasst etwa 2000 Zeilen Code. Zur Ausführung braucht man neben einem Laptop noch ein kleines MIDI-Keyboard, dazu ein Mikrofon für den Input und einen kleinen Lautsprecher für den Output<sup>3</sup>.

Alma ist vor allem für eine Duo-Konstellation konzipiert. Ein Mensch singt/spricht oder spielt ein Instrument. Diese Klänge werden über das Mikrofon zum Live-Input für Alma, die wiederum von einem zweiten Menschen (meist ich selbst) gespielt wird.

Das Alma-Programm vollzieht zwei Operationen. Zunächst wird der Input analysiert. Dabei werden Marker gesetzt, so dass der vom Programm aufgenommene Klang als Ansammlung von Schnipseln verschiedener Größe vorliegt. Diese Schnipsel werden dann in verschiedenen Formungen zurückgespielt. Beide Teile schildere ich im Folgenden etwas genauer.

<sup>1</sup> Alma entstand 2015 im Rahmen von Entwicklungen zu Live-Elektronik und gesprochener Sprache. Ihr kleiner Bruder ist Knuth, der einen ganz anderen Aspekt von Sprache behandelt (<http://joachimheintz.de/knuth.html>).

<sup>2</sup> Csound wurde von Barry Vercoe am MIT entwickelt und 1986 veröffentlicht. Es geht unmittelbar auf die von Max Matthews entwickelten Programme zurück, vor allem MUSIC

<sup>11</sup>. Vgl. V. Lazzarini et. al.: Csound, A Sound and Music Computing System, Springer 2016. Csound ist Open Source und plattformübergreifend: [www.csound.com](http://www.csound.com). Für die grafische Oberfläche benutze ich das von Andrés Cabrera entwickelte CsoundQt: <http://csoundqt.github.io>

<sup>3</sup> Ich benutze normalerweise einen Studio-Monitor-Lautsprecher, z. B. Yamaha MSP-7.



## Analyse des Inputs

Angelehnt an verschieden große Einheiten, die sich in der Sprache etwa als Laute, Silben und Wörter unterscheiden lassen, analysiert Alma das hereinkommende Signal in vier Schichten auf verschieden große Einheiten<sup>4</sup>. Wie groß eine Einheit ist, hängt sowohl von den gewählten Werten für die Analyse einer Schicht ab wie auch vom Input. Wenn ich beispielsweise den Satz „Alma hat keine Künstliche Intelligenz“ als Input gebe, analysiert die erste Schicht darin 8 Einheiten, die zweite Schicht analysiert 9 Einheiten, die dritte Schicht analysiert 75 und die vierte Schicht analysiert 11 Einheiten<sup>5</sup>. Kurioserweise ist das Wort „Alma“ in allen Schichten nur eine Einheit, weil beim Sprechen durch die Kombination der Laute praktisch nirgends eine Trennung entsteht. Dagegen hat das Wort „künstliche“ in Schicht eins 3 Einheiten, in Schicht drei dagegen 13.

Alma trennt Einheiten rein klanglich. Bei gesprochener Sprache erlebt man oft Überraschungen, weil nicht die Wortgrenzen Trennungen bilden, sondern Artikulationen, derer man sich beim Sprechen oft nicht bewusst ist. Bei einem Instrument wird ein langer konstanter Ton als Einheit behandelt werden, während ein in sich bewegter Ton wahrscheinlich in kleine Einheiten zerteilt wird. Das Ergebnis der Analyse kann man sich so vorstellen, dass in vier Regalen die Einheiten nebeneinander liegen. Die Einheiten in Regal 1 werden im Durchschnitt größer sein als in Regal 2, aber auch in Regal 1 sind die Einheiten verschieden groß, je nach der Art des Inputs.

<sup>4</sup> Das technische Verfahren ist einfach: Die Energie (rms) des Signals wird in verschiedener Glättung mit einem Schwellwert verglichen. Wird dieser Wert für eine bestimmte Zeit unterschritten, gilt der davorstehende und der darauffolgende Abschnitt als Einheit. An den Kreuzungspunkten wird ein Zeitmarker gesetzt, so dass die Einheiten später verfügbar sind.

<sup>5</sup> Die minimalen Zeiten für die Unterschreitung des Schwellwerts sind dabei: 0.05 Sekunden für Schicht 1, 0.02 Sekunden für Schicht 2, 0.001 Sekunden für Schicht 3, 0.01 Sekunden für Schicht 4.

## Geformte Wiedergabe

Wenn eine Taste des Midi Keyboards gedrückt wird, wird eine bestimmte Anzahl von Schnipseln in einem bestimmten Modus herausgespielt. Es gibt vier Modi, die mit den vier Schnipselsammlungen korrespondieren:

- 1 Der erste Modus setzt silbenähnliche Einheiten in neuer Reihenfolge zusammen („NewLang“).
- 2 Der zweite Modus liest die Einheiten in einem eigens implementierten „Scratching“ so, dass Assoziationen an Meeresbrandung entstehen („Wave“).
- 3 Der Dritte Modus nimmt sehr kleine Einheiten und spielt sie mit distinkten Rhythmen heraus („Rtm“).
- 4 Der vierte Modus analysiert eine einzelne Einheit in Bezug auf das Spektrum. Eine Anzahl der prominentesten Teiltöne wird dann in einer Dehnung von 1 (= natürliche Dauer) bis 1000 (= extrem gedehnt) herausgespielt („Fly“).

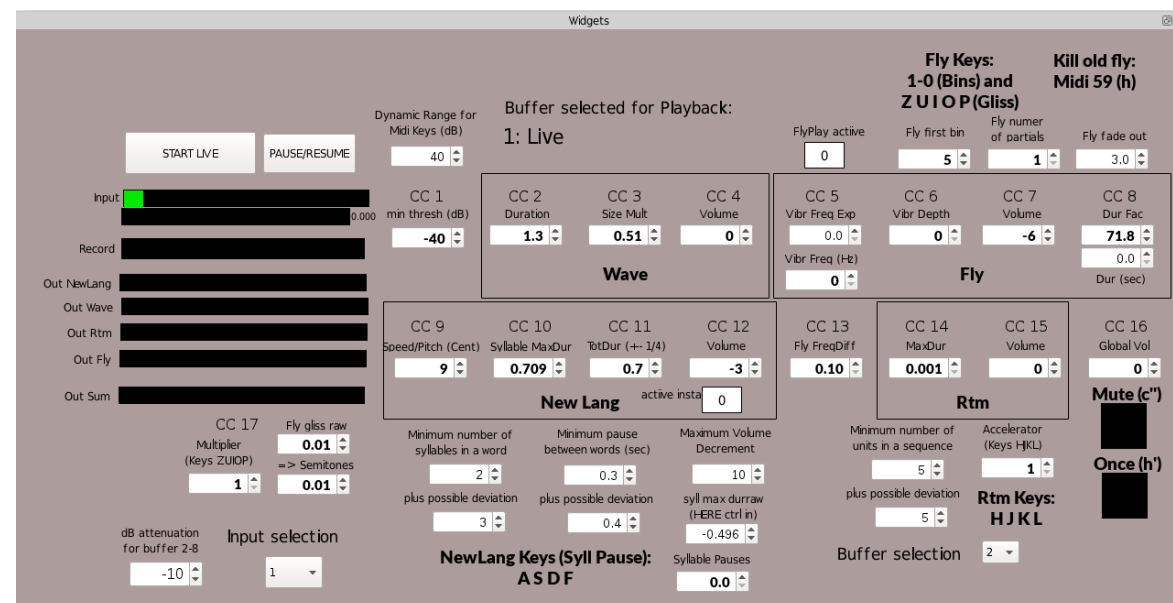
Ein Modus wird nicht durch eine einzige Taste ausgelöst, sondern durch eine von vier möglichen Tasten. Beispielsweise wird der erste Modus ausgelöst, wenn die Taste C oder D oder E oder F gedrückt wird. Der Grund dafür ist, dass jede dieser Tasten eine andere Region der Schnipsel auswählt. Um wieder den Vergleich mit dem Regal zu nehmen: Wenn ein Regal einen Meter lang ist, wobei links die Gegenwart und rechts die älteste Vergangenheit liegen, dann wählt die Taste C das linke Viertel (0-25 cm) aus, die Taste D das nächste Viertel (25-50 cm), Taste E wiederum das folgende (50-75 cm), und Taste F das letzte Viertel (75-100 cm). Wenn dieser eine Meter vier Minuten von aufgezeichnetem und analysierten Live-Input entspricht, bedeutet das: C wählt Schnipsel von der Gegenwart bis zu einer Minute rückwärts aus, D von einer bis zwei Minuten rückwärts, E von zwei bis drei Minuten rückwärts, F von drei Minuten rückwärts bis zum Beginn der Aufzeichnung.

Dadurch gibt es das für das Spielen von Alma typische Verhältnis von Entscheidung und Unbestimmtheit: Als Spieler entscheide ich durch das Drücken der Taste, aus welchem der vier Sektoren der Vergangenheit Schnipsel genommen werden, aber Alma „entscheidet“, welche das im einzelnen sind. Wenn ich beim Spielen das Bedürfnis habe, die letzte Sequenz zu wiederholen, kann ich das durch eine andere Taste erreichen. So ist ein gewisses Festhalten der ansonsten flüchtigen und sich stetig variierenden Gestalten für einen Moment möglich.

# Differenzierungen

Jeder der vier Modi hat eine Anzahl von Parametern, die vom Spieler verändert werden können. Die einfachste Veränderung ist die der Lautstärke durch die Intensität des Tastendrucks. Die anderen Parameter werden über Drehregler (Knobs) oder die Computertastatur gesteuert. Vielleicht genügt ein Blick auf die grafische Oberfläche, um einen Eindruck zu bekommen:

32

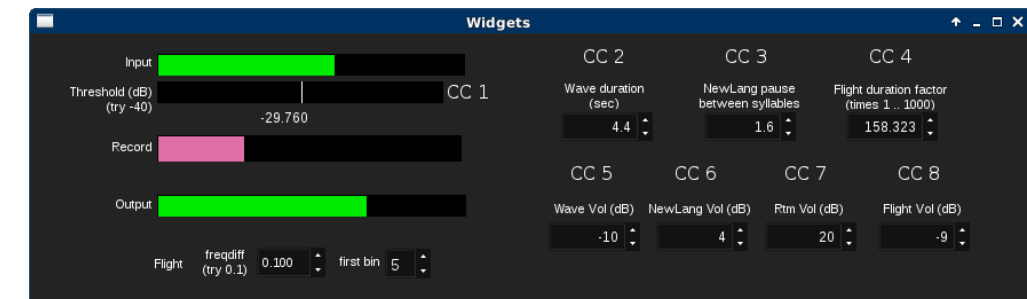


Man könnte leicht noch mehr Differenzierungen einführen. Für Spieler, die sieben Arme und drei Köpfe haben, wäre auch dann Alma sicher noch spielbar ...

# Almas Entwicklung

Die erste GUI<sup>6</sup> vor vier Jahren sah so aus

33



Ein Strang der Entwicklung besteht also darin, mehr Differenzierungen einzuführen. Insbesondere entstand beim Spielen von Alma das Bedürfnis, die doch sehr verschiedenen Modi einander annähern zu können. So habe ich beispielsweise die Möglichkeit eingebaut, bei Modus 1 („NewLang“) die Schnipsel verkleinern zu können, wodurch sich ein klanglicher Übergang zu Modus 3 („Rtm“) ergibt.

Die Grundidee hinter Alma ist, dem Improvisationspartner eine veränderte Version seiner Vergangenheit als neue Gegenwart zurückzuspielen. Irgendwann zeigte sich aber, dass es doch zu eingeschränkt ist, nur den Live-Input als Quelle zu haben. Manchmal möchte man auch ganz anderes Material in die Improvisation hineingeben. Deshalb habe ich eine Anzahl von Klängen vorproduziert, und ich kann beim Spielen durch Drücken von bis zu sieben Pads zwischen dem Live-Input und diesen voranalysierten Klängen umschalten. Da die Klänge in genau gleicher Weise von Alma analysiert wurden, bleibt die grundlegende Klanglichkeit erhalten, aber es öffnen sich ganz neue Assoziationsräume. Ich verwende für die vorproduzierten Klänge sowohl Aufnahmen von früheren Improvisationspartnern, als auch Aufnahmen eines Fotokopierers, brüllender Schweine, knisternden Reisigs oder aufgeladene O-Töne wie das „I have a dream“ von Martin Luther King.

6 GUI = Graphical User Interface

# Beispiele

Alma wäre nicht möglich gewesen ohne die vielen Musikerinnen und Musiker, durch die ich Alma gelernt habe<sup>7</sup>. Wenigstens einige von ihnen möchte ich hier nennen. Am Anfang stand die Zusammenarbeit mit Laureline Koenig, die Alma noch in einer Art Selbstgespräch selbst gespielt hat. Später war die Zusammenarbeit mit Elke Schipper, Günter Christmann und Michael

Griener besonders wichtig, die in einer CD und mehreren Konzerten mündete<sup>8</sup>. Derzeit arbeite ich besonders mit der iranischen Sängerin Shaghayegh Bagheri zusammen<sup>9</sup>.

Alma ist für mich als Musiker ein Beispiel für das, was Christian Grüny so treffend „mit Maschinen spielen“ genannt hat. Bestimmte Entscheidungen werden der Maschine überlassen, teils weil es zweckmäßig ist, wenn man mit einer so großen Anzahl von Schnipseln arbeitet, teils aber auch, weil es gut ist sich überraschen zu lassen (und darauf dann wiederum zu reagieren). Nun ist die Maschine hier aber ein selbst geschriebenes Programm. Die Entschei-

dungen, die diesem Programm zugrunde liegen, sind künstlerische. Es gab für mich bei der Entwicklung von Alma nie auch nur ansatzweise das Gefühl, ich könnte als Musiker überflüssig werden. Vielmehr gibt mir Alma die Möglichkeit, mich in einer spezifischen Weise als Improvisator zu äußern. Wer eine ähnliche Erfahrung gemacht hat, ist nochmal schockierter über die Manipulationen und Verformungen, mit denen uns die Welt der Computer sonst oft entgegenkommt. Es ginge auch anders.

»Bestimmte Entscheidungen werden der Maschine überlassen, teils weil es zweckmäßig ist, wenn man mit einer so großen Anzahl von Schnipseln arbeitet, teils aber auch, weil es gut ist sich überraschen zu lassen.«

<sup>7</sup> Einiges ist auf <http://joachimheintz.de/alma.html> versammelt.

<sup>8</sup> Näheres dazu auf <http://joachimheintz.de/reziprok.html> (gefördert von der Stiftung Niedersachsen).

<sup>9</sup> <http://joachimheintz.de/seyr-und-silence.html>

→ Dr. Gesa Schönermark

## Diskussionsreflexion

„Mit Maschinen spielen“ nannte Christian Grüny seinen Beitrag auf der LINK-Tagung und hat damit bereits ein Statement gesetzt, das sich im gesamten Workshop widerspiegelte. Die ersten Ansätze von Künstlicher Intelligenz in der Musik bringen zwar Neues und zum Teil auch Unvorhergesehenes, aber alle bisherigen Programme und Maschinen sind letztendlich nur neue künstlerische Werkzeuge. Wichtig erscheint Grüny, dass Künstliche Intelligenz in der Musik kein rückwärtsgewandter Blick auf den Mythos des künstlerischen Schöpfungssubjekts sein darf. Das Material, mit dem Künstler und Künstlerinnen arbeiten, war niemals neutral. Mithilfe des von Bruno Latour geprägten Begriffes des „Aktanten“ sieht Grüny Beschreibungsmöglichkeiten von mitwirkendem Material des Nichtmenschlichen, das schon immer bestand.

Das daraus erwachsene und längst allgemein anerkannte Verständnis von künstlerischer Subjektivität wird durch den Einsatz von Maschinen erweitert. Modernes Komponieren bedeutet lediglich das Arbeiten mit elektronischen Maschinen. Nicht die Kontrolle über die künstlerischen Werkzeuge ergeben Neues, sondern Abweichendes oder sogar Fehlerhaftes. Insgesamt werden die Musik und das Komponieren wieder interessanter. Gemeinsames Improvisieren zwischen Mensch und Maschine ist allerdings noch schwierig, es existiert lediglich ein Zwischenstadium der fremden Intelligenz.

Das Beispiel dafür lieferte Joachim Heintz mit der von ihm programmierten Maschine „Alma“. Die Idee, sich eine Improvisationspartnerin zu erschaffen, die Klänge aufnimmt und sie verändert, um wieder neue Assoziationsräume zu eröffnen, war eine spielerisch-künstlerische. Dass dabei auch eine Grauzone entsteht, auf die er als ihr Schöpfer keinen Einfluss nehmen kann, wird eher als ein kreativer Raum gesehen, nicht als eine mögliche Bedrohung. Auch Heintz sieht in den technischen Möglichkeiten vorrangig eine Erweiterung des Spektrums von Kompositionsansätzen. Dabei unterscheidet er deutlich, dass eine Künstliche Intelligenz von außen auf den Entstehungsprozess einwirkt, während eigene – menschlich geschaffene – Töne Teil der inneren Arbeitsweise sind. KI ist also noch kein integraler Bestandteil des Komponierens, auch wenn die Maschine „Alma“ einen menschlichen Namen trägt, was den Gästen des Workshops keiner weiteren Erwähnung wert schien.

Beide Vortragenden und auch die Gäste des Workshops sehen in den neuen technischen Möglichkeiten keine bedrohliche Gefahr, die die Komponisten und Komponistinnen verdrängt, sondern innovative Erweiterungsmöglichkeiten, die Musik interessanter machen.

Immer wieder wurde aber auch thematisiert, dass es philosophische Fragestellungen hinter diesen technischen Möglichkeiten gibt, denen sich Musiker und Musikerinnen auch stellen müssen: Was wollen wir heute von Musik? Was ist Musik und was ist gute Musik? Suchen wir nach Optimierung im Kompositionsprozess oder nach stärkeren Ausdrucksmöglichkeiten von Empfindungen?

# Workshops

## Theater & Tanz

Rollentausch

Stefan Kaegi

Theater im digitalen

Zeitalter

Kay Voges

Im Theater wird auf unterschiedlichen Ebenen mit den Themen, Herausforderungen und Möglichkeiten der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz experimentiert. Vielerorts stehen die gesellschaftlichen Veränderungen und Fragen danach, wie die Technik den Menschen beeinflusst und wie wir zukünftig mit der Macht bzw. den Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz umgehen, im Vordergrund. Das Themenspektrum reicht von „smarten“ Küchen und Städten über Roboter jeglicher Art bis hin zu autonomen Waffen- und Überwachungssystemen sowie den Möglichkeiten, die durch Social-Media-Kanäle entstehen. Stefan Kaegi vom Theaterkollektiv Rimini Protokoll stellte seine aktuelle Arbeit „Unheimliches Tal/Uncanny Valley“ vor, in der ein eins-zu-eins nachgebildeter Roboter-Alter-Ego des Autors Thomas Melle auftritt und über das Thema „Mensch und Maschine“ reflektiert. Zu den Experimenten mit neuen Formaten und digitaler Technik zählen auch die Projekte des Intendanten des Schauspiels Dortmund Kay Voges, der in seiner aktuellen Inszenierung „Die Parallelwelt“ gleichzeitig in Berlin und Dortmund simultan spielen lässt: eine Geschichte, die auf zwei Bühnen mit zwei Ensembles an zwei Orten zeitgleich stattfindet. Das Geschehen wird über Glasfaserkabel in Sekundenschnelle von einem Ort zum anderen transportiert. Dass diese Experimente nicht nur eine logistische Herausforderung bedeuten, sondern vor allem eine stabile, hochwertige technische Ausstattung brauchen und im Arbeitskontext neue Rahmenbedingungen erfordern, versteht sich von selbst. In Dortmund wurde als Vorreiter in diesem Feld der Betrieb der „Akademie für Theater und Digitalität“ aufgenommen. Sie ist ein europaweit einzigartiges Modellprojekt für digitale Innovation, künstlerische Forschung und technikorientierte Weiterbildung. Es geht darum, die Theater in Deutschland für die kommenden Herausforderungen in der Digitalen Moderne fit zu machen: technologisch, gesellschaftlich und inhaltlich. Kay Voges ist Gründungsdirektor und stellte erste Zielsetzungen der neuen Akademie vor.





© Stefan Kaegi

→ Stefan Kaegi

## Rollentausch

Mit „Uncanny Valley“ (dt. Unheimliches Tal) wird jenes Phänomen bezeichnet, bei dem Roboter von Menschen nicht umso mehr akzeptiert werden, je menschenähnlicher sie werden; das Gegenteil ist zu beobachten: Je ähnlicher Roboter den Menschen werden, desto beklemmendere Gefühle lösen sie aus. Ein solches Unbehagen dürfte paradoxerweise erst dann aufhören, wenn Roboter und Menschen nicht mehr unterscheidbar sind. Stefan Kaegi, Regisseur und Mitbegründer des Theaterkollektivs Rimini Protokoll, hat sich mit dem Schriftsteller Thomas Melle in dieses unheimliche Tal begeben. Ein theatralischer Reisebericht. Mal ehrlich: Wer steigert nicht gerne Effizienz durch Rechenleistung? Wer schließt nicht seine Gedankenlücken durch Speicherplatz? Und wer lindert seinen Schmerz nicht durch Medikamente? Doch wie weit sind wir bereit, zu gehen? Und wie weit sind wir bereit, uns selbst aus dieser Gleichung herauszustreichen, wenn wir uns als fragilsten Faktor im System herausstellen? Die Anfangsthese meines Theaterprojektes Uncanny Valley ist, dass sich im Theater eine Frage stellen lässt, die die Gesellschaft in allen von Robotik bedrohten Arbeitsfeldern betrifft (und das sind ja bekanntlich alle). Warum nicht hier zur Robotik greifen, wo Wiederholbarkeit zur Bedingung von Genialität geworden ist: im Repertoirebetrieb des deutschen Stadttheaters.

Vor einem guten Jahr entstand die Idee, auf einer Bühne, wo Darsteller normalerweise eine scheinbar einmalige Aura ausstrahlen, einen Körper hinzusetzen, der ohne zu klagen immer wieder auftritt, um seinen eigenen Entstehungsprozess zu reflektieren: einen künstlichen Klon, angetrieben durch Strom und DMX-Signale.

Ich habe also gemeinsam mit dem Schriftsteller Thomas Melle eine Kopie von Thomas Melle erstellt. In der Maskenabteilung der Münchner Kammerspiele wurde der Schriftsteller in einer Prozedur, die – wie er selbst sagt – vergleichbar mit dem Abnehmen einer Totenmaske ist, in Silikon abgegossen. Es entstand eine künstliche Haut, die ihrem Original zum Verwechseln ähnlich sieht. Eine Berliner Mechatronik-Tüftler-Bude entwickelte gleichzeitig das Innenleben: ein Skelett aus maßgenau 3D-gedruckten Körperteilen, angetrieben durch 32 Servomotoren. →

Ein komplexes Unterfangen, das zum Nachdenken übers Menschsein anregt – wie jedes Selbstportrait: egal ob Höhlenmalerei, Tuschezeichnung, Plastik oder Selfie. Um Körper künstlich zu reproduzieren, schaut man jedes Detail der Natur genau an. Allerlei Inspiration für das philosophisch versierte Original und seinen Text.

Robotik kann alles, aber eben nur, wenn die Ingenieure wissen, was sie können soll. Ich als Regisseur musste mir plötzlich am Reißbrett ausdenken, was ich sonst Probe für Probe entwickle und verfeinere. Thomas Melle musste mitansehen, wie nach und nach eine zunächst recht klapprige Variante seiner selbst entstand.

Denn – das ist wohl die erstaunlichste Erfahrung aus diesem Projekt – ein Humanoid ist eben alles andere als eine immaterielle Künstliche Intelligenz. Das Wort „Roboter“ löst ja oft Ängste vor Killermaschinen aus, die nicht nur schneller als wir rennen, schießen oder fliegen können, sondern auch noch jede Verletzung medusengleich wegstecken. Unser Humanoide hatte dagegen während der Proben nervöse (elektronische) Zuckungen

in den Fingerspitzen und brach sich schon nach der zweiten Vorstellung das Genick. Das wurde zwar in den zwei verbleibenden Stunden vor der Vorstellung repariert, löste aber nicht weniger Adrenalinschübe bei allen Beteiligten aus als Heiserkeit bei Opernsängern.

Überhaupt: Selten habe ich so viel Angst um einen Darsteller gehabt. Kaum je so viel Empathie. Kein Wunder: Nie hatte ich so viel Zeit damit verbracht, einem Performer Wort für Wort das Sprechen beizubringen. Ihm auch noch die kleinste Regung seines Handgelenks in sekundengenauer Beschleunigungskurve vorzugeben. Kindererziehung stelle ich Nicht-Vater mir dagegen als ein Kinderspiel vor.

Denn wie jeder Roboter kann auch dieser nur genau das, wofür er eben gebaut ist: Roboter in der Industrie können Autos bauen, aber nie-

manden umarmen, Schach-Bots können matt setzen, aber nicht kochen und so kann eben auch dieser Theaterroboter nicht töten oder lieben, sondern nur darstellen.

Da aber nun unsere eigene Funktion – nicht nur im Theater, sondern auch im Büro, im Netz und im Familienalltag – zu großen Teilen darin besteht, uns selbst darzustellen, trifft der Roboter als Darsteller letztlich doch einen sensiblen Nerv seiner Zuschauer. Als Publikum sind sie nämlich darauf programmiert, sich mit dem da vorne zu identifizieren. Sie leiden mit. Einige haben Tränen in den Augen, andere beteuern mir, sie hätten in unserem Humanoiden einen begabten Schauspieler bewundert, der seine Rolle als Roboter virtuos erfülle. Offenbar schafft es der Humanoide mit seinen Worten, seiner Mimik und einem sensiblen Tanz, im Publikum jene Regungen auszulösen, die in ihnen

»Ein Humanoid ist eben alles andere als eine immaterielle Künstliche Intelligenz. Das Wort „Roboter“ löst ja oft Ängste vor Killermaschinen aus, die nicht nur schneller als wir rennen, schießen oder fliegen können, sondern auch noch jede Verletzung medusengleich wegstecken.«

bisher nur lebende Darsteller ausgelöst haben. Er schafft es, in ihnen das Programm zu starten, das sie dazu bringt, selbst ein ganz normales Publikum darzustellen, das sich identifiziert und am Ende zwar zögerlich – aber dann doch – applaudiert.

Dieser Applaus ist nämlich das eigentliche Ereignis. Es ist ein Applaus, der erst gewohnheitsmäßig anschwillt, dann verunsichert abbricht, um dann doch gegen Ende des Abspans nochmal wiederzukommen. Ein kleiner rebellischer Akt, der versucht, sich der Routine zu entziehen – um wenig später doch wieder in dieselbe zurückzufallen.

Wie weit also sind wir bereit, für eine gesteigerte Effizienz zu gehen? Hilft uns Effizienz auch dann noch, wenn wir selbst gar nicht mehr dabei sind?

Nach der Premiere jedenfalls wurde die mechatronische Kopie von Thomas Melle in einer Kiste mit martialisch justierter Halsbefestigung verstaut, während Thomas und ich uns zur Premierenparty aufmachten – mit einem schalen Gefühl von Mitleid, dem Leid also, ebendiese Emotion nicht mit der Kopie teilen zu können. Der Kopie also, die wir schufen, um nicht zu leiden. Dass der Humanoide dieses Gefühl nicht erwidert, gehört für ihn zu seiner Definition – und für uns zum unheimlichen Tal, das uns von ihm trennt.

→ Der Artikel wurde erstmals im Magazin der Kulturstiftung des Bundes veröffentlicht.



© Kay Voges | Foto: Marcel Urlaub

→ Kay Voges

## Theater im digitalen Zeitalter

Mit der „Akademie für Digitalität und Theater“ entsteht am Theater Dortmund ein europaweit einzigartiges Modellprojekt für digitale Innovation, künstlerische Forschung und technikorientierte Weiterbildung. Sie vernetzt in einer neuartigen Struktur Partner aus Kultur, Wissenschaft und Wirtschaft horizontal und international miteinander. Die Spielplangestaltung des Schauspiel Dortmund und die Vergabe von Forschungsresidenzen werden eng miteinander verzahnt, so dass vielfältige Synergieeffekte entstehen und die Anzahl von anwendungsbezogenen Kooperationsmöglichkeiten stetig steigt. Die Akademie will Technologie mit den Mitteln der Kunst entwickeln, ausprobieren und ihre komplexen Auswirkungen für die Menschen befragen – ohne ökonomischen Druck und mit der Möglichkeit, auch mal zu scheitern. Damit übernimmt sie auch eine zivilgesellschaftliche Verantwortung, die Wirtschaftsunternehmen unter dem Druck ihrer Bilanzen nicht wahrnehmen können.

### Drei Säulen bilden die Grundstruktur der Akademie:

Labor: Halbjährlich vergibt die Akademie neun Stipendien mit Residenzpflicht in Dortmund an herausragende Künstler\*innen, Techniker\*innen oder Wissenschaftler\*innen.

Studium: In Kooperation mit der Folkwang Universität der Künste und/oder der FH Dortmund wird ein international akkreditierter, künstlerisch-technologischer Master-Studiengang „Theater und Digitalität“ eingeführt. Hier sollen Künstler\*innen und Techniker\*innen für ein zeitgenössisches und zukunftsweisendes Theater für die Digitale Moderne ausgebildet werden.

Qualifizierung: Die Akademie schreibt deutschlandweit und international Weiterbildungsprogramme für die technisch-handwerklichen und technisch-künstlerischen Berufe am Theater aus. Darüber hinaus werden tradierte Arbeitsstrukturen und -hierarchien an den Theatern analysiert und im Hinblick auf den digitalen Wandel neu gedacht.

<https://theater.digital>

→ Daniela Koß

## Diskussionsreflexion

Die Transformation im Theater ist nicht nur notwendig, sondern findet in Ansätzen bereits statt. Anhand von ersten digitalen Projekten konnte der Anwendung komplexer Technologien nachgespürt und deren Dimension für das Theater reflektiert werden. Allerdings wurde deutlich, dass bisher noch keine Künstliche Intelligenz angewandt wurde, sondern überwiegend mit den technischen Möglichkeiten der Digitalisierung experimentiert wurde. Die neuen Formate benötigen andere Rahmenbedingungen und stellen die Theater-schaffenden vor neue Herausforderungen: von der Zusammenarbeit mit Programmierern und Mechatronikern „auf Augenhöhe“ über die konzeptionelle Arbeit der Regie bis hin zu der Auseinandersetzung zwischen Mensch und Maschine. Es erfordert neue Fertigkeiten, offenere Strukturen und vor allem viel Mut, Neues zu wagen. Was aber bedeuten Vernetzung, Digitalisierung oder die Anwendung von Künstlicher Intelligenz für das Theater, das immer noch als Ort gilt, in dem Menschen Raum und Zeit miteinander teilen? Dieses Verständnis scheint überholt zu sein. Die Begriffe Raum und Zeit werden durch Virtual und Augmented Reality neu definiert und für den Zuschauer eröffnen sich neue Erlebniswelten. Hier liegt laut Kay Voges die Zukunft des Theaters. Wichtig ist, nicht den Anschluss zu verlieren und das Feld anderen zu überlassen, sondern Theater mit den neuen technischen Möglichkeiten zu gestalten, zu experimentieren und auch einmal ein Scheitern zu riskieren. Wohin der Weg führt, ist noch offen und gilt es herauszufinden. Vielerorts fehlt für digitale/KI-Experimente aktuell die technische Ausstattung und das Know-how. Die Strukturen und Rahmenbedingungen im Stadt- und Staatstheaterbetrieb sind derzeit noch nicht auf digitale Projekte eingerichtet und müssen zukünftig angepasst werden. Zudem verhindert der Produktionsdruck die Möglichkeit der Weiterbildung und das Entwickeln von Innovationen. Nicht jeder muss das spezifische Know-how für die verwendete Technik haben, aber alle sollten ein gemeinsames Verständnis von den Dingen haben, um Missverständnissen vorzubeugen.

Bei allen Herausforderungen, die neue Formate und die Anwendung der Technik mit sich bringen, steht nach wie vor die inhaltliche Auseinandersetzung und das Erzählen von Geschichten im Vordergrund. Das Interesse besteht laut Stefan Kaegi nicht darin, die neueste Technik auszuprobieren, sondern mithilfe dieser über Menschen und politische und soziale Zusammenhänge zu sprechen. Denkbar wäre bei seinem Roboter-Projekt zum Beispiel auch ein „Melle-Avatar“ gewesen. Indem man unzählige Texte von Melle einspeisen würde, könnte man mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz ein möglichst authentisches Gespräch mit dem „Melle-Avatar“ führen. Diese zufällig generierten Antworten sind für Stefan Kaegi im Theaterkontext eher uninteressant. Wichtiger ist nach wie vor der inhaltliche Zugriff auf ein Thema und der Mensch steht –auch wenn Maschinen agieren– im Vordergrund.



# Workshops

## Literatur

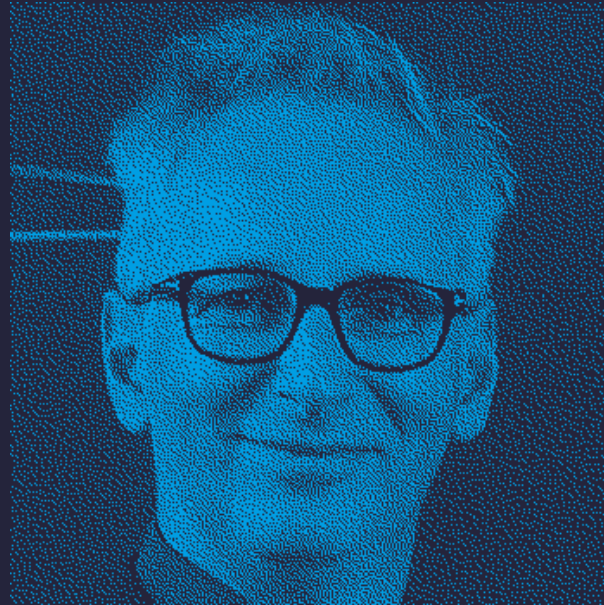
Der Tag, an dem der Computer einen Roman schrieb. Über die Möglichkeiten und Grenzen maschineller Literatur

Gerhard Lauer

Nachbericht zum Vortrag:  
„Eloquentron3000 – Bots und Literatur“

Fabian Navarro | Selina Seemann

Sprache ist das genuine Werkzeug aller Vermittlung. Dennoch entzieht gerade sie sich der Automatisierung. Zwischentöne, Stilmittel und das berühmte „zwischen den Zeilen“ lassen sich – noch (?) – nicht regelkonform erfassen. Der Workshop „Kann KI Literatur?“ geht der Frage nach, in welchen Bereichen unterschiedliche Textformen durch Maschinen hergestellt werden können, welche Qualität sie haben und wie viel menschliche Mitwirkung sie noch benötigen. Zugleich erfahren wir auch, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf unser Sprech- und Schreibverhalten sowie auf den Literaturbetrieb hat. Unsere Gäste werden uns zeigen, wie weit die Kreativität der Maschinen reicht. Eingeladen haben wir Gerhard Lauer, der Professor für Digital Humanities an der Universität in Basel ist und uns Erstaunliches aus der digitalen und KI-Welt berichten wird. Nicht weniger erstaunlich sind unsere weiteren Gäste: Selina Seemann und Fabian Navarro, die in der PoetrySlam-Szene große Stars sind, stellen uns ihre Maschine „Eloquentron 3000“ vor. Was diese Maschine alles schon kann, wie sie arbeitet und warum die beiden sie erschaffen haben, werden sie im Workshop erläutern.



© Gerhard Lauer

→ Prof. Dr. Gerhard Lauer

# Der Tag, an dem der Computer einen Roman schrieb. Über die Möglichkeiten und Grenzen maschineller Literatur

2016 erschien das erste sogenannte „driverless magazine“ (The Drum, 2016). Zum ersten Mal wurde ein Magazin, hier die Zeitschrift „The Drum“ im Bereich von Marketing und Medien, komplett von der künstlichen Intelligenz IBM Watson geschrieben; die Artikel, aber auch die Bilder und deren Beschriftung hat die Maschine erstellt. 2017 kam das Album „I AM AI“ heraus, komponiert von der künstlichen Intelligenz Amper Music, wenn auch von Menschen nachträglich überarbeitet (Break Free, 2017). Etwa 500 Millionen Menschen haben sich aus diesem Album auf YouTube den Song „Break Free“ angehört. Und 2018 erschienen fünf Kapitel einer Fortsetzung der Romanserie „A Song of Ice and Fire“ unter dem Titel „The Winds of Winter“, nicht geschrieben vom Autor der Serie George R.R. Martin, sondern von dem Machine Learning Programm des Informatikers Zack Thoutt, einem enthusiastischen Leser der Romanserie (Thoutt 2017). Übernimmt Künstliche Intelligenz nun auch die Kultur und schreibt, malt und komponiert? Vielleicht ist das neu und erfreulich. Technik, Literatur. Kritik» argumentiert Kathrin Passig (2019), dass hergebrachte Kategorien wie die des Autors oder des Werks aufgebrochen würden und zukunftsweisende Schreibweisen an Raum gewinnen.

Tatsächlich sind die maschinengestützten Schreibweisen wenig eindrucksvoll, zumindest derzeit. Ein Satz wie der aus „The Winds of Winter“ „Once, she thought, it was wrong, climbing through the cloudless terrible light noise that was no last snow. Jon did not need to share a cup or part of it, but maybe this, a fat little blind girl.“ ist zwar in der Perspektive der Deep Learning-Technik eindrucksvoll, denn hier hat ein System Grundzüge der englischen Sprache unüberwacht gelernt und so etwas wie Erzählen versucht. Aber eine sinnvolle Bedeutung entsteht daraus noch nicht. Dass „Snow“ in der Romanserie ein Name, aber wegen der Handlungszeit des nahenden, langen Winters auch den Schnee bezeichnet, ist dabei einer der Fehler, die man dem intelligenten System noch am ehesten nachsieht. In anderen Bereichen, wie etwa der automatisierenden Erstellung von Pressemeldungen und Geschäftsberichten oder auch der Zusammenfassung eines Forschungsstandes (Beta Writer, 2019), sind künstliche Systeme wie Sensemaker, Narrative Science, oder Automated Insights schon weit erfolgreicher. Ist es daher nur eine Frage der Zeit, dass nicht bald schon Künstliche Intelligenz-Systeme auch unsere Romane schreiben, unsere Musik herstellen und unsere Bilder malen werden? →

**»Dass es automatische Romane noch nicht gibt, hat mehrere Gründe. Da ist das Fehlen geeigneter Trainingsdaten, auf denen Künstliche Intelligenz lernen könnte; aber auch der simple Umstand, dass wir mindestens derzeit über keine generelle Maschinenintelligenz verfügen, nur über eine domänenspezifische, schwache Intelligenz.«**

Zunächst ist die Vorstellung einer Maschinenkunst eine alte Phantasie (Dreher, 2011; Rosen, 2011). Die Avantgarden haben schon vor hundert Jahren davon geträumt, die Künste mit Hilfe der Maschinen aus den Einsargungen des bürgerlichen Kunstbetriebs zu befreien. Tristan Tzaras Manifest „Um ein dadaistisches Gedicht zu machen“ von 1920 zeugt von dieser Phantasie ebenso wie Raymond Roussels „Lesemaschine“ von 1937. Zur Reihe experimenteller Prosa zählen so unterschiedliche Projekte wie die 1952 auf einem Ferranti Mark I geschriebenen „Love-Letters“ des britischen Mathematikpioniers Christopher Strachey, Konrad Bayers Prosatext „der vogel singt. dichtungsmaschine in 571 bestandteilen“ von 1958 oder der von Max Bense und Theo Lutz auf der Grundlage von Kafkas „Schloss“ auf dem Zuse Z22 stochastisch erstellte Texte von 1959 (Nake, 1974). Die Beispiele lassen sich leicht fortsetzen, etwa mit den Arbeiten der Gruppe OuLiPo bis hin zu Enzensbergers Poesie-Automat von 1998. Aktuellere Beispiele finden sich bei so unterschiedlichen Künstlern

wie Genco Gulan (2010) und seiner QR-Code-Poesie, in Mary Flanagans Geisterbuch (Flanagan, 2017) oder in den Virtuelle-Realität-Gedichten des Apvis-Studios (Albers & Hamel, 2019). Aber schon diese knappe Liste zeigt, dass es hier eher um ein Nischenphänomen geht. Die Hauptgattung ist die Lyrik, die Verfahren sind eher aleatorisch, dazu kommen utopische oder auch dystopische Gesellschaftstheorien und eine Ästhetik der Avantgarde, die alle nicht geeignet sind, um glaubhaft einen maschinellen Turn im Feld der Literatur zu behaupten.

Dass es automatische Romane noch nicht gibt, hat mehrere Gründe. Da ist das Fehlen geeigneter Trainingsdaten, auf denen Künstliche Intelligenz lernen könnte; aber auch der simple Umstand, dass wir mindestens derzeit über keine generelle Maschinenintelligenz verfügen, nur über eine domänenspezifische, schwache Intelligenz. Vor allem aber existiert keine hinreichend formalisierbare Erzähltheorie, die sich in Algorithmen umsetzen lassen würde. Eine schlichte Kürzest-erzählung wie etwa Ernest Hemingways berühmte Sechswörter-Geschichte (For sale: Baby shoes, never worn) gewinnt ihre Bedeutung aus dem Kontext, dem Wissen um die Bedeutung einer Fehlgeburt (Haglund, 2013), der nicht auf der Oberfläche des Textes zu finden ist. Künstliche Intelligenz scheitert hier. Auch Redeweisen lassen sich nur sehr eingeschränkt automatisiert erkennen, Ereignisse und Handlungen nur unzureichend segmentieren, Raum- und Zeitindikatoren sind schwer aufzulösen, Motivationen von Figuren noch schwerer zu erschließen, Perspektivwechsel sind kaum zu identifizieren oder auch uneigentliche Redewendungen und Metaphern mit ihrer kontraintuitiven Rahmung lassen sich nur schwer automatisiert erfassen: alles Bedingungen, damit aus Wörtern ein Roman wird.

Computer aber schreiben in einer ganz anderen Rolle schon heute Romane. Und in dieser Funktion sind sie weit wichtiger als in der Frage, ob sie uns das Schreiben von Romanen abnehmen. Sie sind die Umwelt für den Literaturbetrieb. Auf sozialen Plattformen wie Wattpad schreiben jeden Tag etwa zwei Millionen Menschen vor allem Romane, aber auch Lyrik und tauschen sich darüber aus (Pianzola & Reborá, 2018). Die 100.000 Geschichten, die da am Tag zusammenkommen, brauchen nicht nur Server, um weltweit geteilt zu werden, sondern intelligente Systeme, die die Autorinnen und Leser zusammenbringen. Hier kommt Künstliche Intelligenz ins Spiel. Ihre Aufgabe ist das Auffinden von Mustern in großen Romanmengen und noch mehr in Gedichten, dann auch von Mustern im Verhalten der Autoren, Kritiker und Leser, ob bei Wattpad, auf Twitter oder Instagram. Instapoeten wie Rupi Kaur, die mit ihrer Lyrik Millionen Menschen weltweit erreicht (Lauer, 2018), steuert nicht alleine die Ströme ihrer Leserinnen und manchmal auch Leser, sondern Algorithmen tun das, indem sie aus den Likes und Clicks die Muster lernen, die es erlauben, Literatur und Leser zusammenzuführen. Verlage verfolgen mit solchen Mustererkennungen, welche Titel vielversprechend sind und aus der Welt der Instapoesie, Fanfiktion und Selbstverlage in die Welt der etablierten Verlage zu überführen sich lohnen würde.

Wattpad selbst hat gerade einen Verlag gegründet, der nicht mehr auf dem etablierten Weg der Manuskriptrekrutierung beruht, sondern auf der Mustererkennung der Künstlichen Intelligenz. Von „Data-Backed Stories to Book-Lovers Everywhere“ ist dann auch bei Wattpad die Rede, genauer noch von der „Story DNA Machine Learning Technology“ (Wattpad, 2019), die schnell unter den mehr als 500 Millionen von Geschichten die richtige finden kann und auch zu identifizieren vermag, welche der Geschichten für Film-Adaptionen geeignet sein könnten. Mit einer Kombination von Machine Learning, Deep Learning und rekurrenten neuronalen Netzwerken werden Satzstrukturen, Wortgebrauch und Grammatik von Millionen von Texten analysiert und dann mit Daten der Leser abgeglichen, also deren Lesezeit, Kommentarhäufigkeit und Zahl der Leser einer Geschichte. In Verbindung mit Expertenlesern werden diese Daten dann ausgewertet, um den nächsten Bestseller zu identifizieren und Lesetrends zu ermitteln, bevor andere sie erkennen (Flatt, 2019). Und weil man längst weiß, wie heterogen die Leserschaften sind, geht es nicht mehr um den einen Trend, sondern die vielen, diversen Trends in den verschiedenen Leserschaften.

Künstliche Intelligenz schreibt keine Romane, aber sie ist die verstärkende Umwelt für Autoren und Verlage. Damit verschiebt Künstliche Intelligenz die Rollen von Autor, Leser und Verlag, denn sie ist ein neuer Akteur im Feld der Literatur. Sie entscheidet mit, was wir lesen.





© Selina Seemann | Foto: Philipp Zimmer



© Fabian Navarro | Foto: TJ Photography

→ Fabian Navarro | Selina Seemann

## Nachbericht zum Vortrag: „Eloquentron3000 – Bots und Literatur“

## Einleitung

Kunst gilt als eine der letzten Bastionen, in denen die Menschen der Künstlichen Intelligenz überlegen sind. Aber wie lange noch? Bereits heute erbringen KIs erstaunliche Leistungen auf unterschiedlichen Spezialgebieten. Sie spielen Schach oder Go, manipulieren Wahlen in den sozialen Medien und stellen mehr als 15% der User des Kurznachrichtendienstes Twitter<sup>1</sup>. Bots halten Einzug in die Psychotherapie und überwachen Aktienkurse – jeder Mensch mit einem Smartphone trägt eine Künstliche Intelligenz täglich mit sich herum. Im Oktober 2018 wurde im Kunstauktionshaus Christie's ein Gemälde versteigert, das von einer KI generiert wurde – für 432.500 Dollar<sup>2</sup>. Im gleichen Jahr gab es zahlreiche Berichte über Bots und KIs, die Gedichte, Drehbücher und Romankapitel schrieben. Auch der österreichische Autor Clemens Setz veröffentlichte im selben Jahr ein Buch mit dem Titel „Bot: Gespräch ohne Autor“<sup>3</sup>. Darin beantwortet ein Programm Interviewfragen mithilfe der Tagebücher des Autors.

Ist es also nur eine Frage der Zeit, bis Maschinen in der Lage sind, den Menschen auch in künstlerischen Bereichen zu ersetzen? Oder öffnet die Auseinandersetzung mit Künstlicher Intelligenz neue künstlerische Ausdrucksmöglichkeiten? Mit diesen Fragen beschäftigen wir uns in unserem Projekt *Eloquentron3000*. Der Bot, den Fabian Navarro programmiert hat, ist in der Lage, zahllose deutschsprachige Gedichte zu produzieren, die von Selina Seemann für einen Instagram-Account aufbereitet werden<sup>4</sup>.

Im Mai 2019 durften wir bei der Tagung „LINK – Künstliche Intelligenz in Kunst und Kultur“ in Hannover zu Gast sein und unser Projekt vorstellen. Dies ist eine verschriftlichte Version des Vortrags. Im ersten Teil lieferten wir einen Überblick über KI im Allgemeinen und künstlerische Ansätze in diesem Bereich und berichteten von den Erfahrungen, die wir im Laufe unseres Projekts bereits gemacht haben. Wir sprachen über Reaktionen und davon, wie schwierig es sein kann, einem Computer die deutsche Sprache beizubringen. Im zweiten Teil stellten wir die Funktionsweise des Programms vor und zeigten einige Gedichte, die Eloquentron3000 generiert hat.

<sup>1</sup> Quelle: <https://www.cnn.com/2017/03/10/nearly-48-million-twitter-accounts-could-be-bots-says-study.html> (Stand: 30.06.2019).

<sup>2</sup> Quelle: <https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx> (Stand: 30.06.2019).

<sup>3</sup> Setz, Clemens: *Bot. Gespräch ohne Autor*, Suhrkamp 2018.

<sup>4</sup> Quelle: <https://www.instagram.com/eloquentron3000/> (Stand: 30.06.2019).



# Künstliche Intelligenz, Bots, Roboter – Eine Begriffserläuterung

In den letzten Jahren häuften sich die Meldungen über Roboter, Bots und künstliche Intelligenzen, die angeblich in der Lage seien, kreative Leistungen zu vollbringen. Häufig werden die Begriffe in den Überschriften der Artikel nicht sehr trennscharf benutzt<sup>5</sup>. Aus diesem Grund soll hier noch einmal kurz zwischen den Begriffen *Künstliche Intelligenz*, *Bot*, *künstliches neuronales Netzwerk* und *Roboter* unterschieden werden.

»Chatbots z. B. werden eingesetzt um Firmen beim First-Level-Support zu unterstützen. Einem Chatbot kann man Fragen zu bestimmten Dienstleistungen, Öffnungszeiten oder anderen Themen stellen. Das Programm kann zusätzlich mit einer künstlichen Intelligenz verbunden sein, die dem Bot dabei hilft, Antworten auf Fragen zu finden.«

Der wohl am schwierigsten zu definierende Begriff ist der der *Künstlichen Intelligenz*. Seit seiner Entwicklung 1955 durch John McCarthy gab und gibt es zahlreiche Versuche, eine hinreichende Definition zu finden<sup>6</sup>. Das ist auch nicht verwunderlich, da es für den Begriff *Intelligenz* ebenfalls keine einheitliche Definition gibt. Zumindest aber lässt sich zwischen „starker“ und „schwacher“ Künstlicher Intelligenz unterscheiden. Eine *schwache Künstliche Intelligenz* zeichnet sich dadurch aus, dass sie in einem begrenzten Anwendungsbereich der menschlichen Intelligenz gleicht oder diese vielleicht sogar übertrifft. Was ihr häufig fehlt, ist die Fähigkeit zur Adaption, also der Fähigkeit, sich auf neue Situationen einzustellen. Von einer *starken Künstlichen Intelligenz* wird gesprochen, wenn auf Visionen aus der Science Fiction referiert wird. Dort gibt sich die Künstliche Intelligenz der menschlichen Intelligenz häufig ebenbürtig oder gar überlegen. Im Vergleich dazu kann ein *Bot* recht einfach gestaltet sein. Es handelt sich dabei um ein Computerprogramm, das eine vorgegebene Aufgabe fortlaufend wiederholt. Ein Beispiel dafür sind Twitter-Bots, die in regelmäßigen Abständen Tweets nach einem vorher definierten Muster schreiben oder retweeten. *Bots* können aber auch komplexer sein: Chatbots z. B. werden eingesetzt um Firmen beim First-Level-Support

zu unterstützen. Einem Chatbot kann man Fragen zu bestimmten Dienstleistungen, Öffnungszeiten oder anderen Themen stellen. Das Programm kann zusätzlich mit einer Künstlichen Intelligenz verbunden sein, die dem Bot dabei hilft, Antworten auf Fragen zu finden. Das von Fabian Navarro entwickelte Programm *Eloquentron3000*, das später vorgestellt wird, ist ebenfalls ein Beispiel für einen *Bot*.

Ein *künstliches neuronales Netzwerk (KNN)* ist der Versuch, das menschliche Gehirn nachzubilden. Dies wird mittels künstlicher Neuronen realisiert, die in der Realität aus großen Ansammlungen von Zahlen bestehen. Zwischen den Neuronen gibt es zahlreiche Verbindungen mit unterschiedlichen Gewichtungen. Über die Eingabeschicht werden Daten eingegeben. Diese werden im Folgenden durch die entsprechenden Schichten des Netzwerks geschickt, das schließlich in der Ausgabeschicht ein Ergebnis liefert. Künstliche neuronale Netze werden darauf trainiert, bei bestimmten Inputs Muster zu erkennen und entsprechende Outputs zu liefern. Die Anwendungsmöglichkeiten sind sehr umfangreich. Sie reichen von der Identifizierung von Katzenbildern über die Tumorerkennung bei MRT-Scans bis hin zur Generierung von Texten, Bildern oder Videos. *KNNs* sind die Grundlage für viele Techniken des maschinellen Lernens und somit auch für die Arbeit mit *Künstlicher Intelligenz*.

Von einem *Roboter* wird gesprochen, wenn eine Maschine den Menschen bei einer mechanischen Tätigkeit unterstützt oder sie ihm sogar abnimmt. Beispiele dafür sind Industrieroboter, Haushaltsroboter oder Spielzeugroboter. Roboter können unterschiedlich intelligent sein. Sie können wie ein Bot immer wiederkehrende Aufgaben durchführen oder mithilfe von *Künstlicher Intelligenz* oder *KNNs* bestimmte Fähigkeiten erlernen – zum Beispiel Gedichte schreiben.

<sup>5</sup> Quelle: <https://www.bento.de/gadgets/harry-potter-botnik-studios-hat-eine-schreibsoftware-ein-neues-kapitelschreiben-lassen-a-00000000-0003-0001-0000-000001930083> (Stand: 30.06.2019).

<sup>6</sup> Vgl. Ertl, Wolfgang: Grundkurs künstliche Intelligenz. Eine praxisorientierte Einführung, Springer Vieweg 2016 S.1-3.

# Maschinengedichte – unterschiedliche Ansätze zur Textproduktion

Es gibt unterschiedliche Ansätze, um mithilfe von Maschinen Texte zu generieren. Ein prominentes Beispiel aus jüngster Vergangenheit ist das Projekt der Botnik Studios. Diese nutzten ein *Predictive Text Keyboard*<sup>7</sup>, um ein neues Kapitel der Buchreihe *Harry Potter* zu verfassen<sup>8</sup>. Es trägt den Titel „Harry Potter and the Portrait of what looked like a large pile of Ash“. Die hier verwendete Technologie basiert auf einem Algorithmus, der unter anderem auch bei der Autovervollständigung im Smartphone zum Einsatz kommt. Auf Basis eines Ausgangskorpus wird für jedes Wort errechnet, welches Wort mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das erste folgt. Man kann es sich so vorstellen, als hätte jemand alle Bücher der *Harry Potter* Reihe mit dem Smartphone abgeschrieben und würde nun mithilfe der Autovervollständigung Texte produzieren. Dieses Verfahren gehört zum Bereich des Machine Learnings. Doch es ist in diesem Fall längst nicht so, als hätte sich die Maschine ganz ohne weitere Hilfe einen Text erdacht; die Autor\*innen der Botnik Studios wählten die Sätze für das Kapitel sorgsam aus.

Als eine ganz eigene Disziplin hat sich das Erstellen der bereits erwähnten Twitter-Bots entwickelt. Die Autor\*innen dieser Bots denken sich ein Schema aus, das von dem entsprechenden Programm

umgesetzt wird. Das Schreiben wird somit zu einem konzeptionellen Vorgang. Englischsprachige Beispiele hierfür sind unter anderem der *Magic Realism Bot* von Chris Rodley und seiner Schwester ALI<sup>9</sup>. Dieser postet in regelmäßigen Abständen kurze Ideen für Geschichten im Stil von Jorge Luis Borges. Die Tweets bestehen aus einem Basissatz mit Leerstellen, die mit Worten oder Phrasen aus einer MySQL Datenbank befüllt werden<sup>10</sup>. Der Bot funktioniert voll automatisch und benötigt nach seinem Einschalten keine weitere menschliche Interaktion mehr. Ein nennenswerter deutschsprachiger Twitter-Bot ist der Gomringador<sup>11</sup> – ein Bot, der Gedichte im Schema von Eugen Gomrings Gedicht *Avenidas* postet. Er wurde auf Vorschlag des Twitter-Users @axaneco von der Autorin Kathrin Passig umgesetzt.

Das letzte Beispiel ist das Deep Writing-Projekt<sup>12</sup> der Wiener Agentur Tunnel23. Im März 2018 machten sie viele Schlagzeilen mit ihrem Gedicht „Sonnenblicke auf der Flucht“, das von der Brentano-Gesellschaft in den Gedichtband *Frankfurter Bibliothek* aufgenommen wurde<sup>13</sup>. In diesem Fall wurde das Google Framework *TensorFlow* genutzt, um ein künstliches neuronales Netzwerk auf Texte von Johann Wolfgang von Goethe und Friedrich Schiller zu trainieren.

7 Quelle: <https://botnik.org/apps/writer/> (Stand: 30.06.2019).

8 Quelle: <https://botnik.org/content/harry-potter.html> (Stand: 30.06.2019).

9 Quelle: <https://twitter.com/MagicRealismBot> (Stand: 30.06.2019).

10 Quelle: <https://www.asymptotejournal.com/blog/2016/03/30/in-conversation-with-chris-and-ali-rodley-the-creators-of-the-magical-realism-bot/#more-8894> (Stand: 30.06.2019).

11 Quelle: <https://twitter.com/gomringador> (Stand: 30.06.2019).

12 Quelle: <https://katzlberger.ai/2018/03/22/deep-writing-tiefes-lernen-im-detail-erklart/> (Stand: 30.06.2019).

13 Quelle: <https://www.derstandard.at/story/2000076538946/sonnenblicke-auf-der-flucht-kuenstliche-intelligenzschreibt-gedicht> (Stand: 30.06.2019).

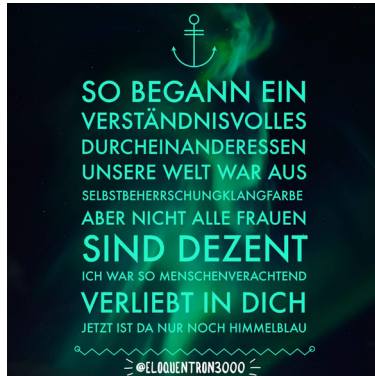
## Eloquentron3000

Mit dem Projekt Eloquentron3000 begannen wir im April 2017. Für seine Le-sebühne wollte Fabian Navarro einen besonderen Text schreiben. Er wollte ein Skript programmieren, das ihm Drehbücher im Stil der Fernsehserie *Lenßen* und Partner generiert. Man sollte Wörter und Namen einbauen und Einfluss auf den Verlauf des Falls nehmen können. Um einige Funktionen zu testen, ließ er das Programm kurze unsinnige Gedichte schreiben. Anschließend postete er ein paar der Gedichte in seine Story. Kurze Zeit später erhielt er von Selina Seemann ein Bild. Sie hatte einen der Vierzeiler in schöner Schrift auf einem Sonnenuntergang drapiert und es machte auf den ersten Blick den Eindruck, als könne es auch von einer der vielen Insta-Lyrik-Seiten kopiert worden sein. Das war der Anfang von Eloquentron3000.

34



Das Programm beherrscht mittlerweile eine Vielzahl von Gedichten, zum Beispiel den sog. Aufzählungstext, der nach einem zufälligen Schema Phrasen folgender Art wiederholt: „Für dich will ich [Verb]“, „Für dich will ich mich [Verb]“ oder „Für dich möchte ich nach [Ort] reisen“. Am Ende des Schemas steht schließlich die Zeile „Und alles nur, weil ich dich liebe.“ Fabian Navarro holte bei einem Poetry Slam-Auftritt mit so einem Text mehr Punkte als mit einem selbstverfassten. Die Architektur des Programms enthält mehrere kleinere Unterprogramme. Einige sind für das Auswählen von Verben, Adjektiven und Substantiven zuständig, andere für das Suchen nach Reimen auf Reimwörterbuchseiten. Auch das Bereitstellen von Versfragmenten wird von kleineren Modulen übernommen.



Jeden Tag laden wir ein neues, maschinengeschriebenes Gedicht ins Netz und versehen es mit einem neuen Bild. Mittlerweile hat Eloquentron mehr Follower als einige echte Slammer\*innen und mehrere Medien berichteten über das Projekt<sup>14</sup>. Auch ein Bühnenprogramm ist aus dem Projekt entstanden. Mit diesem wollen wir einerseits über das Themenfeld KI informieren und andererseits helfen, Berührungängste mit neuer Technologie abzubauen. Dabei gelangen wir regelmäßig zu neuen spannenden Erkenntnissen. So ist es zum Beispiel erstaunlich, wie viel Bedeutung in der Literatur auf der Rezeptionsseite entsteht. In Kommentaren tauschen sich die Menschen darüber aus, ob sie ein Gedicht berührt hat oder an wen sie bei einer bestimmten Zeile denken mussten. Die Kolumnistin Lena Weber schreibt dazu auf Twitter:

„die schönste lyrik die ich in letzter zeit gelesen hab war 'die blumenwiese ist aus schmerz gemacht' und 'liebe ist die stärkste autokorrektur der welt' und das stammt von einem bot goethe WHO? i don't know him"<sup>15</sup>.

Auch lernten wir, wie wichtig es ist, welche Daten einer Maschine zur Verfügung gestellt werden. So mussten wir zum Beispiel einen Datensatz mit Berufsbezeichnungen manuell ergänzen, weil in diesem größtenteils nur die männliche Form vorhanden war. Auch haben wir die Wörter „Völkermord“ und „Holocaust“ aus dem Korpus von Eloquentron3000 gestrichen, da sie unserer Ansicht nach überhaupt nicht geeignet sind, um unterhaltsame Gedichte für Instagram zu produzieren.

## Fazit

Nach unserem Vortrag in Hannover meldete sich eine Zuschauerin zu Wort. Sie fragte, warum man denn nun Maschinengedichte lesen sollte, wenn es doch genug menschliche Autor\*innen gebe, die einem gefielen. Unserer Meinung nach schließt das nicht aus. Natürlich werden Maschinen in naher Zukunft den Menschen nicht vollends ersetzen; dafür ist die Technik längst nicht weit genug. Andererseits kann sie uns dabei helfen, neue Wege zu gehen. Im Bereich der Literatur heißt das konkret: Maschinen schreiben anders als der Mensch. Sie bringen Worte zusammen, die ein Mensch so vielleicht nicht kombiniert hätte. Eloquentron3000 produziert regelmäßig Sätze, über die wir ins Staunen geraten. Wir wählen weiterhin aus, mit welchen Worten und nach welchem Schema die Maschine arbeitet. Auch die Auswahl, die wir später im Internet präsentieren, kuratieren wir. In der Musik ist das Sampling und das Arbeiten mit digitalen Tools längst Normalität. Warum sollte es nicht auch im Schreiben funktionieren?

<sup>14</sup> Quelle: Vice Austria, <https://tinyurl.com/y4qraaqz> (Stand: 30.06.2019).

<sup>15</sup> Quelle: Twitter, <https://twitter.com/leanindersprite/status/1089637460139786241> (Stand: 30.06.2019).

→ Dr. Gesa Schönermark

## Diskussionsreflexion

„Maschinen schreiben anders als Menschen, [...] aber sie können uns helfen, neue Wege zu gehen“ - das ist das Fazit von Selina Seemann und Fabian Navarro, die in ihrer Vorstellung von „Eloquentron 3000“ nicht nur das spielerische Element ihrer aufwändigen Programmierung gezeigt haben, sondern vor allem die intensive Auseinandersetzung mit Sprache und Grammatik. Bei der Präsentation von „Eloquentron 3000“ wurde schnell deutlich, dass die Technik noch am Anfang steht. Zwar kann diese Maschine dichten, aber nur in dem Rahmen, den der Programmierer erschaffen hat. „Eloquentron 3000“ ist keine (starke) KI, sondern greift auf zuvor eingespeiste Daten und Wortsammlungen zurück, um durch aleatorische Verfahren „Zufallslyrik“ zu generieren. Das ist sehr unterhaltsam und macht zugleich deutlich, dass diese Maschine keine Bedrohung oder ein möglicher Ersatz für Lyrikerinnen und Lyriker sein kann oder sein will.

Im Journalismus hingegen ist Künstliche Intelligenz eine erfolgreiche „Co-Produzentin“; ähnlich ist es im Bereich der Übersetzungen. Im Feld des literarischen Schreibens sind die Ergebnisse von Maschinen bisher wenig überzeugend. Das liegt auch daran, dass schlicht zu wenig brauchbare Textkorpora existieren, um literarische Eigenschaften zu trainieren oder zu clustern. Vor allem aber sind viele der formalen wie inhaltlichen Eigenschaften von Literatur unzureichend literaturwissenschaftlich beschrieben, um maschinell formalisiert werden zu können. Die Wirkung literarischer Texte beruht auch auf dem Weltwissen des Lesers und der Leserin.

Dagegen spielt KI längst eine Rolle im Literaturbetrieb und bringt Literatur und Leser zusammen. Systeme lernen von den Lesern, welches Buch wie gelesen wird und bereiten schon die nächste Empfehlung vor. Manuskripte werden nach vielversprechenden Mustern durchsucht, um Bestseller zu identifizieren. Auf Onlineplattformen schreiben täglich Millionen von Menschen an Texten und tauschen sich darüber aus. Aus diesen riesigen Datenmengen können Maschinen lernen, Muster in Clicks und Likes zu erkennen und diese wieder nutzen, um den „Bestseller-Code“ zu finden.

Maschinen schreiben vielleicht noch keine Romane, aber sie lenken den Literaturbetrieb mehr als uns das bewusst ist.

Wie in der Musik wurde auch in der Literatur deutlich, dass die Interessen der am Kulturbetrieb Beteiligten sehr unterschiedlich sind: auf der einen Seite finden sich die kommerziell Interessierten, um einen immer größeren Markt zu erschaffen; auf der anderen Seite stehen die Künstlerinnen und Künstler, die an den neuen kreativen Prozessen interessiert sind.

# Workshops

---

## Museum

Mit Künstlicher Intelligenz  
die Kulturarbeit revolutionieren

Armin Berger

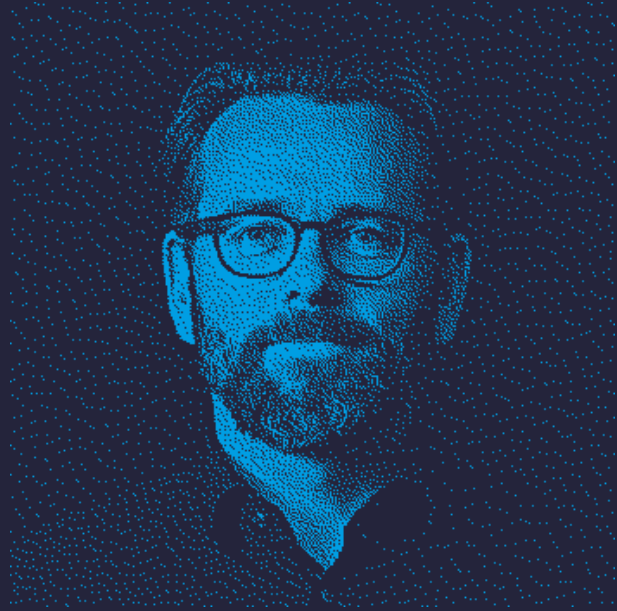
Robotisches vermittelt:  
Interaktiv-kollaboratives  
Erleben im Museum

Doreen Hartmann

---

Museen als Orte der Sammlung, Bewahrung, Erforschung und Vermittlung von Kulturerbe sind für viele Menschen per se analog. Die Auseinandersetzung mit dem originalen Objekt wird seit den 1980er Jahren jedoch durch technische Hilfsmittel wie Audio-Guides oder Multimedia-Stationen ergänzt. Aus der Arbeitswelt der Museumsmacher sind Datenbanken nicht mehr wegzudenken. Aber wie können Algorithmen hier die Arbeit erleichtern und trotzdem die Stärken von Museen betonen? Armin Berger von der Firma „3pc GmbH Neue Kommunikation“ aus Berlin stellt im Folgenden das Projekt QU-RATOR vor, das durch vielfache Verknüpfungen von Schriftstücken, Möbeln, Bildern und anderen Objektgruppen die Arbeit von Kuratoren unterstützt und die Recherche in Datenbanken erheblich beschleunigen kann. Dr. Doreen Hartmann vom Heinz Nixdorf MuseumsForum Paderborn berichtet von der intensiven Arbeit mit Robotern als Schnittstelle zum Besucher.





© 3pc | Foto: Luca König

→ Armin Berger

## Mit Künstlicher Intelligenz die Kulturarbeit revolutionieren

Immer mehr analoge Bestände werden digitalisiert und können so einem weltweiten Publikum zugänglich gemacht werden. Das Problem: Wissensarbeiter\*innen und Redakteur\*innen können den wachsenden Bestand an digitalen Daten und Archivalien kaum mehr bewältigen. Künstliche Intelligenz kann hier auf zwei Ebenen helfen: zum einen bei der Recherche und Aufbereitung von Daten und Objekten, zum anderen bei der Präsentation und Vermittlung von Kulturgütern. In seinem Vortrag thematisierte Armin Berger, 3pc-Geschäftsführer und Bündnissprecher des KI-Forschungsprojektes QURATOR, welche Errungenschaften sich mit KI-Technologien zur maschinellen Texterkennung oder Multimedia-Analyse verbinden und wie mittels Semantic Storytelling neue Formen der Kulturvermittlung möglich werden.

# Über die Herausforderung des digitalen Kuratierens

Ob retrodigitalisiert oder „born-digital“: Digitales Material liegt häufig in unterschiedlichen Systemen, Formaten, Mengen, Sprachen und Qualitätsstufen vor, welche recherchiert, eingeordnet, zusammengefasst, klassifiziert und ausgewertet werden müssen. Unabdingbar ist die Anreicherung der Archivalien mit Metadaten, die etwa technische Eigenschaften und Kontexte abbilden.

Derzeit greifen Wissensarbeiter\*innen und Redakteur\*innen auf verschiedene nicht-integrierte und isolierte Tools wie Google-Suche, Wikipedia, On-

line-Datenbanken, Content-Management-Systeme oder Unternehmens-Wikis zurück. Diese unterstützen die genannten Aufgaben im Bereich der digitalen Kuratierung allerdings nur unzureichend, so dass der manuelle Aufwand weiterhin hoch ist. Hinzu kommt, dass viele Datenmengen zu umfangreich für die manuelle Redaktionsarbeit sind. Das erhöht die Gefahr, dass mit wachsendem Datenbestand relevante Inhalte für die Veröffentlichungen unberücksichtigt bleiben.

Auch für das Publishing müssen multimediale Inhalte für eine optimale User Experience aufwändig annotiert, aufbereitet, angeordnet, gruppiert und verknüpft sowie an ein sich kontinuierlich weiterentwickelndes Spektrum von Endgeräten, Zielgruppen und Nutzerszenarien angepasst werden. Die

vorhandenen Tools werden auch diesen Arbeitsprozessen nicht gerecht. Die Folge sind erhöhte Produktionskosten, was die Entwicklung ansprechender Medienformate wie Storytelling und die Publikation umfangreicher digitaler Archivmaterialien unrentabel macht.

»Für die manuelle Redaktionsarbeit zu umfangreiche Datenmengen erhöhen die Gefahr, dass mit wachsendem Datenbestand relevante Inhalte für die Veröffentlichungen unberücksichtigt bleiben.«

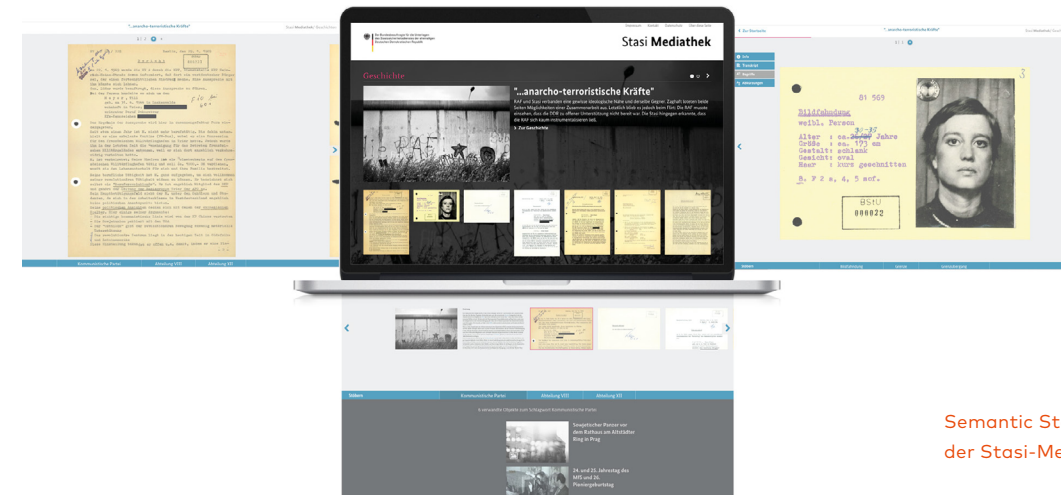
# KI und Kultur - (wie) passt das zusammen?

Gerade im kulturellen Bereich ist das Potenzial enorm. Immer mehr analoge Bestände werden digitalisiert und können somit einem internationalen Publikum zugänglich gemacht werden. Aktuelle Methoden aus der Forschung zur Künstlichen Intelligenz eignen sich u.a. zur automatischen Informationsextraktion und Klassifikation von Inhalten, zur Zusammenfassung und Anreicherung von Dokumenten, zur Objekt- und Bilderkennung oder zur Identifikation einzelner Entitäten, deren automatischer Verknüpfung und Visualisierung semantischer Bezüge sowie zur Generierung von Texten und interaktiven User Interfaces.

## Text- und Multimediaanalyse

Prinzipiell kann KI Wissensarbeiter\*innen bei der digitalen Kuratierung in zwei Feldern unterstützen: bei der Recherche und Aufbereitung von Daten und Objekten sowie bei der Präsentation und Vermittlung von Kulturgütern. Maschinelle Verfahren können dabei helfen, manuelle Aufgaben der Datenrecherche und Content-Aufbereitung zu vereinfachen. Diese umfassen z. B. Named Entity Recognition (NER), also die Erkennung benannter Entitäten wie Personen, Organisationen und Orte; Verfahren zur automatisierten Indexierung inklusive Linking; oder OCR-Verfahren zur Extraktion von Text aus Digitalisaten (Optical Character Recognition). Viel Zeit nimmt auch die Suche nach Informationen in Anspruch, wenn digitale Inhalte nicht mit qualitativ hochwertigen Metadaten versehen werden. Die Metadatenpflege gehört damit zu den klassischen Aufgaben, die durch den Einsatz von KI-Technologien verbessert werden. Hier bieten sich bewährte Verfahren aus dem NLP-Bereich (Natural Language Processing) an, die Texte maschinell analysieren und passende Keywords generieren (Topic Modeling).

Ein weiterer Aspekt ist die maschinelle Multimediaanalyse, also die automatisierte Bild-, Video- und Audio-Erkennung, um entsprechende Dateien durchsuchbar machen zu können. Dadurch wird es perspektivisch möglich sein, zum Beispiel gezielt Passagen in einem Video auszuwählen. Auf dem Feld der Computer Vision bzw. der Mustererkennung auf Basis Künstlicher Neuronaler Netze (Deep-Learning-Verfahren) lassen sich jetzt schon große Fortschritte verzeichnen. Über sogenannte Media-Fragmente können dann beispielsweise einzelne Passagen in einem Video passend zum Suchbegriff angezeigt werden.



Semantic Storytelling am Beispiel der Stasi-Mediathek

## Semantic Storytelling – die Rückeroberung des Objekts

Über die klassische Arbeitsebene hinaus eröffnet KI vielfältige Möglichkeiten bei der Präsentation und Vermittlung von Kulturgütern. In diesem Zusammenhang eignet sich vor allem ein Format, das bei der digitalen Kuratierung sein volles Potenzial entfaltet: Storytelling. Der anfängliche Hype hat sich inzwischen als fundiert erwiesen – nicht ohne Grund: Einprägsame und emotional packende Geschichten sind heute eine notwendige Prämisse, um im ubiquitären digitalen Rauschen gehört zu werden.

Das Problem: Häufig folgt die Präsentation von Archivbeständen einem durch Datenbanken bestimmten Muster, in dem das Objekt in der Fülle von Metainformationen untergeht. Um das einzelne Objekt stärker in den Fokus zu rücken, hat 3pc einen Ansatz entwickelt, der die gezielte Suche mit einer explorativen Vermittlung von Information verbindet: Semantic Storytelling. Hierbei wird das einzelne Objekt über semantische Verknüpfungen in Erzählstränge und Zusammenhänge eingebettet, die sich dem Betrachter explorativ erschließen. In diesen Strängen sind erzählerische Abzweigungen möglich, sodass sich neue Narrationen und Beziehungen ergeben.

### Semantic Storytelling am Beispiel der Stasi-Mediathek

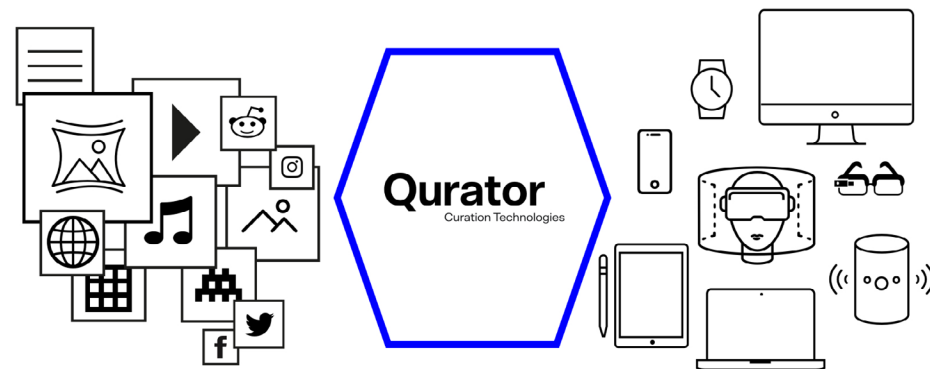
Beispielhaft für erfolgreiches Semantic Storytelling im Kultursektor steht die Online-Mediathek der Behörde des Bundesbeauftragten für die Unterlagen des Staatssicherheitsdienstes der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (BStU), die bereits mit dem iF Design Award, dem Award „Gute Gestaltung“ des DDC und dem Typo3-Award ausgezeichnet wurde. In den BStU-Archiven lagern die 1990 sichergestellten Unterlagen des Ministeriums für Staatssicherheit (MfS) der DDR. Mit mehr als 111 Kilometern Aktenmaterial, über 1,7 Millionen Fotos, zahlreichen Videos sowie Tonbändern aus den Abhörzentralen der Stasi, handelt es sich um einen der größten Archivbestände in Deutschland.

Konzipiert wurde die Mediathek von 3pc. Inhalte können darin sowohl über eine gezielte Recherche als auch explorativ erschlossen werden. Während die semantische Suche eine gezielte Suche nach Personen, Organisationen, Orten, Ereignissen, Zeiträumen und Medientypen ermöglicht, können User\*innen zusätzlich entlang der redaktionell erstellten Geschichten und Sammlungen „flanieren“. Über semantische Verknüpfungen parallel zur Storyline ermöglichen sie einen explorativen Zugang und animieren zum Entdecken bisher nicht wahrgenommener Archivalien.

Ansprechende User Interfaces wie die der Stasi-Mediathek gehen mit einem erhöhten redaktionellen Aufwand einher, insbesondere hinsichtlich der Klassifizierung von Inhalten sowie der Pflege von Begriffssystemen und Verlinkungen. 3pc hat sich daher entschieden, für diese Aufgabenstellungen ein spezielles Werkzeug zu entwickeln, das sich von klassischen Content-Management-Systemen unterscheidet und eine nutzerfreundliche Oberfläche für die maschinelle Archivaufbereitung und den Prozess des Storytelling anbietet. Ein Prototyp wird derzeit mit ausgewählten Kultureinrichtungen für den praktischen Betrieb vorbereitet. Um die Weiterentwicklung des Systems voranzutreiben, engagiert sich 3pc in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekt QURATOR.

# QURATOR: Curation Technologies - die Plattform für intelligente Content-Lösungen

37



QURATOR, Technologieplattform

Im Forschungsprojekt QURATOR entwickelt 3pc gemeinsam mit neun Partnern eine neuartige Technologieplattform, die Wissensarbeiter\*innen und Redakteur\*innen bei der Kuratierung digitaler Inhalte unterstützen soll. Ziel ist es, einzelne Kuratierungstätigkeiten hochwertiger, effizienter und kostengünstiger zu gestalten. Eine wesentliche Grundlage der Plattform bilden intelligente Methoden und Verfahren auf Grundlage generischer Sprach- und Wissenstechnologien, Maschinellern (ML) und Künstlicher Intelligenz (KI), die den gesamten Lebenszyklus der Kuratierung von Inhalten abdecken (Content Curation).

Vor diesem Hintergrund soll eine anwenderorientierte Technologieplattform für die Kuratierung digitaler Inhalte entstehen, die anhand praktischer Erfahrungen konzipiert und entwickelt wird und ein weites Spektrum an Informationsquellen, Datenformaten und Anwendungsszenarien unterstützt. Teilschritte der Kuratierung sollen mithilfe von KI-Technologien automatisiert und in die jeweiligen branchenspezifischen Prozesse und Systemumgebungen integriert werden.

3pc fokussiert in dem Teilprojekt „Kuratierungstechnologien für interaktives Storytelling“ gleich zwei Aufgabenstellungen: erstens intelligente Assistenzsysteme, die die tägliche Arbeit von Wissensarbeiter\*innen vereinfachen und beschleunigen, und zweitens KI-basierte User Interfaces für interaktives Storytelling mit einem Schwerpunkt auf Web-, Augmented Reality (AR)- und Virtual Reality (VR)-Anwendungen.

Während die Entwicklungen im QURATOR-Projekt noch am Anfang stehen, arbeitet 3pc bereits heute projektbezogen mit Anwendungen auf Basis von KI-Technologien, die dem Forschungsprojekt „DKT – Digitale Kuratierungstechnologien“ entspringen sind.

# Smarter Helfer im Redaktionsalltag: Der KI-basierte „Redaktionsassistent“

Im Rahmen der Projektzusammenarbeit mit der Behörde des Bundesbeauftragten für die Stasi-Unterlagen (BStU) hat 3pc ein KI-gestütztes Tool zur redaktionellen Arbeit für die BStU-Website implementiert: Eine Extension für das Content-Management-System TYPO3 ermöglicht es, dass Texte automatisiert analysiert und mit internen Wissensquellen verknüpft werden können. Konkret wurde KI zur Erkennung von Abkürzungen, Glossar-Begriffen und Entitäten (Personen, Orte, Organisationen, Ereignisse) eingesetzt. Redakteure können im TYPO3 Backend mit einem Klick Abkürzungen und Glossareinträge innerhalb eines Artikels herausfiltern und veröffentlichen, wodurch nicht zuletzt die Barrierefreiheit nach der Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV) erhöht wird. Aufwändige manuelle Verlinkungen sind damit nicht mehr nötig – und der User erhält zusätzliche Informationen, um die wissenschaftlichen Inhalte besser erschließen zu können.

## Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeit bei 3pc zeigen, dass die aktuellen Entwicklungen rund um KI-Technologien ein enormes Potenzial für die digitale Kommunikation von Kultureinrichtungen bieten. Wesentlich ist die Erkenntnis, dass diese Technologien einer Integration in die vorhandenen Digitalisierungs- und Publikations-Workflows bedürfen und auch im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit angepasst und verbessert werden müssen. Dies erprobt 3pc erfolgreich mit zahlreichen Fachexperten und Partnern in anwendungsnahen Forschungsprojekten. Die Chancen stehen besser denn je, dass KI-Technologien die digitale Kommunikation im Kulturbereich durch eine Reihe neuer Anwendungen revolutionieren werden.

Wenn Sie Interesse an unseren KI-Lösungen haben und sich an der Entwicklung unserer Prototypen beteiligen wollen, können Sie mich gerne unter [info@3pc.de](mailto:info@3pc.de) kontaktieren.





© HNF

→ Dr. Doreen Hartmann

## Robotisches vermittelt: Interaktiv-kollaboratives Erleben im Museum

### KI und Robotik im HNF

Wie man Robotisches vermittelt und wie man mithilfe von Robotischem vermitteln kann, ist schon seit über zwei Jahrzehnten im Fokus des Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF), des größten Computermuseums der Welt in Paderborn. Durch unterschiedliche Ausstellungsprojekte ist unsere Expertise und Sammlung seit der Eröffnung 1996 stetig gewachsen. In unterschiedlichen Sonderausstellungen und zugehörigen Vortragsreihen bot das HNF immer wieder Überblicke zum je aktuellen Entwicklungsstand der Forschung, zeigte, in welchen Lebensbereichen Künstliche Intelligenz (KI) und Robotertechnik bereits zu finden sind und erweiterte seinen Sammlungsbestand. All diese Bestrebungen kulminierten 2018 in der Eröffnung einer neuen, 500 Quadratmeter großen Ausstellungseinheit mit dem Titel „Mensch, Roboter! – Leben mit Künstlicher Intelligenz und Robotik“.



© HNF

Von Vorteil für Museumsmacher ist, dass bei einer breiten Masse von Menschen bereits eine Neugier für die Themen besteht: Nicht nur aktuelle technische Entwicklungen und die Omnipräsens in der Presse, sondern auch, dass die Popkultur seit nunmehr 100 Jahren ihr Übriges dazu tut, hält die Faszination für KI und Robotik wach. Allerdings bietet die starke mediale Prägung kaum fundiertes Wissen, sondern befördert eher polarisierende Vorstellungen zwischen Freund und Feind, Gut und Böse, Begeisterung und Schrecken. Aufgabe des Museums muss es daher sein, die Menschen zwar dort abzuholen, aber auch Orientierung zu geben und aufzuklären.

Genau darin besteht das Anliegen unserer Ausstellung „Mensch, Roboter!“. Mythen zu beseitigen, Kritikfähigkeit zu fördern und Erkenntnis zu liefern. Umgesetzt haben wir das im HNF auch mithilfe der Roboter und KI-Systeme selbst, die bei uns in spielerische Interaktion mit den Besuchern treten und durch diese Kollaboration Inhalte vermitteln.

## Die Serviceroboter PETER und PETRA

Mithilfe von zwei ansprechend gestalteten, mobilen Service Robotern (Typ Scitos A5, MetraLabs GmbH, Ilmenau, 2013/4) können Besucher die Ausstellung erkunden und auf spielerische Weise Informationen sammeln. Seit Anfang 2013 fährt PETER und seit Mitte 2014 PETRA selbstständig ganztags durch unsere Dauerausstellung. Dass die Interaktionsfähigkeit der beiden recht gering ist, tut ihrer Beliebtheit keinen Abbruch. Sie begrüßen die Besucher und führen sie nach deren Auswahl via Touchscreen zu ausgewählten Exponaten, zu denen die Roboter akustische Erklärungen geben. Zusätzlich bietet PETER ein Quiz mit Multiple-Choice-Antworten an, PETRA lädt zu einem einfachen Versteckspiel ein. Nach dem erfolgreichen Ablauf dieser beiden Modi zeigen die Roboter ihre Begeisterung durch Applaus, Tusch oder Drehen einer Pirouette. PETER und PETRA haben großen Anteil daran, unser Museum zu einem Erlebnisort zu machen.

Sie gehören zu unseren gefragtesten Objekten und sind insbesondere für Kinder interessant, auch beliebtes Fotomotiv und damit Werbeträger, und oftmals Gegenstand bei unseren museumspädagogischen Aktionen. Durch den Einsatz solcher Robotersysteme kann auf Dinge hingewiesen werden, die sonst ungesehen bleiben würden oder auf Bezüge hingewiesen werden, die sonst nicht deutlich werden würden. Auch beim Thema Barrierefreiheit haben sie Potenzial: Wer nicht lesen will oder kann, hört dem Roboter gerne zu, bei Bedarf auch in leichter oder einer anderen Sprache als die gedruckten Texte im Museum es hergeben. Die Roboter liefern alternative Vermittlungsebenen und Zusatzinformationen. Aus medienpädagogischer und kuratorischer Perspektive ebenfalls sehr interessant wäre, anhand der Häufigkeit der angefahrenen Infopunkte festzustellen, welche Exponate besonders populär sind. Daraus ließe sich ableiten, wie dem Interesse der Besucher entweder besser begegnet werden kann oder wie wichtige, aber bislang wenig beachtete Objekte hervorgehoben werden können. Auf Basis dieser Erkenntnisse könnte beispielsweise die Wegeführung in der Ausstellung optimiert werden, angepasst an das tatsächliche Besucherverhalten.



© HNF



# Künstliche neuronale Netze nutzen und erklären

Robotik und KI im Museum zu vermitteln muss aber mehr sein, als freundliche Service-roboter einzusetzen, die vorgegebene, also bekannte Inhalte wiedergeben. Künstliche Intelligenz oder vielmehr künstliche neuronale Netze müssen als Werkzeuge etwa der Bild-daten-Analyse erkannt, eingesetzt und ebenso vermittelt werden. Denn auch wenn uns Künstliche Intelligenz als Schlagwort allenthalben begegnet, so sind fundierte Kenntnisse in der Bevölkerung dazu rar gesät, die Ängste jedoch recht groß. Eine Ausstellung über Robotik und KI muss es sich daher zur Aufgabe machen, die Begrifflichkeiten und Funktionalitäten künstlicher neuronaler Netze zumindest in groben Zügen zu erklären.

Künstliche neuronale Netze sind von der Vernetzung und Signalweitergabe biologischer Nervenzellen inspiriert und orientieren sich am menschlichen Lernen. Es sind Computerprogramme, die gewissermaßen die Fähigkeiten des menschlichen Gehirns nachbilden, indem sie Wissen aus Erfahrung und umfangreichem Datenmaterial generieren. An einer Medienstation zu künstlichen neuronalen Netzen (Krotesk Interactive, Paderborn, 2018) können unsere Besucher diese Zusammenhänge durch spielerisches Ausprobieren nachvollziehen: Via Touchscreen skizzieren sie einen Gegenstand, der dann bei jedem Durchgang sichtbar in Echtzeit vom neuronalen Netz analysiert wird. Der Nutzer hat jederzeit die Möglichkeit, die Zeichnung zu wiederholen und dabei Varianzen einzufügen. Durch das unmittelbare Ausprobieren und Sehen wird plausibel, dass KI kein System ist, das eigenmächtig agiert, sondern im Grunde ein sehr gut trainiertes Gedächtnis, das auf dieser Grundlage Dinge erkennt. Aufgrund der jeweils aktualisierten Anzeige der Berechnungsergebnisse des Netzes können Nutzer an der Medienstation Antworten über die Funktionsweise von künstlichen neuronalen Netzen erlangen. Dass die zentralen Wissensinhalte didaktisch aufbereitet und ansprechend visualisiert sind, trägt zum Verstehen bei.

40

**Künstliche neuronale Netze** Wie analysieren und erkennen sie?

Objekt	Netz 1 (%)	Netz 2 (%)
Tasse	95,23 %	99,98 %
Glühbirne	1,84 %	0,01 %
Apfel	1,55 %	0,01 %
Fahrrad	-	0,01 %

**WAS UNTERSCHIEDET DIE NETZE?**  
 Als Trainingsdaten wurden 60.000 zentrierte Skizzen der zehn Motive eingesetzt. Neuronen, die bei der Überprüfung ge feuert haben, sind hervorgehoben. Netz 1 nutzt die tatsächliche Skizze. Netz 2 platziert sie mittig in der Fläche und skaliert sie. Mittelt man die Resultate beider Netze, erreicht man meist die beste Erkennung.

Worm, Schmetterling, Smiley, Tasse, Tisch Apfel, Bleistift, Fahrrad

© HNF

41

Rang	Objekt	Wahrscheinlichkeit (%)
1.	Toaster   toaster	95,89%
2.	Teddybär   teddy	1,34%
3.	Sparschwein   piggy bank	0,25%

© HNF

Das Spiel an dieser Medienstation zeigt auch auf, dass das menschliche Gehirn Bilder recht problemlos und schnell deuten kann, auch wenn Größe, Maßstab und Position der darauf gezeigten Objekte eher unüblich sind, wohingegen es künstliche neuronale Netze da durchaus schwerer haben. Maschinelles Sehen lässt sich sogar schon durch kleine Änderungen in der Bildvorlage täuschen. Um für diesen äußerst kritischen Sachverhalt zu sensibilisieren, lassen wir unsere Besucher im HNF an einer weiteren Medienstation (Andreas Refsgaard/Mikkel Loose/Lasse Korsgaard, Kopenhagen, 2018) testen, ob sie es schaffen, einen Algorithmus zu überlisten. Das dahinterstehende künstliche neuronale Netz hat eine recht leistungsfähige Bilderkennung, die zum Beispiel 22 Terrierarten und etliche verschiedene Salamanderarten auseinanderhalten kann, was wohl die wenigsten Menschen könnten. Und gleichzeitig lässt sich die Erkennung durch einen bunten Farbsticker so sehr irritieren, dass sie alle von der Kamera erfassten Bilder für einen Toaster hält. Auch wenn diese Tatsache an unserer Medienstation unproblematisch ist, so provoziert die Irritation doch Fragen danach, welche Fehlanalysen solche und ähnliche Manipulationen herbeiführen können. Durch die spielerische Interaktion wird der Besucher für die Probleme des maschinellen Sehens, etwa im autonomen Fahren, sensibilisiert.

# Soziale Roboter als Museumspersonal!?

Die humanoide Roboterfrau Nadine (Roboterhardware: Kokoro Ltd./Japan, 2014; Software: Institute for Media Innovation, TU Nanyang/Singapur, seit 2014 in Entwicklung) sitzt in der Dauerausstellung des HNF als eine Art Empfangsdame an einem Tresen. Mit etwas Distanz wirkt sie wie ein echter Mensch. Ihr Gesicht und ihre Hände sind denen von Prof. Nadia Magnenat-Thalmann nachgebildet, die seit mehr als 30 Jahren zu virtuellen Menschen, sozialen Robotern und der Frage forscht, welche Rolle Emotionen in der Robotik spielen.

Gesicht, Kopf, Oberkörper und Arme von Nadine sind mit Hilfe von Druckluft und Motoren in 27 Freiheitsgraden beweglich. Um ihren humanoiden Effekt zu erhöhen, zeigt die Androïdin auch Mikrobewegungen (Blinzeln, leichte Kopfbewegungen, Atmen). Nadine versteht gesprochene Sprache – dank neuester Technologie und Künstlicher Intelligenz im Hintergrund sogar in beliebig vielen Sprachen. Soziale Interaktion mit ihrem Gegenüber zeigt Nadine durch Sprache, Gestik und Mimik, wobei sie Emotionen durch ihre Stimmlage, ihre Aussagen und ihren Gesichtsausdruck deutlich machen kann. Eine freie Konversation gestaltet sich mit Nadine jedoch schwieriger als mit einem menschlichen Gegenüber, denn die

42



© HNF

Interaktion erfordert viel Disziplin. Relativ langsames und deutliches Sprechen, geduldiges Warten, bis sie ihre Antwort generiert, übersetzt und in Sprachlaute umgesetzt hat und aufmerksames Zuhören sind notwendig, damit ein Dialog mit Nadine funktioniert. Weil Nadine wie ein Mensch aussieht, sich bewegt und spricht, könnte man annehmen, dass man mit ihr wie mit einem menschlichen Gegenüber interagieren kann, ohne ein Störgefühl zu empfinden, doch das Gegenteil ist der Fall: Mit ihrer menschenähnlichen Optik fällt Nadine in das sogenannte „Uncanny Valley“. Dadurch, dass sie zwar höchst realistisch gestaltet, aber eben künstlich und nicht völlig vom Menschen ununterscheidbar ist, empfinden wir sie als befremdlich oder gar unheimlich. Hinzu kommt, dass der Mensch aufgrund ihrer humanoiden Gestalt eine hohe Erwartungshaltung gegenüber Nadine hat, die die Roboterfrau keineswegs erfüllen kann. Ihre Silikonhaut wirkt tot, ihre Bewegungen zu ruckartig, viel technisches Equipment um sie herum: all das bricht die Illusion. Lange Antwortzeiten, Verständnisprobleme bei mehr oder minder lauten Umgebungsgeräuschen und mangelnde Lippsynchronisation tragen ihr Übriges dazu bei, dass Nadine sowohl für Kuratoren als auch für Besucher ein schwieriges Exponat ist. Gleichwohl übt sie eine Faszination aus und für die Forschung ist das umfangreiche und unterschiedliche Publikum im Museum ein gutes Testfeld, um Fragen der Interaktion zwischen Menschen und Robotern nachzugehen.

## Fazit

An Nadine zeigt sich, dass die teils aus Science-Fiction genährte Vorstellung, Roboter könnten die Weltherrschaft übernehmen, unendlich weit von unserer Lebensrealität entfernt ist. Fernab von einfacher, obschon sehr nützlicher Unterstützung, wird es mit der Hilfe durch robotische Assistenten recht dünn – im Museum, aber auch anderswo. Ein japanisches Hotel, das zu 100 Prozent auf robotisches Personal setzte, dieses aber nun wieder entlassen hat, macht das recht plakativ deutlich: Die Roboter brauchen zu viel menschliche Hilfe: Sie kennen nicht die Antworten auf alle Fragen, die ihnen gestellt werden und sind – was noch schlimmer ist – im Gegensatz zum intelligenten Menschen nicht in der Lage, sie selbstständig herauszufinden. Sie erreichen nicht alle Stellen, zu denen sie gelangen müssten und sie sind teurer als das menschliche Personal. Ganz abgesehen davon, ob die Gäste sich unter diesen Bedingungen aufgehoben und willkommen fühlen. All diese Fehlleistungen sind Teil der Antwort auf die Frage, ob robotische Assistenten kuratorisches oder museumspädagogisches Personal ersetzen können.

Sicherlich regen Roboter und KI-Systeme den Menschen dazu an, über das eigene Sein und Handeln im Gestern, Heute und Morgen nachzudenken. Eine Schwierigkeit ist, dass wir nicht wissen, wie viel die Besucher mitnehmen, welche Fragen sie sich stellen oder sich zu beantworten versuchen. Das Museum kann und sollte seinen Besuchern aber einen Raum bieten für die spielerische Kollaboration mit KI-Systemen und dadurch die Basis für eine fundierte Auseinandersetzung schaffen. Gerade in Bereichen, wo Antworten noch nicht gegeben werden können, ist es gut und richtig, Fragen zu provozieren. Beispiele dafür, wie durch Informieren und Entmystifizieren Orientierung im Gebiet der KI und Robotik gegeben und die Kritikfähigkeit des Einzelnen gefördert werden kann, wurden hier skizziert und vorgestellt, wie Roboter und KI-Systeme das Erlebnis Museum erweitern können; inwiefern sie helfen, Besucherverhalten besser zu verstehen oder Inhalte neu zu vermitteln; und welche Herausforderungen mit ihnen sowohl für Museumsmacher als auch für Besucher einhergehen. Da das Themenfeld stark im Fluss ist, müssen die Wege der Umsetzung und Vermittlung von und mit Robotern und künstlich-intelligenten Systemen aber stetig neu gedacht werden. Es bleibt spannend.



→ Dr. Tabea Golgath

## Diskussionsreflexion

In zwei Arbeitsgruppen wurde zum einen die Frage „Sind Roboter/AR/VR förderlich für die Vermittlung an den Besucher?“ und zum anderen die Frage „Wie sieht das Museum der Zukunft aus?“ diskutiert.

In Arbeitsgruppe 1 wurden intensiv die Vor- und Nachteile von Technik als Mittler zwischen dem originalen Museumsobjekt diskutiert:

Vorteile:

- Emotionale Neutralität und unerschöpfliche Geduld in der Vermittlung und Beantwortung von Fragen
- Technische Möglichkeiten sind sehr vielfältig und bieten einen individuellen Zugang (interessegeleitete Führung mit Empfehlungsalgorithmen)
- Sprachliche Diversität kann angeboten werden
- Räumliche Möglichkeiten des Museums, Inhalte vorzustellen können durch Technik erweitert werden
- Über Apps lassen sich sowohl in den Ausstellungen individuelle Führungen umsetzen, als auch weiter der Kontakt zum Besucher durch regelmäßige Benachrichtigungen halten

Nachteile:

- Fehlende Empathie und die (noch) fehlende Anpassung auf das jeweilige Zielpublikum
- Technik steht zwischen Besucher und Objekt/Inhalt
- Teilweise wartungsintensiv
- Zusätzliche Elemente können zu einem Informations-Overkill führen
- Humanoide Roboter werden immer mit Menschen verglichen. Es ist nur ein schmaler Grat zwischen Akzeptanz und Angst.

Der Einsatz von Technik kann und soll nicht die persönliche Vermittlung durch einen Museumspädagogen ersetzen, kann aber das Angebot für Einzelbesucher sinnvoll erweitern. Ebenso wenig darf Technik nur eine Spielerei sein, sondern muss einen klaren Mehrwert für den Besucher (und das Museum) haben.

Arbeitsgruppe 2 beschäftigte sich mit dem Museum der Zukunft, das sich jedoch kein Teilnehmer als rein technisch/digitalen oder gar virtuellen Ort vorstellen konnte. Das Museum soll auch in ferner Zukunft keineswegs ein „Bunker für Objekte“, sondern ein analog und digital ausgewogener Dritter Ort sein. Warum sollte ein Museum nicht z. B. Lehrerfortbildungen für den Umgang mit neuen Medien im Unterricht anbieten? Es ist davon auszugehen, dass sich der Rechtfertigungsdruck für Museen und andere Kultureinrichtungen zukünftig weiter erhöht. Umso wichtiger ist es, Museen als gesellschaftlich relevante Orte zu erhalten. Wenn die Digitalisierung von Sammlungen und die museale Präsenz und womöglich Vermittlung über digitale Kanäle weiter voranschreiten, sollten auch digitale Besucher gezählt werden wie physische Besucher in der Ausstellung. Die Möglichkeiten, gesellschaftliche Relevanz zu erhalten und zu verstärken, sind vielfältig und gehen weit über Veranstaltungen, Ausstellungen und Kindergeburtstage hinaus.

Die Frage „Welche Zielgruppen wollen wir erreichen und welche erreichen wir tatsächlich?“ stellt sich konstant und lässt sich nur für jedes Museum einzeln beantworten. Digitale Gadgets als scheinbarer Besuchermagnet sind keine Lösung, denn die Investitionen sind sehr hoch und die technische Entwicklung schreitet schnell voran. Museale Ausstellungen sind eher langfristig und Dauerausstellungen müssen nicht selten 20 Jahre oder länger funktionieren. Eine Lösung für Museen, heute wie in Zukunft, könnte die Kompatibilität mit den mitgebrachten Endgeräten der Besucher über Apps oder Micro-Sites sein. Für den Besucher selbst ist das Museum der Zukunft durchaus attraktiv, weil es sich um einen analogen, physischen Ort handelt, an dem man Dinge anfassen und ausprobieren kann und damit ein Kontrastprogramm zur digitalen Welt schafft. Schon heute ist es wichtig, die Museumsarbeit und Sammlungsgeschichte transparent zu gestalten und Fragen wie „Wer arbeitet eigentlich im Museum und was machen diese Menschen genau?“ oder „Wie kam das Objekt ins Museum?“ zu beantworten, denn nur die Wenigsten wissen von dem beeindruckenden Verhältnis zwischen ausgestellten und bewahrten Objekten und den vielen unscheinbaren Schätzen in Museen.

Für Museumsmitarbeiter können sich Assistenzsysteme als unbedingt hilfreich erweisen. Neben der Öffnung von Sammlungsdatenbanken für Online-Recherchen etc. wurden mehr Open-Source-Lösungen gefordert, damit nicht jedes Museum für viel Geld eigene Lösungen entwickeln muss, sondern gemeinsam an Herausforderungen gearbeitet werden kann. In der Diskussion hat sich deutlich gezeigt: Digitalisierung und die Einbindung von Künstlicher Intelligenz ist nur eines von vielen Arbeitsfeldern von Museen. Es lohnt sich weiter auch an unkonventionellen Werkzeugen zu arbeiten, um langfristig Arbeitsprozesse im Museum zu vereinfachen und zu beschleunigen.

# Workshops

---

## Soziokultur

¡Que viva la evolución!

Marcus Munzlinger

Warum Maschinen, die sprechen, noch immer nicht denken und warum sie trotzdem moralische Probleme lösen könnten.

Lukas Brand

---

Allmächtige Algorithmen, humanoide Roboter oder autonome Autos und Waffensysteme, aber auch neue Möglichkeiten der Partizipation und kollektive Entscheidungsprozesse: Die rasanten Fortschritte auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz werfen drängende Fragen darüber auf, wie wir unsere Zukunft gestalten wollen. Im Workshop wurde diskutiert, was die Soziokultur zu diesem Thema beitragen kann, welche Formate sinnvoll sind und welche Projekte bereits vorhanden sind. Marcus Munzlinger vom Kulturzentrum Pavillon Hannover und Lukas Brand, derzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Religionsphilosophie und Wissenschaftstheorie der Katholisch-Theologischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum, stellten erste Ideen vor und reflektierten die ethisch-moralischen Herausforderungen. Im Anschluss an die Impulse erarbeiteten die Teilnehmenden ihren persönlichen Zugriff auf das Thema Künstliche Intelligenz.



© Region Hannover | Foto: Christian Stahl

→ Marcus Munzlinger

# ¡Que viva la evolución!

## Über KI & Soziokultur

Der Medientheoretiker und Künstler Lev Manovich stellt eine zeitversetzte Wirkung technischen Fortschritts auf Medien und Kultur fest. Technische Innovationen bringen, so Manovich in seinem Beitrag „Media Analytics & Gegenwartskultur“, historisch betrachtet zwar schnell neue Medien hervor; diese aber würden zunächst immer lediglich als neue Darstellungsform alt-hergebrachter Kulturformen dienen. Erst eine auf die jeweilige Medienrevolution – Papierproduktion, Buchdruck, Fotografie, Rundfunk, Computer – folgende Medienevolution erzeugt auch neue Kulturformen.

Als Quereinsteiger in die Soziokultur mit dem akademischen Hintergrund Spanischer Literaturwissenschaften möchte ich dies kurz in Bezug auf die Evolution der Prosa erläutern. Der (europäische) Buchdruck war bereits Mitte des 15. Jahrhunderts in Deutschland entwickelt worden, der Roman als die primäre Kulturform des Mediums Buch entstand jedoch erst 150 Jahre später in Spanien. Der „Don Quijote“ von Miguel de Cervantes aus dem Jahr 1605 steht dabei symbolisch für die Weiterentwicklung von Erzähltechniken der Ritterepen und Schäfergedichte; dies waren Formen der traditionell durch Troubadoure vorgetragenen Hofkultur. Zusammen mit biblischen Texten hatten diese, eigentlich für den mündlichen Vortrag konzipierten Werke mit dem Aufkommen des Buchdrucks zunächst die kulturellen Inhalte des neuen Mediums gestellt. Somit blieb die neuzeitliche Kulturindustrie lange Zeit in den Formen und dadurch auch in den Themen des Mittelalters verhaftet. In Spanien, dem politischen und kulturellen Zentrum der damaligen Welt, hatte sich die Gesellschaft mit dem Ende der so genannten „Reconquista“ und dem Umbruch, den die Kolonialisierung Lateinamerikas bedeutete, jedoch längst von der Welt des Mittelalters emanzipiert. Die neuen sozialen und kulturellen Umstände fanden aber erst im Roman ihre mediale Entsprechung – auf →

»Digitale Spiele, Musikbörsen, Plattformkultur, all dies findet räumlich entgrenzt statt. Und „Vernetzung“, ein weiteres Kernanliegen der Soziokultur, erfolgt über digitale Infrastrukturen, nicht über soziokulturelle Zentren.«

Grundlage einer Technik, die schon längst nicht mehr als neu gelten konnte. Was hat dies nun mit Soziokultur zu tun? Die Soziokultur will dem in den 1960er/70er Jahren in der Bundesrepublik artikulierten Anspruch auf Teilhabe und Partizipation an Kultur nachkommen. Dies waren entsprechend der Zeit vor allem Musik, Theater, Film, Fotografie, darstellende Kunst und Malerei. Wirtschaftswachstum, ein expandierender Sozialstaat und (innerhalb des Westblocks) Reisefreiheit erzeugten Subjekte, die ein „Recht auf selbstorganisierte Freizeit“ einforderten, wie es Ende der 70er Jahre während einer Kundgebung gegenüber des neu geschaffenen Kulturzentrums Pavillon in

Hannover artikuliert wurde. Soziokultur wurde eine institutionalisierte Folge des kulturellen Aufbruchs, der seit den 60er Jahren mit den überkommenen Formen der Vorkriegskultur brach, die bis dato auch das neue Leitmedium Fernsehen dominiert hatten.

Soziokultur will also unmittelbarer Ausdruck der kulturellen Bedürfnisse und des kulturellen Schaffens der Bürgerinnen und Bürger sein – jenseits hochkultureller Professionalisierung und subkultureller Abgrenzungen. Sie versteht sich in gewisser Weise als „Infrastruktur“ für die Selbstorganisation von Freizeit oder für partizipative Angebote in Form von Projekten. Dafür brauchte sie im Geiste der Kultur ihrer Anfangsjahre vor allem eigene Räume, Mobiliar, Veranstaltungstechnik und das Personal für die Organisation. Hiermit konnten Bandprojekte, Bürgerinnen- und Bürgertheater, Foto- und Filmprojekte und vieles mehr ermöglicht werden.

Auch die Teilhabe an der Digitalisierung war schnell Thema der Soziokultur, allerdings kaum in Form von Kulturproduktion. Formate wie „Repair Cafés“, „Computerseminare“ oder politische Diskursveranstaltungen zu digitalen Themen bildeten sich schnell heraus – die auf die Medienrevolution des Computers evolutionär folgenden Kulturformen aber entstanden in Räumen, die auf eine soziokulturelle Infrastruktur nicht angewiesen waren. Digitale Spiele,

Musikbörsen, Plattformkultur, all dies findet räumlich entgrenzt statt. Und „Vernetzung“, ein weiteres Kernanliegen der Soziokultur, erfolgt über digitale Infrastrukturen, nicht über soziokulturelle Zentren.

„Digitale Kultur“ ist heute in erster Linie Plattformkultur. Während sich digitale Spiele relativ schnell aus dem neuen Medium Computer heraus entwickelten (aber als „Videospiele“ lange Zeit eher dem Medium Fernsehen zugerechnet wurden), brauchte es von der Entwicklung und Verbreitung des Internets hin zur heutigen Plattformkultur etliche Jahrzehnte. Aufgrund des schleichenden Charakters dieser Entwicklung weist die Soziokultur Probleme auf, substantielle Angebote zu entwickeln, die die Menschen etwa unabhängig von den Diensten kommerzieller Anbieter machen würden. Stattdessen konzentriert sich die Soziokultur meist darauf, die Ausgrenzung und/oder Diskriminierung von sozialen Gruppen auf und durch Plattformkulturen zu thematisieren. Dies ist entsprechend auch der derzeit dominierende Zugriff der Soziokultur auf das Thema „Künstliche Intelligenz“: In soziokulturellen Workshops, Vorträgen, Podiumsdiskussionen oder auch Theater, Musik und darstellender Kunst wird eindringlich vor den Folgen von Big Data und KI gewarnt.

Dabei ist die „Künstliche Intelligenz“ genannte Technik ein gerade für soziokulturelle Anliegen höchst spannendes Feld. Hier kann derzeit beobachtet werden, wie sich aus einer bereits seit den 1940er Jahren existenten mathematischen Theorie und aus grundsätzlich seit den 1960er Jahren technisch umsetzbaren Programmen im Zuge einer Medienevolution neue Kulturformen entwickeln. Dabei sind KI Anwendungen in ihrer überwältigenden Mehrheit „anthropozentrisch“, also auf menschliche Bedürfnisse und Fähigkeiten zugeschnitten: Sprachassistenten, Spracherkennung, Textproduktion, intuitive Kartenerstellung, Vorlieben- und Vorschlägeregister, fast immer ist der Lerngegenstand von selbstlernenden Algorithmen, von maschinellem Lernen der Mensch und seine Umgangsformen. KI Anwendungen sind im Gegensatz zu bisherigen Programmen nicht derart ausgelegt, dass der Mensch den Umgang mit ihnen erlernen muss, es ist genau andersherum. KI ist abhängig von den Daten, die die Menschen erzeugen und ihr zur Verfügung stellen; menschliches Verhalten bzw. den Menschen nützlich erscheinende Problemlösungen sind (üblicherweise) das Ziel maschinellen Lernens.

Da maschinelles Lernen – „KI“ – nur auf Grundlage von Datenquantität und Datenqualität möglich ist, besteht hier die Chance, „digitale Kultur“ in die soziokulturellen Zentren zu holen und eine ganz neue Form von Soziokultur zu erproben: die der selbstorganisierten Datengenerierung. Zurecht argwöhnt die Soziokultur gegenüber der Datenmacht von Google, Tesla, Amazon, Netflix oder Facebook. Derartige Global Player können in gewisser Hinsicht (in anderer Hinsicht sicherlich nicht) als „KI Hochkultur“ gelten. Derzeit haben nur sie die erforderlichen Datenmengen, die technische Infrastruktur und die finanziellen Möglichkeiten, um wirklich leistungsfähige KI Anwendungen zu schaffen. Soziokulturelle Aktivität auf diesem Niveau ist entweder nur durch kaum erreichbare finanzielle Förderung und technische Unterstützung durch die Politik oder aber durch Förderung und Unterstützung seitens eben →



dieser Global Player möglich. Doch ist eine solche „Konkurrenzfähigkeit“ per Definition ja eben nicht der Anspruch der Soziokultur. Die unmittelbare, aber nicht vollends kontrollierbare Manipulation von maschinellem Lernen mittels der zur Verfügung gestellten Daten ist ein interessantes Experimentierfeld: selbstaufgenommene Musik, protokollierte Diskussionen oder Vorträge, verbrauchte und verschwendete Nahrungsmittel (Produkte, Formen, Farben, Gewicht, Stückzahl...), Haarfrisuren, Kleidungsstücke pro Stadtteil, Autos und Fahrräder auf der Straße, demographische Entwicklung unter den Besucher\*innen, Graffitis an den Wänden, verfremdete Portraitaufnahmen, selbstgeschriebene Gedichte – die Liste möglicher Datensets, die die Soziokultur produzieren kann, um damit einen selbstlernenden Algorithmus „zu füttern“, ist schier endlos. Dabei kann sie die Settings komplett selbst bestimmen, für Datensicherheit, Anonymität und Transparenz sorgen und somit neben dem Spaß und dem Lernen mit und an der Technik auch ein Bewusstsein für Datengenerierung und den Umgang mit Daten befördern.

Das Kulturzentrum Pavillon in Hannover hat sich auf den Weg gemacht, maschinelles Lernen für die Soziokultur nutzbar zu machen. Dabei möchte der Pavillon auch über die soziale und kulturelle, über die menschliche Geschichte von KI aufklären. Der „Genderbot“, ein Chatbot, dem eine große Anzahl von Diskussionen zu mehreren Aspekten der Geschlechterverhältnisse als Datenset dient, holt die Tragik des Vordenkers moderner KI in die heutige Zeit: Alan Turing, auf den der berühmte „Turing Test“ zur Leistungsbestimmung von Künstlicher Intelligenz zurück geht, wurde 1952 zur chemischen Zwangskastration verurteilt – da er homosexuell war. Als Folge des Eingriffs nahm er sich das Leben. Der „Genderbot“ wird die heutigen Diskussionen, Vorurteile, Diskriminierungen und den Widerspruch dagegen abbilden und als „intelligenter“, also intuitiv erscheinender Chatbot die Menschen mit diesen Themen konfrontieren. Der Produktionsprozess (protokollierte, anonymisierte Chats, die während Diskussionsveranstaltungen im Pavillon stattfinden) und die Verwendung klären über die Funktionsweise selbstlernender Algorithmen auf und befördern zeitgleich die Auseinandersetzung mit den heutigen Geschlechterverhältnissen – wie auch jenen, an denen der Urvater moderner KI, Alan Turing, zu Grunde ging. Wir stellen Fragen nach menschlicher Ethik und ihrer Kopie durch KI sowie deren serieller Anwendbarkeit, nach menschlichem und maschinellem Bewusstsein und unserem Diskussionsverhalten, gespiegelt durch einen Algorithmus. Und wir zeigen auf, dass wir alle im Zeitalter von Big Data, und darauf aufbauend KI, durch die Datengenerierung und Nutzung zur und zum „Prosumer\*in“ werden; dass wir durch unseren Umgang mit digitalen Medien gleichzeitig erschaffen und konsumieren – in einem integralen Prozess.

Dies ist ein erstes Beispiel für die soziokulturellen Einsatzmöglichkeiten von maschinellem Lernen auf Grundlage selbsterzeugter Daten. Soziokulturelle Zentren und Projekte für eine neue Kultur der Datengenerierung zu nutzen, um auf diese Weise spannende, überraschende Prozesse maschinellen Lernens möglich zu machen, könnte ein lohnendes Feld sein, um Kultur auf Höhe der Zeit zu produzieren – in Form und Inhalt. Die Möglichkeiten dazu bieten uns open source Anwendungen, die in fast jeder Stadt präsent sind: Maker-Szene, engagierte Medienpädagoginnen und Medienpädagogen sowie Forschungsprojekte an Hochschulen, die nur darauf warten, mit spannenden Datensets experimentieren zu dürfen. Dabei kann es nicht um einen Vergleich mit internationalen Konzernen gehen, sondern um Vermittlung und vor allem Kultur zum Selbermachen. Dies wäre der Beitrag der Soziokultur zu der sich vor unseren Augen vollziehenden Medienevolution.



© Lukas Fleischmann SMB

→ Lukas Brand

Warum Maschinen, die sprechen, noch immer nicht denken und warum sie trotzdem moralische Probleme lösen könnten.

## Abstract

Sprache und seinen Sinn für Gerechtigkeit, Gutes von Bösem zu unterscheiden, erwirbt der Mensch bereits im frühen Kindesalter. Diese Fähigkeiten zeichneten den Menschen bisher gegenüber seiner Umwelt aus. Doch als künstlich intelligent bezeichnete Maschinen könnten dem Menschen in beiden Bereichen zum Verwechseln ähnlich werden.

# Warum Maschinen, die sprechen, noch immer nicht denken

Die Sprache ist ein zentrales anthropologisches Merkmal. Sie unterscheidet den Homo Sapiens, den verstehenden Menschen, vom Tier und weist auf seine geistige Begabung hin<sup>1</sup>. Nun durchdringen seit einigen Jahren jedoch zunehmend technische Geräte unseren Alltag, die sich in ihrer sprachlichen Performanz immer weniger vom Menschen unterscheiden. Besitzen diese Maschinen eine dem menschlichen Verstand vergleichbare geistige Begabung? Können Maschinen, die mit uns sprechen und das Gesagte zu verstehen scheinen, denken? Um diese Frage zu beantworten, schlug der Mathematiker und Vater der Computerwissenschaften Alan Turing 1950 ein Kriterium vor, das er Imitationsspiel nannte: Von einem Computerprogramm müsse eben genau dann gesagt werden, dass es denkt, so Turing, wenn es in einer Unterhaltung nicht mehr von einem Menschen zu unterscheiden sei<sup>2</sup>. Die Unternehmen IBM und Google haben 2018 solche Programme vorgestellt. IBMs Project Debater ist darauf trainiert, an einem Debattierwettbewerb teilzunehmen und mit einem menschlichen Kontrahenten über ein beliebiges Thema zu debattieren. Auch wenn er dabei noch immer als Computer erscheint, wie ein solcher klingt, ja er sogar die Tatsache, dass er ein Computer ist, nicht zu überspielen versucht, so ist er doch in der Lage, seine Argumentation selbständig zu entwickeln, zu präsentieren und das Publikum von seiner Position (z. B. zur Telemedizin) zu überzeugen<sup>3</sup>. Das Programm Google Duplex ist dafür gedacht, telefonisch einen Tisch in einem Restaurant zu reservieren oder einen Friseurtermin zu vereinbaren<sup>4</sup>. Duplex ist also thematisch bei weitem nicht so vielseitig wie Project Debater, dafür am Telefon durch seine Sprache nicht mehr von einem menschlichen Anrufer zu unterscheiden. Seine Stimme klingt nicht nur wie die eines Menschen, mit Atmung und Lippenanschlag; Duplex verwendet darüber hinaus in seinen Antworten für natürliche Sprache typische Verzögerungslaute und Interjektionen wie „hm“ und „mhm“, um anzuzeigen, dass es „nachdenkt“, d. h. Informationen verarbeitet, oder einer Aussage zustimmt. Beide Programme basieren auf künstlichen neuronalen Netzwerken, die anhand großer Datenmengen von Grund auf gelernt haben, die syntaktischen Regeln der Sprache und die formalen Regeln der Logik, die sie verwenden sollen, korrekt anzuwenden. Auf diese Weise lernt Google Duplex wie ein Kind nicht nur ganz nebenbei die formale Syntax, sondern auch gewisse kommunikative Konventionen, die wir ganz selbstverständlich befolgen: Unterbrechungen (z. B. „Einen Moment bitte!“), Rückfragen (z. B. „Können Sie das bitte noch mal wiederholen?“) oder Erklärungen (z. B. „Einen Termin für Freitag bitte!“ – „Für wann?“ – „Für nächste Woche Freitag.“). Beide Programme sind in der Lage, die Bedeutung von Sätzen richtig einzuschätzen, obwohl diese abhängig vom jeweiligen Kontext sehr unterschiedlich sein kann, und ihrerseits zum Kontext passende Antworten auszugeben.

<sup>1</sup> Terrence W. Deacon: *The Symbolic Species. The Co-Evolution of Language and the Brain*, New York 1997.

<sup>2</sup> Alan Turing: *Kann eine Maschine Denken?*, in: Hans Magnus Enzensberger (Hrsg.): *Kursbuch 8*, Frankfurt a. M. 1967, S. 106ff

<sup>3</sup> Michael Moorstedt: „Project Debater“ von IBM. *Berechne mir eine Meinung*, SZ.de, 25. Juni 2018, <https://www.sueddeutsche.de/digital/project-debater-von-ibm-berechne-mir-eine-meinung-1.4027349> (Zuletzt eingesehen am 31. Juli 2019).

Die Regeln der Sprache zu beherrschen, Argumente zu formulieren und das Gesagte zu verarbeiten, sich dabei gerade durch die Imitation von Ungenauigkeiten nicht mehr von einem menschlichen Gegenüber zu unterscheiden, all das scheint die Anforderungen des Imitationsspiels zu erfüllen. Können wir also von diesen Programmen sagen, dass sie denken? Während Turing dies definitiv bejaht hätte, formulierte der Philosoph John Searle bereits 1980 einen fundamentalen Einwand gegen diese Behauptung<sup>5</sup>. Er vertritt die Auffassung, dass der Schluss von der sprachlichen Performanz auf die Kompetenz des Sprechers unzulässig sei. Auch eine Maschine, die in ihrem kommunikativen Verhalten nicht von einem Menschen zu unterscheiden sei, verstünde nicht wirklich und dächte auch nicht in gleicher Weise über das nach, was Gegenstand der Unterhaltung sei. Um seine These zu verdeutlichen, entwirft Searle ein eigenes Gedankenexperiment, das unter dem Namen Chinesisches Zimmer bekannt geworden ist: Searle sitzt in einem Zimmer und hat bei sich nichts als ein Buch voller chinesischer Zeichen und ein umfangreiches Regelwerk in englischer Sprache. Searle beherrscht kein Chinesisch, weder geschrieben noch gesprochen, und kann es auch nicht von Japanisch oder bedeutungslosen Zeichen unterscheiden. Sein Regelwerk sagt ihm jedoch, wie er chinesische Zeichen verarbeiten soll. Die Regeln sind von der Form: Wenn du diese Zeichenkolonne siehst, dann produziere die folgenden Zeichen. Durch einen Eingabeschlitz in der Tür reicht man Searle nun eine solche Folge chinesischer Zeichen. Er schlägt die entsprechende Regel in seinem Buch nach und produziert seinerseits wie ein Computerprogramm eine Folge wohldefinierter chinesischer Schriftzeichen, die er durch einen Ausgabeschlitz aus der Tür hinausreicht. Wir nehmen an, dass das Regelwerk mit den Programmen von Project Debater und Google Duplex vergleichbar ist. Dann ist Searle in der Lage, auf eine sinnvolle Eingabe eine sinnvolle Ausgabe in chinesischer Sprache zu produzieren. Was Searle nicht weiß: Das Buch, das er bei sich hat, ist ein chinesisches Märchenbuch, die Eingaben sind Fragen zu den Märchen und die von ihm produzierten Ausgaben sind die passenden Antworten. Selbst wenn er sein Regelwerk auswendig lernen würde, so meint Searle durchaus zurecht, verstünde er dennoch nicht die Bedeutung der eingegeben und ansonsten syntaktisch einwandfreien ausgegebenen Sätze: Er versteht weder, was er sagt, noch denkt er lange über den Inhalt einer Frage oder passenden Antwort nach, wenn er für die Suche nach der richtigen Regel länger braucht als gewöhnlich. Turing hatte offenbar ein solches Argument schon erwartet:

Könnte es nicht sein, dass Maschinen etwas ausführen, das als Denken beschrieben werden muss, auch wenn es sich von dem, was ein Mensch tut, stark unterscheidet? Dies ist ein schwerwiegender Einwand, der uns jedoch nicht zu beunruhigen braucht, solange wir davon ausgehen, dass sich eine Maschine konstruieren lässt, die das Imitationsspiel befriedigend spielt<sup>6</sup>.

Angesichts der anhaltenden Debatte über Denkmaschinen und die seit einiger Zeit wieder aufkeimende Frage nach der Möglichkeit Künstlicher Intelligenz muss man festhalten, dass er Searles Einwand damit massiv unterschätzt hat. Dennoch lässt sich nicht bestreiten, dass es möglich ist, Programme zu schreiben, die zur Sprachverarbeitung auf einem menschenähnlichen Niveau in der Lage sind. Die praktische Leistungsfähigkeit des sogenannten maschinellen Lernens, das diesen Programmen zugrunde liegt, in Bereichen, die dem menschlichen Denken bisher vorbehalten waren, ist erstaunlich. Trotzdem darf diese erstaunliche Performanz nicht über die fundamentalen Unterschiede zwischen der Computerverarbeitung und dem menschlichen Denken und Verstehen hinwegtäuschen.

<sup>4</sup> Daniel Herbig: *Google Duplex: Guten Tag, Sie sprechen mit einer KI*, heise.de, 11. Mai 2018, <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Google-Duplex-Guten-Tag-Sie-sprechen-mit-einer-KI-4046987.html> (zuletzt eingesehen am 31. Juli 2019).

<sup>5</sup> Vgl. im Folgenden Searle, John: *Minds, Brains, and Programs*, in: *Behavioral and Brain Sciences* 3 (1980), S. 417-424.

<sup>6</sup> Alan Turing: *Kann eine Maschine Denken?*, in: Hans Magnus Enzensberger (Hrsg.): *Kursbuch 8*, Frankfurt a. M. 1967, S.108

## Warum Maschinen moralische Probleme lösen könnten

Ein zweites zentrales anthropologisches Merkmal, das im Zusammenhang mit intelligenten Maschinen immer wieder zur Sprache kommt, ist die Fähigkeit des Menschen zum moralischen Handeln: Der Mensch kann – meistens zumindest – das Gute vom Bösen unterscheiden und diese Unterscheidung in seine Handlungen mit einfließen lassen. Unser moralisches Handeln wird dabei ähnlich wie unsere Sprache von mehr oder weniger expliziten Regeln (z. B. „Du sollst nicht töten!“), Überzeugungen (z. B. „Die Würde des Menschen ist unantastbar.“) und Werten (z. B. Privatsphäre) angeleitet, die wir im Laufe unseres Lebens erlernen. Es scheint nicht ausgeschlossen, dass Maschinen moralisches Handeln auf eine ähnliche Weise lernen wie sie gelernt haben, unsere Sprache zu sprechen: Sie könnten aus dem vorhandenen Wissen, das in Form von Big-Data verfügbar ist, eigene Lösungen für moralische Probleme entwickeln und ausführen. Wie Argumente von Project Debater überzeugend sind, so könnte auch die moralische Performanz einer solchen Maschine von Menschen rein auf der Beobachtungsebene als gute oder schlechte bzw. den gängigen Konventionen entsprechende moralische Handlung beurteilt werden. Es ist jedoch mit Searles Argument offensichtlich, dass ein so arbeitendes Programm nicht wirklich weiß, was etwa Mord oder Privatsphäre bedeuten. Zwar kann es in einem gegebenen Handlungskontext und für ein eingegebenes Problem möglicherweise eine angemessene Ausgabe erzeugen, kann sich aber nicht bewusst zu dem Zusammenhang in Beziehung setzen. Das Auseinanderfallen von moralischer Kompetenz und Performanz erscheint ebenso kontraintuitiv wie die Vorstellung, dass ein Sprecher nicht versteht, was er sagt, auch wenn das gesagte grundsätzlich in den gegebenen Zusammenhang passt und der Sprecher sich auch ansonsten genauso verhält, wie es von einem kompetenten Sprecher, der die Bedeutung seiner Worte kennt, zu erwarten wäre.

Gleichzeitig müssen wir berücksichtigen, dass es im Kontext moralischen Handelns nicht zweckmäßig erscheint, eine Maschine zu konstruieren, die unsere moralischen Fehler auf ähnliche Weise imitiert wie Duplex unsere Sprachungenauigkeiten. Die Herausforderung besteht darin, ein Trainingsset von Daten so auszuwählen, dass ein künstliches neuronales Netzwerk die Möglichkeit hat, Werte zu adaptieren, die allgemein anerkannt werden und gleichzeitig unsere Vorurteile – den sogenannten Bias – zu ignorieren. Sollte uns dies trotz aller kulturellen Unterschiede gelingen, wäre es möglich, moralische Tugenden in Maschinen zum Vorschein zu bringen, so wie Aristoteles in seiner Nikomachischen Ethik schreibt, dass moralische Tugenden auch in uns entstünden: „Weder durch die Natur, noch entgegen der Natur reifen Tugenden in uns. Vielmehr sind wir durch die Natur dazu befähigt, sie zu erlernen und erreichen wir Perfektion durch die Gewöhnung.“<sup>7</sup> (NE 1103a 25)

<sup>7</sup> Aristoteles: Nikomachische Ethik, 1103a 25, übersetzt und herausgegeben von Ursula Wolf, Reinbek bei Hamburg 52015.

→ Daniela Koß

## Diskussionsreflexion

Der Kern der Soziokultur besteht darin, kulturelle Teilhabe für eine große Bevölkerungsschicht zu ermöglichen, gesellschaftliche Debatten anzustoßen und relevante Phänomene zu reflektieren. Die rasante Entwicklung der Technologien ermöglicht seit kurzem, dass Spiele, Apps und inzwischen auch Bots von Laien hergestellt werden, dass mit den aktuell verfügbaren Angeboten einfach, günstig und niedrigschwellig selbst Kultur geschaffen werden kann und dass besonders für benachteiligte Gruppen Hilfe und kulturelle Teilhabe durch Apps entstehen kann. In der Soziokultur ist das Thema bisher wenig verhandelt und auch die Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet, kaum genutzt worden. Daher wurden im anschließenden Workshop unter der Fragestellung „Wie könnte ich KI in meiner Einrichtung nutzen?“ eigene Projektideen entwickelt und vorgestellt. Folgende Projektideen sind u.a. entstanden:

- FAQ Buddy Bot als Vermittlungstool für alle; einsetzbar besonders in der Lehre und geeignet „für die Hosentasche“.
- Freies Theater: Inszenierung entwickeln mit Programmierern, Konfrontation der Theaterleute mit Technik und KI; dadurch können Widerstände und Ängste abgebaut werden.
- Verband: Assistent für Routineaufgaben: Beratung, FAQ, Antragstellung etc.
- Künstlerkollektiv: KI als inszenatorisches Mittel: Forschung, um die Verfremdung und Bearbeitung von Stoffen und Themen zu ermöglichen.
- Konzertveranstaltung: Entweder KI als Werkzeug und Assistent oder Thematisierung der KI in der Musik/Veranstaltung.
- Tool: Networking zum matchen von unterschiedlichen Musikern, Veranstaltern und Experten und diese nach Interessen, Bedingungen und Nöten zusammenbringen.
- Ehrenamtsapp zum Sammeln von Daten über Veranstaltungen, Projekte und Engagierte; die App koordiniert Teams und vernetzt die Personen.
- Politische Bildung und Tourismus verknüpfen: interaktive Audiowalks im ländlichen Raum im Bereich der Soziokultur.
- Datenerhebung: eine Art digitale Sprechstunde, um Interviews zu führen mit den Menschen vor Ort: z. B. darüber, was es braucht, um gut zu leben.
- Bundestagsprotokolle als Datensätze einspeisen und analysieren.
- Theaterstück nur mit Avataren.
- Literaturbot, der provokative literarische Zitate in neue Projekte einfließen lassen könnte.

Im Vordergrund bei den hier skizzierten Ideen stehen die Möglichkeiten der Datensammlung und Auswertung sowie der Nutzung von Künstlicher Intelligenz als Assistent.

In der Soziokultur befindet sich die Auseinandersetzung mit dem Thema Künstliche Intelligenz noch ganz am Anfang, allerdings gab es bei allen Beteiligten ein großes Interesse und die Bereitschaft, sich weiter damit zu beschäftigen.





© Florian Kluger



© Philipp Henkel



© Farhard I. Hosseini

→ Florian Kluger | Philipp Henkel | Farhard I. Hosseini

## Wenn Informatiker und Komponisten der Neuen Musik zusammenarbeiten

### Einleitung

Die beiden auf der Tagung vorgestellten Projektkonzepte werden in den nächsten Monaten mit Hilfe der Stiftung Niedersachsen umgesetzt. An dieser Stelle werden die Konzepte nur skizzenhaft vorgestellt. Eine ausführliche Dokumentation folgt nach Abschluss der Projekte an anderer Stelle.

# Panopticon

## Musikalische und visuelle Realisierung

Die von uns realisierte Synthese soll für die klangliche Ebene der Installation verwendet werden, und zwar in Kombination mit „people tracking“, welches die Klänge je nach Bewegung der Menschen im Raum formt.

### Raum

Es wird ein offener Ausstellungsraum benötigt, in dem möglichst effizient und vielfältig mit der Klangverräumlichung gearbeitet werden kann. Geplant ist, dass Lautsprecher im Raum – möglichst in Rasterform an der Decke – aufgehängt werden. Durch dieses Raster soll ermöglicht werden ausgewählte Personen innerhalb des Raumes klanglich darzustellen bzw. zu verfolgen. Um die Technologie für die Besucher/innen transparent zu gestalten, findet sich etwas versteckt im hinteren Bereich des Raumes eine „Überwachungskammer“ – ein Kontrollraum, in dem auf Bildschirmen vor allem das „people tracking“ visualisiert wird. Außerdem können hier einzelne Besucher die Rolle wechseln, indem sie andere Besucher der Installation beobachten können.

### Musik

Es werden in der Installation Klänge von Instrumenten generiert, die es nicht gibt. Mit der Technik des „physical modelling“ kann beispielsweise ein imaginäres Klavier kreiert werden, dessen Klänge nicht durch Anschlagen, sondern durch Anblasen erzeugt werden. Der Raum verhält sich insgesamt wie ein imaginäres Orchester. Jedem Besucher wird ein Instrument zugeordnet. Bei dessen Bewegungen bewegt sich dieser Klang im Raum. Die Gesamtheit des Publikums ergibt den Gesamtklang.

# KIMK

## Aktionen und Regelkreislauf

Die beiden PerformerInnen vollführen bestimmte Grimassen und Bewegungen der Hände. Diese werden durch die KI erkannt und erzeugen bzw. steuern bestimmte Klänge. Auf die Klänge reagieren wiederum die Performer. Durch die LEDs bei den Klangobjekten verändert sich auch die Gesamtbeleuchtung des ansonsten dunklen Raumes, was wiederum unter Umständen Einfluss auf die Gesichtserkennung hat.

### Musik

Die benutzten Klänge werden synthetisch generiert, ähneln aber zwei Gruppen von natürlichen Klängen. Zum einen handelt es sich um perkussive Klänge (Schlagzeug verschiedener Provenienz), zum anderen um streicherähnliche Klänge. Diese Klänge werden durch die sehr verschiedene Charakteristik der Lautsprecher nochmals geformt und in ihrer Körperlichkeit fühlbar. Die Bewegung der Klänge zwischen den Lautsprechern im Raum spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. So kann sich ein Schlagzeugklang durch die Bewegung eines der Schauspieler durch den Raum verändern.

# Autorenverzeichnis



## Armin Berger

ist Geschäftsführer der 3pc GmbH, die er 1995 gründete. Seit über 20 Jahren ist er Experte für digitale Transformationsprozesse und entwickelt ganzheitliche Digitalstrategien und UX-Lösungen für kommunikationsintensive Projekte mit hohem publizistischen Anspruch – vielfach ausgezeichnete Websites, Apps oder AR/VR- und Storytelling-Anwendungen. 3pc ist Partner verschiedener renommierter Kultureinrichtungen und berät diese bei der digitalen Kommunikation. Als Bündnissprecher des BMBF-Forschungsprojektes QURATOR treibt Armin Berger unter anderem mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) die Entwicklungen im Bereich KI und digitaler Kuratierung maßgeblich voran. Schwerpunkte sind die Entwicklung redaktioneller Tools und Services sowie Storytelling-Anwendungen auf Basis Künstlicher Intelligenz.

## Lukas Brand

studierte Katholische Theologie und Mathematik an der Ruhr-Universität Bochum. Seine mit dem Rotary-Universitätspreis 2018 ausgezeichnete Magisterarbeit erschien unter dem Titel „Künstliche Tugend. Roboter als moralische Akteure“ im Pustet Verlag. Derzeit ist Brand Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Religionsphilosophie und Wissenschaftstheorie der Katholisch-Theologischen Fakultät. Hier forscht er zu Fragen der Maschinenethik und Künstlichen Intelligenz sowie zur Anthropologie der Digitalisierung.

## Prof. Dr. Ralph Ewerth

hat an den Universitäten Frankfurt am Main und Marburg Informatik mit Nebenfach Psychologie studiert und im Jahr 2002 mit dem Diplom abgeschlossen. An den Universitäten Siegen und Marburg war er von 2002 bis 2012 als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig und promovierte 2008 in Marburg zu maschinellen Lernverfahren zur automatischen Videoanalyse. Von 2012 bis 2015 war er Professor für Digitale Bildverarbeitung und Medientechnik an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena. Seit 2015 ist Ralph Ewerth Professor an der Leibniz Universität Hannover und leitet am Leibniz-Infor-

mationszentrum Technische Informationsbibliothek (TIB) die Forschungsgruppe „Visual Analytics“, seit 2016 ist er Mitglied des Forschungszentrums L3S. Prof. Ewerth hat mehr als 50 wissenschaftliche Beiträge zum automatischen Verstehen von Bild- und Videodaten veröffentlicht.

## Dr. Tabea Golgath

studierte Geschichte und Amerikanistik auf Magister an der Leibniz Universität Hannover und promovierte zu nachhaltigen Vermittlungsmethoden in Ausstellungen. Seit 2007 führte sie kontinuierlich Lehraufträge am Historischen Seminar und dem Zentrum für Lehrerbildung an der Leibniz Universität Hannover und am Seminar für Ur- und Frühgeschichte an der Universität Basel aus. Ab 2010 ist sie Referentin für Museen und Kunst in der Stiftung Niedersachsen und koordiniert das Programm LINK mit dem Schwerpunkt auf KI und Kultur.

## Dr. Christian Grüny

lehrt an der Universität Witten/Herdecke. Er hat Philosophie und Linguistik in Bochum, Prag und Berlin studiert und 2003 in Bochum promoviert. 2003-2008 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fakultät für Kulturreflexion der Universität Witten/Herdecke, 2008-2014 Juniorprofessor für Philosophie ebenda, wo er sich 2011 habilitierte. 2011 war er Gastprofessor an der Hochschule für Musik und Theater Hamburg, 2013 übernahm er die Vertretung des Lehrstuhls für Philosophie an der Kunstakademie Düsseldorf, 2014/15 verbrachte er als Gastwissenschaftler am Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik in Frankfurt, 2016 vertrat er den Lehrstuhl für theoretische Philosophie an der TU Darmstadt. Er ist assoziiertes Mitglied des Kuratoriums des Musikfestivals Bern und Mitglied des Beirats der Deutschen Gesellschaft für Ästhetik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Ästhetik, Musikphilosophie, Phänomenologie, Zeichentheorie und Kulturphilosophie.

## Prof. Dr. Jürgen Handke

Anglist/Linguist an der Uni Marburg, betreibt den Virtual Linguistics Campus, die weltweit größte

Lernplattform für sprachwissenschaftliche Inhalte. Sein dazu gehöriger YouTube-Kanal enthält viele hundert frei zugängliche selbstproduzierte Lehrvideos und ist der größte seiner Art.

Handke ist der deutsche Hauptvertreter des Inverted Classroom Models, mit dem er 2013 den Hessischen Hochschulpreis für Exzellenz in der Lehre gewann. 2015 erhielt er mit dem Ars legendi-Preis den höchsten deutschen Lehrpreis für „Digitales Lehren und Lernen“ vom Deutschen Stifterverband und der Hochschulrektorenkonferenz. 2016 gewann er mit seinem Flüchtlings-MOOC #DEU4ARAB den Innovationspreis der deutschen Erwachsenenbildung, sein MOOC #FIT4UNI wurde 2017 mit dem nationalen OER-Award in der Kategorie ‚Hochschule‘ ausgezeichnet.

Seit 2017 betreut er das Projekt H.E.A.R.T., das den Einsatz humanoider Roboter in der Lehre untersucht.

## Dr. Doreen Hartmann

ist seit Anfang 2014 Kuratorin im Heinz Nixdorf MuseumsForum, dem weltgrößten Computermuseum in Paderborn. 2018 hat sie den Ausstellungsbereich „Mensch, Roboter! Leben mit Künstlicher Intelligenz und Robotik“ neu konzeptioniert und projektleitend umgesetzt. Sie studierte Medienwissenschaft, Informatik und Allgemeine Literaturwissenschaft an der Universität Paderborn und war dort anschließend wissenschaftliche Mitarbeiterin im Lehrbereich Medienästhetik. Ihre Forschungsschwerpunkte sind digitale Kunst und Kultur sowie ihre Akteure. 2016 schloss sie ihre Promotion über Computer-Demos (computer-generierte, künstlerische Echtzeit-Animationen) und die Demoszene ab. Sie gibt Praxisseminare zum Programmieren im künstlerischen Kontext und entwickelt Medienanwendungen.

## Joachim Heintz

studierte zunächst Literatur- und Kunstgeschichte in Hamburg, dann Komposition bei Younghi Pagh-Paan in Bremen. Seit 2004 leitet er das elektronische Studio FMSBW an der HMTM Hannover (Institut für neue Musik). Als Komponist arbeitet er sowohl für Instrumente als auch für Elektronik,

für Konzerte oder Installationen. Außerdem ist er Mitglied im Theater der Versammlung Bremen und in der Gruppe Yarava Teheran. Auf dem Gebiet der Software ist er als Mitentwickler in den Open-Source-Projekten Csound und CsoundQt aktiv. In den letzten Jahren schreibt er auch Texte und arbeitet vermehrt an einer Verbindung von gesprochener Sprache und Live-Elektronik, unter anderem im Rahmen des Live-Elektronik-Instruments ALMA.

#### **Philipp Henkel**

studiert bei Ming Tsao, Gordon Williamson und Joachim Heintz akustische und elektronische Komposition. Im Jahr 2017 zeigt sich in seinen Stücken, die Beschäftigung mit den Texten des Deutschen Schriftstellers Friedrich Hölderlin, welcher zu einem besonders großen Einfluss wurde. Seit 2018 arbeitet Philipp Henkel mit verschiedenen Medien in seinen Stücken und erkundet dabei, verschiedene Aspekte des technologischen Fortschrittes und dessen Implikationen auf die Gesellschaft und Umgebung. 2019 gründete er mit anderen Studierenden der Hochschule für Musik, Theater und Medien die Initiative „neuMERZ“ welche sich für eine radikalere Kunstszene in Hannover einsetzt. Stücke von Philipp Henkel wurden bereits in den USA, Griechenland, Iran und Österreich aufgeführt.

#### **Farhad Ilaghi Hosseini**

wurde 1985 in Kerman im Iran geboren. Er studierte Kunstmalerei und Graphik-Design im Gymnasium, ab 2002 Klavier am Teheran Konservatorium. 2005-2012 arbeitete er für das iranische Fernsehen, daneben Konzerte und Kunstausstellungen sowie Unterricht an privaten Musikschulen. 2012 Wieder-aufnahme des Studiums in Wien, ab 2014 Kompositionsstudium an der Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover bei Prof. Oliver Schneller, Prof. José María Sánchez Verdú und seit 2015 bei Joachim Heintz, Ming Tsao und Gordon Williamson.

#### **Stefan Kaegi**

inszeniert in verschiedensten Konstellationen dokumentarische Theaterstücke, Hörspiele und

Stadtrauminszenierungen, die oft wirtschaftliche Verflechtungen auf eine menschliche Komponente herunterbrechen. So tourte Kaegi mit zwei bulgarischen Lastwagenfahrern und einem umgebauten LKW durch die Welt, inszenierte 10.000 Heuschrecken im Schauspielhaus Zürich sowie fünf Öl-Experten aus Kasachstan. Zurzeit ist seine Audiotour „Remote X“ in Moskau, Berlin und Shanghai zu sehen. Am Théâtre Vidy in Lausanne inszenierte Kaegi „Nachlass“ mit Menschen, die nicht mehr lange zu leben haben. In Düsseldorf hatte sein „Gesellschaftsmodell Großbaustelle“ Premiere. In „Uncanny Valley“ inszenierte er die lebensgroße Kopie des Schriftstellers Thomas Melle als Humanoiden. Gemeinsam mit Helgard Haug und Daniel Wetzel arbeitet Kaegi unter dem Label Rimini Protokoll, das 2011 mit dem Silbernen Löwen für Theater an der Biennale in Venedig ausgezeichnet wurde. Zuletzt inszenierte Rimini Protokoll das Multi-Player-Video-Stück „Situation Rooms“ über den globalen Waffenhandel sowie das kleine transportable Gesellschaftsspiel „Hausbesuch Europa“. Im Hamburger Schauspielhaus war die Simulation einer „Weltklimakonferenz“ zu sehen, in Zürich „Weltzustand Davos“. In Kanada inszenierte Rimini Protokoll „100% Montreal“ mit 100 nach statistischen Kriterien ausgewählten Vertretern der Stadt. Im Ruhrgebiet kuratierte Rimini Protokoll zuletzt ein Jahr lang „Truck Tracks Ruhr“, in Santiago de Chile wurden hunderte von Erinnerungen an die Zeit unter Pinochet zur „App Recuerdos“ programmiert und in Barcelona schwammen Quallen auf der Bühne eines Projektes zur Welt nach dem Klimawandel. Außerdem entwickelte Rimini Protokoll unter dem Titel Staat 1-4 eine Tetralogie zu Phänomenen der Post-Demokratie.

#### **Florian Kluger**

studierte Elektrotechnik und Informationstechnik an der Leibniz Universität Hannover und erlangte den M.Sc. im September 2017. Während seines Bachelorstudiums verbrachte er ein Auslandssemester an der Yonsei University in Seoul. Für seine Masterarbeit "Automated Extraction of Geometric Scene Features" erhielt er den Förderpreis der Stiftung NiedersachsenMetall. Im Sommer

2017 absolvierte er ein Praktikum bei Sony R&D in Tokio, wo er sich mit verlustbehafteten Repräsentationsformen von 3D-Punktwolken beschäftigte. Seit Oktober 2017 ist er Doktorand am Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz Universität Hannover. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Machine Learning und dessen Anwendungen in der Computer Vision.

#### **Daniela Koß**

ist als Kulturwissenschaftlerin M.A. seit 2010 bei der Stiftung Niedersachsen tätig und verantwortlich für den Förderbereich Theater und Soziokultur. In ihrer Arbeit berät sie zahlreiche Akteure und konzipiert und betreut innovative Förderprogramme. Dazu gehören sozioK\_change, ein Programm, das Transformationsprozesse in der Soziokultur begleitet und auch das Festival Freier Theater „Best OFF“, das unter ihrer Leitung alle zwei Jahre die besten Inszenierungen der niedersächsischen Szene zeigt.

#### **Egor Kraft**

studierte an der Gerlesborg School of Fine Art (Schweden), der Moscow Rodchenko Art School (Russland), der Akademie der bildenden Künste Wien, dem Central Saint Martin's College (Großbritannien) und am Strelka Institute/'The New Normal' (Russland). Heute arbeitet er als Künstler an der Schnittstelle von Bildender Kunst, Medienkunst, Technologie, Film, Designforschung und Wissenschaft.

Egor Kraft stellte im Rahmen der 2. und 5. Moscow International Biennial for Young Art aus, bei der Ars Electronica (Linz/A), der Ausstellung „Open Codes“ des ZKM Karlsruhe, dem Impakt Festival sowie Vienna Contemporary, Manifesta X, Cyfest und auf der Kyiv Biennale. Zudem war er in Gruppenausstellungen in der Hermitage, Garage, MOMMA, MAMM, PERMM, dem Moscow Polytechnic Museum sowie weiteren internationalen Ausstellungen, Festivals, Vorführungen und Tagungen in Europa, den Vereinigten Staaten, Australien und Russland vertreten. Egor Kraft lebt in Berlin, Moskau und Wien.

#### **Mattis Kuhn**

arbeitet als Künstler und Kurator in Frankfurt am Main und Köln.

Er kuratierte gemeinsam mit Franziska Nori die Ausstellung „I am here to learn“ im Frankfurter Kunstverein. Die Ausstellung präsentierte Werke von 17 internationalen Künstlern, um die Wahrnehmung und Interpretation der Welt durch lernfähige Maschinen zu thematisieren.

Ein zentrales Anliegen ist es, die Potenziale der Kunst in eine Erforschung von KI einzubringen, um unser zukünftiges Miteinander zu gestalten. Kunst kann durch ihre sinnlichen Artefakte einen eigenständigen Zugang zu KI ermöglichen und unsere Wahrnehmung für diese Technologie schärfen. KI kann außerhalb anwendungsorientierter Funktionszwecke experimentell eingesetzt und reflektiert werden.

Mattis Kuhn studierte Kunst an der HfG Offenbach am Main und der Royal Academy of Fine Arts (KASK) Gent, Belgien. Derzeit studiert er postgradual Experimentelle Informatik an der KHM Köln.

#### **Prof. Dr. Kai-Uwe Kühnberger**

ist Universitätsprofessor für Künstliche Intelligenz und Direktor des interdisziplinären Instituts für Kognitionswissenschaft der Universität Osnabrück. Nach einem Studium der Mathematik, Linguistik und Philosophie promovierte Kai-Uwe Kühnberger 2002 an der Universität Tübingen im Fach Computerlinguistik. Er arbeitete als Visiting Scholar an der Indiana University, als wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Tübingen und Osnabrück und ist seit 2009 Universitätsprofessor für Künstliche Intelligenz an der Universität Osnabrück. Er veröffentlichte über 100 Artikel in Bereichen wie Computational Creativity, Analogem Schließen, Concept Blending und Maschinellem Lernen. Kai-Uwe Kühnberger war SICSA Fellow (Scottish Informatics and Computer Science Alliance) im Jahr 2009 und gewann einen IBM Faculty Award 2016.



### Prof. Dr. Gerhard Lauer

ist Professor für Digital Humanities an der Universität Basel und seit 2008 Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Von 2002 bis 2017 war er Professor für Germanistik an der Universität Göttingen und befasste sich in Basel mit der Erweiterung geisteswissenschaftlicher Forschung durch computergestützte Methoden. Zuletzt erschienen sind „Wilhelm von Humboldt, Schriften zur Bildung“ (Reclam, 2017), „Johann Friedrich Blumenbach. Race and Natural History“ (zus. mit Nicolaas Rupke, 2019), „Lesen im digitalen Zeitalter“ (in Vorbereitung, 2019).

### Dr. Manuela Lenzen

hat an der Universität Bielefeld in Philosophie promoviert und schreibt als freie Wissenschaftsjournalistin und Sachbuchautorin vor allem über Kognitionsforschung und Künstliche Intelligenz. Sie ist zudem in Teilzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für interdisziplinäre Forschung (ZiF) der Universität Bielefeld. Im letzten Jahr erschien ihr Buch „Künstliche Intelligenz. Was sie kann und was uns erwartet“ (C.H. Beck Verlag).

### Marcus Munzlinger

arbeitet seit 2014 beim Kulturzentrum Pavillon in Hannover im Bereich Gesellschaft & Politik. Hier liegt sein Schwerpunkt auf der Umsetzung digitaler Projekte wie upgrade Pavillon – lokales Kulturzentrum & die digitale Welt, history is still unwritten, Pavillon Prison Break (2016–2017) und [K] amification – Games für Kultur, Kultur für Games. Pavillon Prison Break erhielt den Pro-Visio Preis der Stiftung Kulturregion.

Marcus Munzlinger studierte an der Universität Kiel Romanische Philologie mit Schwerpunkt Spanische Literaturwissenschaften. Bis 2013 war er im Vorstand der Rosa-Luxemburg-Stiftung Schleswig-Holstein aktiv. Er veröffentlicht Texte in der Jungle World, ak – analyse & kritik, Straßen aus Zucker und dem Blog „Die Kolumnisten“.

### Fabian Navarro

ist Autor, Slam Poet und Kulturveranstalter. Nach seinem Studium der deutschen Sprache und Literatur und Philosophie in Hamburg zog er nach Wien. Er tritt seit 2008 bei Lesebühnen und Poetry Slams auf, gewann mehrere Landesmeisterschaften und wurde bei den deutschsprachigen Poetry-Slam-Meisterschaften 2017 Vizemeister.

Er ist Teil des Wiener Kulturvereins FOMP, veröffentlichte Texte in Anthologien, der Titanic und der ZEIT. Er gibt Workshops in kreativem Schreiben, digitaler Literatur und Poetry Slam und war im Rahmen dieser Tätigkeit bereits in Projekten in Kapstadt, Yokohama und Tokio unterwegs. Sein letztes Buch „Die Chroniken von Naja“ (2017) erschien im Lektora Verlag. Sein aktuelles Projekt „Eloquentron3000“ – ein Bot, der Gedichte schreibt – lässt sich auf Instagram verfolgen (@Eloquentron3000).

### Prof. Dr. Fabian Schmieder

studierte an der Juristischen Fakultät der Leibniz Universität Hannover (LUH) Rechtswissenschaften, nach erster und zweiter Staatsprüfung war er zunächst mehrere Jahre am Institut für Rechtsinformatik tätig und wurde 2012 mit einer Arbeit an der Schnittstelle von Strafprozessrecht, Datenschutz und Medienrecht an der LUH promoviert. Nach einer Tätigkeit als Rechtsanwalt und als Chief Information Security Officer des Landes Niedersachsen wurde er 2015 auf eine Professur für Medienrecht an die Hochschule Hannover berufen. Er forscht insbesondere zu Fragen des IT-Rechts, einschließlich des Datenschutzes- und Datensicherheitsrechts sowie zu Fragen des geistigen Eigentums, v.a. des Urheberrechts an digitalen Werken.

### Dr. Gesa Schönmark

studierte Germanistik, Theaterwissenschaft, Deutsch als Fremdsprache und Philosophie (München und Heidelberg). Sie war wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Heidelberger Universität, Gastdozentin mit Lehrtätigkeit am Dartmouth College in Hanover (New Hampshire, USA) und in der Projektkonzeption, -koordination, Gründung und Geschäftsführung von und für verschiedene Stiftungen in Hannover aktiv. Seit 2009 ist Dr. Gesa Schönmark für die Stiftung Niedersachsen als Referentin für Musik, Wissenschaft und Literatur tätig.

### Selina Seemann

wurde in Flensburg geboren und lebt nun weiter im Süden, bei Kiel. Ihre ersten Auftritte bei Poetry Slams hatte sie 2010, dann kamen ihr jedoch Abitur und Studium dazwischen und sie kehrte erst 2016 zurück auf die Bühne. Seitdem hat sie es geschafft, das Finale der Schleswig-Holstein-Meisterschaften zu erreichen, den NDR Poetry Slam

auf Plattdeutsch zu gewinnen und Stammautorin bei der größten und erfolgreichsten Lesebühne Schleswig-Holsteins, „Irgendwas mit Möwen“, zu werden. Außerdem moderiert sie Veranstaltungen und übernimmt seit einiger Zeit gemeinsam mit Fabian Navarro Sorgerechtigungen für Eloquentron3000, einen Bot, der eigene Texte schreibt. Kürzlich wurde sie von einem Fremden in einer Disco erkannt. Ihre Texte sind gereimt und erzählt, manchmal komisch, gelegentlich ernst. Inzwischen sind Angehörige und Freunde froh, dass Selina nach ihrem Lehramtsstudium (Germanistik & Anglistik) doch lieber etwas Vernünftiges machen wollte, Kultur-Sprache-Medien studiert, und die Beamtenlaufbahn gegen die Aufregungen des Künstlerlebens getauscht hat.

### Kay Voges

Kay Voges ist seit 2010 Intendant des Schauspiel Dortmund und arbeitet seit 1998 als Regisseur für Schauspiel und Oper – z. B. am Schauspiel Dortmund, der Staatsoper Hannover, der Oper Dortmund, der Volksbühne Berlin, am Deutschen Schauspielhaus Hamburg, dem Schauspiel Frankfurt, am Staatsschauspiel Dresden, an den Staatstheatern Darmstadt und Kassel und am Schauspiel Stuttgart. Für seine Regiearbeiten wurde er mehrfach ausgezeichnet. 2017 wurde er mit „Die Borderline Prozession“ zum Berliner Theatertreffen eingeladen. „Einige Nachrichten an das All“ gewann beim NRW-Theatertreffen 2013 den Hauptpreis als „Beste Inszenierung“, darüber hinaus wurde der Film zur Inszenierung bei den Filmfestivals in St. Petersburg und Los Angeles ausgezeichnet. Für seine Inszenierung von „Das Fest“ erhielt Kay Voges 2013 eine Nominierung für den Deutschen Theaterpreis DER FAUST. Kay Voges ist Gründungsdirektor der Akademie für Theater und Digitalität in Dortmund.

### Holger Volland

ist Gründer des digitalen Kulturfestivals THE ARTS+ und Vice President der Frankfurter Buchmesse. Sein aktuelles Buch „Die kreative Macht der Maschinen“ beschäftigt sich mit den Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz auf Kultur und Kreativität. Schon immer waren Hochkultur und digitale Innovation gleichermaßen Teil seines Lebens. Als Sohn einer Buchhändlerin und eines IT-Experten wuchs er sowohl inmitten von Büchern als auch Computern auf.

Er studierte Informationswissenschaft und arbeitete als Digitalpionier bei Pixelpark in Berlin und New York. Später war er Partner und Geschäftsführer einer Unternehmensberatung und führte die New Economy Business School. Parallel lehrte er an der Hochschule Wismar Gestaltung und kuratierte große Ausstellungen der Gegenwartskunst in Argentinien und Deutschland. Holger Volland lebt in Frankfurt und ist ein gefragter Sprecher und Moderator zu Themen rund um den digitalen Wandel und Kultur.

# Impressum

## **Herausgeber**

Stiftung Niedersachsen  
Sophienstraße 2 | Künstlerhaus  
30159 Hannover  
Telefon: +49 (0)511 9 90 54-0  
Telefax: +49 (0)511 9 90 54-99  
info@stnds.de | www.stnds.de

## **Redaktion**

Dr. Tabea Golgath

## **Lektorat**

Nils Hoffmann

## **Realisation**

FUTUR III | www.futurdrei.net

## **Hinweis**

Der Tagungsband erscheint  
ausschließlich digital.

© Stiftung Niedersachsen, 2019