

# KREATIVITÄT & KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Der Mensch als treibende Kraft der KI

---



# Impressum

## Herausgeber

BSP Business and Law School – Hochschule für Management und Recht  
Calandrellistraße 1-9  
12247 Berlin  
Tel.: 030 766837 53-100  
[www.businessschool-berlin.de](http://www.businessschool-berlin.de)  
Amtsgericht Berlin: HRB 145457 B  
Geschäftsführerin: Ilona Renken-Olthoff

## Kontakt Daten

BSP Business and Law School  
Projekt Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur  
Thomas Thiessen (Projektleiter)  
[thomas.thiessen@businessschool-berlin.de](mailto:thomas.thiessen@businessschool-berlin.de)  
Tel.: 0331 730 404-301

## Redaktion

Kristina Bodrožić-Brnić und Herbert Fitzek (verantw.)  
Carolin Enke, Antonia Wagner  
Gestaltung und Produktion: WorldTribe, Kristina Bodrožić-Brnić  
Bildnachweis: Canva Pro (Titelbild), Artikelgrafiken über Quellennachweis der Autor:innen

Stand: August 2023

## Über die Herausgeber

Das *Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur* unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) dabei, eine zukunftsfähige Unternehmenskultur aufzubauen und zu leben. Denn die Unternehmenskultur ist Grundlage für eine erfolgreiche Digitalisierung und eine nachhaltige Entwicklung. Wir fokussieren uns auf die Menschen inmitten der Veränderungen. Vertrauen, Innovation und Neugier, Zusammenarbeit und Kommunikation sind wichtige Elemente einer solchen Zukunftskultur. Dazu leisten wir Wissenstransfer und ermöglichen Erfahrungsaustausch. Unsere Angebote sind für Unternehmen kostenfrei und werden durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Förderschwerpunktes Mittelstand-Digital finanziert.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.digitalzentrum-zukunftskultur.de](http://www.digitalzentrum-zukunftskultur.de)

## Über dieses Buch

Das Buch „Kreativität und Künstliche Intelligenz“ ermöglicht Führungskräften in Unternehmen eine neue und ungewöhnliche Perspektive auf das Thema Künstliche Intelligenz. Denn es geht nicht primär um technologische Aspekte der KI. Vielmehr behandelt die Publikation auf anspruchsvolle Weise das Zusammenspiel von Mensch und Technologie und menschlich-kreative Ansätze, die sich in Technologie-getriebenen Unternehmensprozessen widerspiegeln. In vielfältigen Beiträgen aus Kunst, Wissenschaft und Wirtschaft wird aufgezeigt, wie KI und Kreativität sich gegenseitig bedingen und welcher Mehrwert daraus entstehen kann. Sicherlich ist dieses Buch keine „leichte Kost“. Gleichwohl wird das komplexe Technologiethema Künstliche Intelligenz laienverständlich im Zusammenhang mit menschlicher Wirkungs- und Steuerungshoheit gebracht. Zusätzlich bekommen Unternehmer:innen praktische Beispiele, konkrete Handlungsempfehlungen und Unterstützungsmöglichkeiten aus dem Umfeld von Mittelstand-Digital.

Das vorliegende Werk „Kreativität & Künstliche Intelligenz“ ist im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Zukunftskultur entstanden.

Federführend für die Entwicklung und fachliche Betreuung des Buches sind Kristina Bodrožić-Brnić und Herbert Fitzek.



**Kristina Bodrožić-Brnić** ist Geschäftsführerin von WorldTribe, einem Netzwerk zur Vermittlung von digitalen, kommunikativen und interkulturellen Kompetenzen. Sie hat ihr Studium in Moderner Sinologie und Ostasiatischer Kunstgeschichte an der Universität Heidelberg absolviert. Bodrožić-Brnić beschäftigt sich seit mehreren Jahren intensiv mit Führungskräfteentwicklung und

Veränderungsmanagement in der digitalen Transformation. Ein Schwerpunkt dabei ist die Verbindung zwischen Kunst/Kreativität und Digitalisierung. Ihr Credo dabei: Digitale Technologien und Künstliche Intelligenz bieten vielfältige Möglichkeiten der kreativen Gestaltung in Unternehmen, um Produkt- und Dienstleistungsinnovationen zu entwickeln.



**Herbert Fitzek** setzt sich als studierter Psychologe seit Jahren mit menschlichem Erleben und Verhalten in digitalen Veränderungsprozessen auseinander. Seine Schwerpunkte in Forschung und Beratung sind Kulturpsychologie, Organisationsentwicklung und Kunstcoaching. Seit 2010 ist er als Prorektor und Professor für Wirtschaftspsychologie an der BSP Business & Law School tätig

und engagiert sich in nationalen und internationalen Projekten. Im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Zukunftskultur unterstützt Fitzek mit seiner langjährigen Expertise bei der Entwicklung verschiedener Transferformate, die kleinen und mittleren Unternehmen in digitalen Veränderungsprozessen eine Orientierung bieten.

## Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

„Kreativität & Künstliche Intelligenz“ ist aus zwei Gründen eine ungewöhnliche Publikation: Erstens bringt sie zwei Verhaltensräume in einen Zusammenhang, die nicht unbedingt in natürlicher Harmonie zueinanderstehen. Künstliche Intelligenz (KI) entfaltet ihre Wirkung über unbestechliche, klar berechenbare Algorithmen. Kreativität dagegen artikuliert sich in häufig unvorhersehbaren Inspirationen und eigentümlichen Formensprachen, die keiner logischen Struktur entsprechen. KI funktioniert datengetrieben. Kreativität ist ein schöpferisches, oft widersprüchliches Phänomen. Zweitens haben wir es mit sehr unterschiedlichen, manchmal sogar gegensätzlichen Ansprüchen zu tun. KI beeinflusst bereits heute und künftig noch deutlich intensiver ökonomische Strukturen und unternehmerisches Handeln im Wettbewerb. Kreativität ist nicht primär ertragsorientiert und darf auch unproduktiv sein.

Auf den ersten Blick ist es also herausfordernd, KI und Kreativität in einen Vermittlungsprozess hinein zu moderieren. Genau diese Ambivalenz ist es andererseits aber, die uns zu dieser Publikation motiviert hat. Wir befinden uns ökonomisch nämlich inmitten eines technologischen Transformationsprozesses, der ohne Motivation und Akzeptanz der beteiligten Menschen nicht gelingen wird. Dazu brauchen wir Technologievertrauen und die Einsicht, dass sich Mensch und Technik nicht gegenüberstehen, sondern Technik von Menschen und für Menschen entwickelt wird. Wenn wir uns also vergegenwärtigen, dass menschliche Kreativität die Voraussetzung für Technologieentwicklung und auch für KI ist, dann bleibt KI ein Teil von uns und funktioniert im Rahmen unserer menschlichen Intentionen.

Was in der Kunst passiert, findet seinen Ausdruck oft auch in der Fabrik, und umgekehrt. Diese Publikation soll also dazu beitragen, eine Brücke zu schlagen und einen positiven Zugang zu den Chancen der Digitalisierung zu finden. Digitalisierung und KI bieten spannende Möglichkeitsräume, die sich in allen Lebensbereichen zeigen und gerade KMU zusätzliche Perspektiven der Marktteilhabe eröffnen. Am Anfang aber steht die eigene Kreativität und eine offene Haltung. Und immer bleibt der Mensch Treiber von KI.

Wir wünschen Ihnen interessante Einblicke und vielleicht eine neue Sicht auf Technologie als Teil unseres eigenen Schaffens.



Thomas Thiessen,  
Leiter des Mittelstand-Digital Zentrums Zukunftskultur

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>1</b>
<b>Über dieses Buch und die Herausgeber</b> .....	<b>2</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>Einleitung: Kreatives Arbeiten mit Künstlicher Intelligenz</b> .....	<b>6</b>
<b>Künstliche Intelligenz kurz und knapp! Ein Leitfaden für Leser:innen</b> .....	<b>8</b>
<b>Mensch und Künstliche Intelligenz</b> .....	<b>12</b>
Qualitätskontrolle: Die KI entlastet dort, wo der Mensch nicht acht Stunden am Stück leisten kann (Benjamin Gosse).....	13
Mensch ! Maschine - Geschichte einer (un-)heimlichen Partnerschaft (Herbert Fitzek) ....	18
Hybride Intelligenz – natürlich künstlich! (Björn Zwingmann) .....	29
<b>Kunst und Künstliche Intelligenz</b> .....	<b>40</b>
Neuronale Netze als Künstler - Oder KI als Werkzeug und Partner? (Ralf Krestel).....	41
Verbindung von Kunst, Technologie, KI und Wissen: das Projekt ArchXtonic (Fabrizio Poltronieri) .....	56
<b>Kreativität und Künstliche Intelligenz</b> .....	<b>68</b>
UNTITLED: Eine Übung zur (Un-) Übersetz-barkeit poetischer Materie (Graziele Lautenschlaeger).....	69
Die menschlichen Sinne als Designmaterial für erklärbare Künstliche Intelligenz (Alexandra Matz) .....	79
<b>Emotion und Künstliche Intelligenz</b> .....	<b>96</b>
Hey Charly: Ein KI-gesteuerter Roboter erobert Sankt Augustin (David Golchinfar).....	97
Science-Fiction & KI – Visionen für die digitale Transformation (Isabella Hermann, Rainer Zeichhardt).....	102
Affective Computing – Empathie für Mensch und Maschine (Carolin Enke) .....	115
<b>Mittelstand und Künstliche Intelligenz</b> .....	<b>126</b>
Kreativität in Kunst und Wirtschaft (Kristina Bodrožić-Brnić) .....	127
Künstliche Intelligenz in Unternehmen - Eine Roadmap für den Mittelstand (Jibinraj Antony, Alexandra Ritter) .....	138
<b>Informationsmaterialien</b> .....	<b>152</b>
KI in Unternehmen: Praxisbeispiel Helmut Meeth GmbH & Co.KG .....	153
Künstliche Intelligenz als Innovationstreiber .....	156
Mittelstand-Digital - Kostenfreie Unterstützungsangebote für Unternehmen .....	158

## Einleitung

# Kreatives Arbeiten mit Künstlicher Intelligenz

Mit der vorliegenden Publikation wollen wir aufmerksam machen auf die Möglichkeiten neuer Technologien in Unternehmen - rund um das Thema Künstliche Intelligenz. Längst ist klar, wie wichtig Technologiethemen auch im Mittelstand geworden sind. Digitalisierung beherrscht die Ausbildung junger Menschen heute ebenso wie Mathematik und Sprachen. Die Förderinitiative Mittelstand-Digital des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat das Ziel, anspruchsvolle Zusammenhänge leicht zu erklären, die Menschen bei der Entwicklung technologischer Lösungen mitzunehmen und Hilfestellung beim Ausschöpfen digitaler Potenziale zu geben. Die Expert:innen und Kreativschaffenden, denen Sie in diesem Band begegnen, kennen das weite Feld von KI-Anwendungen aus eigener Praxis und behandeln in ihren Beiträgen die Chancen einer kreativen Nutzung und Weiterentwicklung digitaler Instrumente in Wirtschaft und Gesellschaft.

Wir starten die Reise mit einem Essay von Herbert Fitzek über die historische Partnerschaft von Mensch und Maschine unter dem Titel „Mensch ! Maschine - Die Geschichte einer unheimlichen Partnerschaft“ und im Artikel „Hybride Intelligenz - natürlich künstlich!“ von Björn Zwingmann mit der Zuschreibung menschlicher Eigenschaften („Intelligenz“) zu Maschinen. Ralf Krestel und Fabrizio Poltronieri zeigen auf, wie Künstliche Intelligenz gemeinsam mit dem Menschen gleichermaßen Lösungen für die Kreativindustrie wie für künstlerische Anwendung entwickeln kann. Die Künstlerin und Forscherin Graziela Lautenschlaeger beschreibt in ihrer Auseinandersetzung mit dem Werk „Untitled“ die konfliktreiche Beziehung zwischen dem Menschen und der noch recht unvollkommenen KI, die eben weit entfernt davon ist, zu verstehen, was der Mensch braucht, und umso mehr auf die menschliche Programmierleistung angewiesen ist.

Alexandra Matz plädiert in „Die Menschlichen Sinne als Designmaterial für Erklärbare Künstliche Intelligenz“ für die Aktivierung der Sinne bei der Entwicklung und Produktion nutzerfreundlicher und effizienter KI-Produkte und KI-Dienstleistungen. Dabei gibt sie uns konkrete Ideen an die Hand, wie solche Entwicklungen gefördert werden können. Praktisch wird es auch bei Isabella Herrmann und Rainer Zeichhardt, die den Pool von kreativen Geschichten aus Science-Fiction in Workshops nutzen, um eine dystopische (zukunftsängstliche) Grundhaltung in eine antidystopische (positivere) Wahrnehmung künftiger technologischer Entwicklungen umzuwandeln. Im darauffolgenden

Beitrag macht Carolin Enke mit dem Thema „Affective Computing“ auf die Berücksichtigung von Empathie (Einfühlungsvermögen) bei der Kreation KI-basierter Lösungen aufmerksam.

Der letzte Themenabschnitt der Publikation geht noch stärker auf praktische Ansätze ein. Kristina Bodrožić-Brnić verbindet die beiden Welten von kreativer KI-Technologie und gewachsenem Unternehmertum und setzt ein Ausrufezeichen für die Notwendigkeit des kreativen Denkens sowohl bei dem Abbau von Ängsten im Betrieb als auch bei der Entstehung von kundenorientierten Lösungen. Von den Mitwirkenden des Kompetenzzentrums Kaiserslautern erfahren wir, welchen Zugang kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) zum Thema Künstliche Intelligenz gewinnen können. Den Abschluß bilden weiterführende Materialien, die Unternehmen dabei helfen können, Orientierung auf dem Weg ihrer KI-Implementierung zu finden.

Interviews mit folgenden KI-Praktikern vertiefen die Inhalte des Buchs:

- Benjamin Gosse trainiert mit seinem Start-up „Synsor“ ein KI-Produkt der Qualitätskontrolle so, dass es den Menschen nicht ersetzt, aber gemeinsam mit ihm Prozesse der Qualitätskontrolle verbessert.
- David Golchinfar, Mitarbeiter des Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrums Usability, begleitet die nutzerfreundliche Entwicklung des KI-basierten Roboters „Charly“.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und informative Lektüre und stehen Ihnen im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Zukunftskultur jederzeit orientierend zur Seite!



Herbert Fitzek



Kristina Bodrožić-Brnić



## Künstliche Intelligenz kurz und knapp! Ein Leitfaden für Leser:innen

Künstliche Intelligenz (KI) betrifft mittlerweile alle und wird unter anderem in Smartphone Apps oder in Social Media, bei Bankgeschäften und in der Automobiltechnologie standardmäßig verwendet. Längst sind wir an die kleinen smarten Helfer gewöhnt. Aber wie funktioniert eine KI denn eigentlich?

Die Antwort ist komplex. Künstliche Intelligenz ist selbst für Menschen, die Grundkenntnisse im computertechnischen Bereich mitbringen, nicht leicht zu entschlüsseln. Daher erläutern wir Ihnen, liebe Leser:innen, auf den folgenden Seiten mit wenigen Sätzen die wichtigsten Inhalte, auf die Sie beim Lesen der Fachartikel bei Bedarf gerne zurückgreifen können.

*Tip: Lassen Sie sich nicht verwirren! Der englische Begriff für KI ist „Artificial Intelligence“ (AI) und wird immer häufiger in den deutschen Medien verwendet.*

### Künstliche Intelligenz oder Machine Learning?



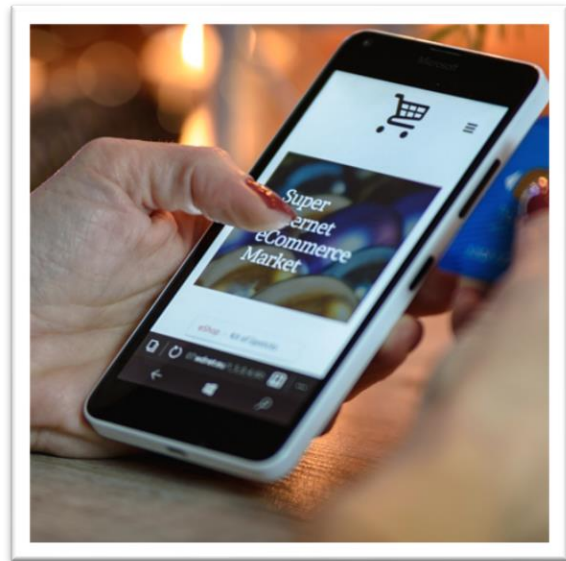
Canva Pro Lizenz.

Künstliche Intelligenz ist dem Denken und der Intelligenz des Menschen in gewisser Weise unterlegen, doch lässt sich durchaus von „mensenähnlicher“ Intelligenz sprechen, zumal die Verarbeitungskapazität von Informationen ins Unendliche geht. Das liegt daran, dass künstliche Intelligenz Algorithmen und mathematische Gleichungen nutzt, um Ergebnisse zu erreichen. Manche Entwickler:innen bevorzugen dafür den Begriff *Machine Learning*, weil dieser den Lernprozess selbst hervorhebt und die Existenz einer

„Intelligenz“ im eigentlichen Sinne ausschließt. *Machine Learning* ist demnach lediglich Lernen auf Datenbasis, doch ähnelt sie der menschlichen Intelligenz, insofern sie Operationen einschließt, bei denen aufgrund erlernter Erfahrung Entscheidungen selbstständig getroffen werden.

## Schwache KI vs. Starke KI

Obwohl KI sich rasant entwickelt hat, sprechen wir heute immer noch von einer schwachen KI. Schwache künstliche Intelligenz filtert Informationen aus enorm großen Datensets, um spezifische Probleme zu lösen. Einer starken KI begegnen wir hingegen in den Schöpfungen der Science-Fiction, von ihr sind wir in der Praxis noch weit entfernt. Eine solche Intelligenz würde selbstständig Probleme erkennen, sich zu deren Lösung das nötige Wissen aneignen und kreative Lösungen entwickeln. Menschliche und maschinelle Arbeit würden miteinander verschmelzen und den potenziellen Einsatzmöglichkeiten (wie auch möglichen Konfliktfeldern) wären kaum mehr Grenzen gesetzt.



Canva Pro Lizenz.

## Was ist und kann ein Algorithmus?



Canva Pro Lizenz.

Grundlage für maschinelles Lernen und somit für KI sind Algorithmen, vereinfacht gesagt, Kombinationen aus mathematischen Gleichungen, die zielorientiert zu Lösungen kommen. Grundlegend dafür ist, dass es eine klar definierte und endliche Vorgangsweise für die Lösung eines Problems gibt, wie wir es aus den mathematischen Gleichungen unserer Schulzeit kennen. Es handelt sich also um eine Art von Rezept mit exakten Mengen und Ablaufschritten für einen konkreten Ablauf, der zu einem berechenbaren Ergebnis

führt, wie etwa die Zubereitung eines konkreten Gerichts aufgrund eines bewährten Rezeptes den jeweils gleichen Geschmack ergeben soll. Damit ein Computerprogramm programmgemäß „kocht“, müssen die Regeln der Zubereitung in eine für ihn verständliche Sprache übersetzt werden. Das Erstellen von Algorithmen für konkrete Abläufe von Operationen ist eine der wichtigsten Aufgaben der Programmierer:innen. Anders

aber als bei klassischen Rechensystemen generieren Algorithmen in aktuellen KI-Systemen selbstständig neue Operationen und Algorithmen.

*Tipp: Lesen Sie auch das KI Kochbuch: Rezepte für den Einsatz Künstlicher Intelligenz in Unternehmen, zu finden unter <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/zentrum-kommunikation-ki-kochbuch.html>.*

## Wie hängen Big Data (Große Daten) damit zusammen? Wie lernen Maschinen?

Mit dem Schlagwort Big Data ist die elektronische Auswertung ungeheurer Datenmengen gemeint, die man gemeinsam mit Millionen von Menschen täglich in sozialen Netzwerken wie Facebook oder LinkedIn hinterlässt. Solche Daten können unmöglich von klassischen Datenbanken und manuellen Analyseverfahren durchleuchtet werden.

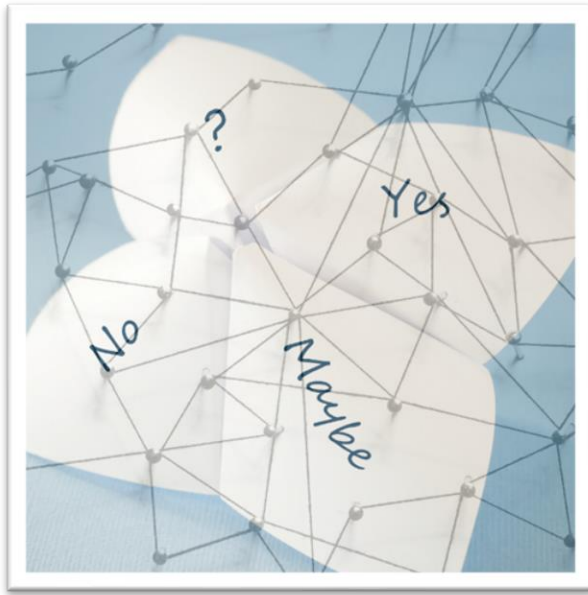
Für diverse seriöse und nicht-seriöse Unternehmen sind Big Data zudem „das Gold unserer Zeit“, da eine zielgruppenorientierte Marktanalyse zur Steigerung des Absatzes von Produkten führt. Auch professionelle Marketingberatungen verwenden längst nicht mehr selbst angefertigte Einschätzungen, um beispielsweise ihren deutschen Kunden bei der Verkaufsstrategie in Südamerika zu helfen. Dank der Auswertung großer Daten kann man betriebliche Social-Media-Kampagnen ganz gezielt auf das richtige Publikum ausrichten.

Große Datenmengen sind erforderlich, um erfolgreiches maschinelles Lernen auf den Weg zu bringen, denn auf der Grundlage unzureichender Daten können erforderliche Ziele nicht erkannt oder angesteuert werden; ein entstehendes Programm wäre nicht „intelligent“ genug, um als KI aktiv zu werden.



Canva Pro Lizenz.

## Was sind künstliche neuronale Netzwerke?



Canva Pro Lizenz.

Deep Learning ist die Grundlage für aktuelle Fortschritte im Bereich von KI. Dafür braucht es künstliche neuronale Netzwerke, die dem menschlichen Lernprozess ähneln. Einfach gesagt, besteht der Lernprozess in diesem Fall aus Informationsaufnahme (Input-Neuronen), Nachdenken (Hidden-Neuronen) und dem Entwickeln und Ausführung von Lösungen (Output-Neuronen). Deep Learning Anwendungen können „von sich aus“ lernen. Es erfolgt keine Bestätigung der erlernten Ergebnisse durch den Menschen.

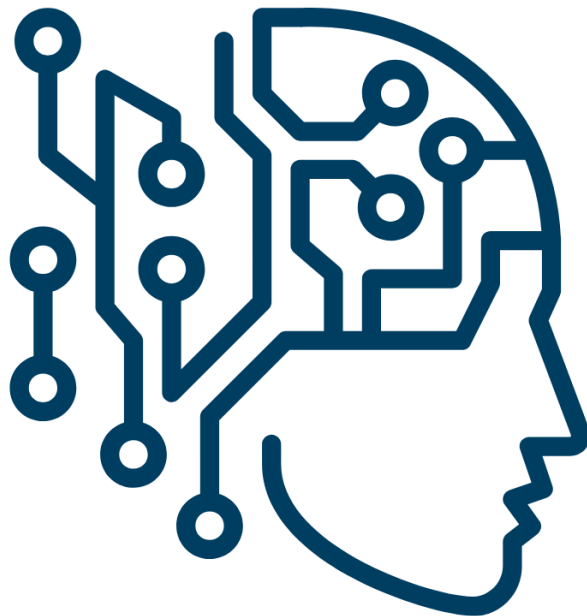
*Tipp: Das ist einfacher zu verstehen, als Sie glauben. Ein typisches Einsatzgebiet ist die viel genutzte Spracherkennung. Sie sprechen zum Beispiel einen Text über die das Mikrofonsymbol auf der Tastatur Ihres Smartphones ein, und das System schreibt dann die Worte, die Sie an Ihren Kontakt per Nachricht über Ihren Instant-Messaging-Dienst schicken möchten.*

## Was kann ein GAN (Generative Adversarial Network)?

In der Kreativarbeit wird oft auf GANs (Generative Adversarial Networks) Bezug genommen, denn damit kann man auch künstlerische Bilder mit KI erzeugen. Ein solches Netzwerk ist eine Art unbewachtes maschinelles Lernen, das heißt, kein Mensch sagt, ob das erreichte Ergebnis richtig oder falsch ist. Zwei künstliche neuronale Netzwerke (KNN) treten dabei in einem Spiel gegeneinander an. Eines heißt „Generator“ und bietet dem anderen, das „Diskriminator“ heißt, Daten an. Der Generator muss solche Daten erzeugen, die „echt“ wirken, während der Diskriminator dann bestimmen muss, ob er sie für echt oder falsch hält. Weil das ganze an den Turing-Test erinnert, bei dem ein Mensch die Aufgabe des künstlichen Diskriminators übernimmt, nennt man das GAN Verfahren auch Turing-Lernen.

# MENSCH

& Künstliche  
Intelligenz



# Qualitätskontrolle: Die KI entlastet dann, wenn der Mensch nicht acht Stunden am Stück leisten kann

INTERVIEW MIT BENJAMIN GOSSE VON SYNSOR



Benjamin Gosse kommt aus der KI-Entwicklung für die betriebliche Anwendung. Wenn er ein Produkt plant, geht es ihm in erster Linie darum, bereits existente Prozesse für seine Kundschaft zu erleichtern. Das von ihm mitbegründete Unternehmen **Synsor.ai** entwickelt konkret Produkte zur Qualitätskontrolle. Was KI-Systeme alles bieten, wie Unternehmen damit umgehen und was Kreativität für ein Start-up bedeutet, erzählte uns der Co-Founder in einem Interview im Februar 2022.

**Herr Gosse, wie sind Sie da hingekommen, wo Sie jetzt stehen, und warum tun Sie genau das, was Sie tun?**

Tatsächlich hatte ich direkt bei meiner ersten Arbeitsstelle schon das Interesse für KI entdeckt, weil ich das Gefühl hatte, dass das mit einer der wichtigen Bausteine die nächsten Jahrzehnte wird. Und als ich dann entschied, mich selbstständig zu machen, musste ich erst ein paar Schleifen drehen, habe dann aber mit Nico einen Co-Founder gefunden, der ebenfalls in die Richtung Künstliche Intelligenz wollte. Und deswegen hat sich da sehr schnell ein Match zwischen uns gebildet und wir haben gemerkt,

dass wir auch eine Nische gefunden hatten, in der auch noch richtig Bedarf besteht. Und so sind wir dann zur Entscheidung gekommen, auch miteinander zu arbeiten und ein Startup zusammen zu gründen.

**Bei Synsor.ai entwickeln Sie KI gesteuerte Systeme zur Qualitätskontrolle. In traditionellen Betrieben wird diese von Menschen durchgeführt. Können Sie uns sagen, weshalb der Mensch mit der KI auch - oder erst recht - gute Ergebnisse erzielen kann?**

Tatsächlich ist es so: Der Mensch als Prüfmittel ist eigentlich schon extrem

gut. Das Problem ist nur, dass gilt immer nur dann, wenn der Mensch auch wirklich fit ist, also wach und ausgeruht ist, und nicht schon seit Stunden an seiner Prüfaufgabe sitzt. Und die Produktion läuft teilweise 24 Stunden am Tag. Da ist es natürlich schwer, das einfach als Mensch durchzuhalten. Deswegen: Konstanz und auch Geschwindigkeit und erwartbare Qualität sind einfach wichtiger als die Peak-Qualität, die ein Mensch erreichen kann. Deswegen suchen Hersteller händeringend nach KI, die sie dann unterstützt, wenn der Mensch einfach nicht acht Stunden am Stück leisten kann. Oder wenn, dann nur unter höchster Anstrengung. Da hat KI in den letzten Jahren auch einen wahn-sinnigen Sprung gemacht, weswegen wir jetzt hier auch wirklich gute Ergebnisse erzielen können.

### **Wie funktionieren Ihre beiden KI-Systeme FIND und ACT und kann ein Betrieb auch beide unabhängig voneinander einsetzen?**

Erstmal zur Frage, was diese beiden Systeme, die wir anbieten, genannt „FIND“ und „ACT“ tun. FIND ist das, was man in der Industrie tatsächlich schon seit vielen Jahrzehnten klassisch kennt. Das ist ein Prüfsystem, das dem Kunden einfach sagt, dass das Produkt, das produziert wird, gut oder schlecht ist, also eine klassische visuelle Qualitätskon-

trolle. Das Neue ist hier die KI im Hintergrund, aber im Ergebnis ist es für den Kunden nichts Neues. Spannend wird es bei uns dann bei dem zweiten Produkt, dem ACT Produkt, denn hier sagt unser System nicht nur, ob das Produkt gut oder schlecht ist, sondern ob der ganze Herstellungsprozess quasi gut und schlecht ist, und was der Kunde tun soll, um den Prozess von „schlecht“ wieder auf „gut“ zu bringen. Das heißt, es ist einfach eine weiter greifende Blickweise. Mittelfristig ist es auch unser Plan, das ACT System, ohne das FIND System anbieten zu können. Aktuell geht es nur zusammen, weil wir eine Kamera brauchen, die die Bilder generiert, die wir analysieren, und das ist erstmal das FIND System. Aber wie gesagt, mittel- und langfristig wollen wir das auch mit Kameras von anderen Herstellern ermöglichen und sie dazu schaltbar machen.

### **Eine Frage aus Sicht von Unternehmen: Synsor ist ein KI-Startup. Wie verhält es sich mit Investitionen und Förderungen in diesem Bereich und was ist schon großartig? Und was müsste besser laufen?**

Großartig ist tatsächlich die Anzahl der aktiven Investoren im Bereich KI, weil Investoren verstanden haben, dass KI wahnsinnig wichtig ist und wahnsinnig viel ausmachen wird. Besser laufen

könnte tatsächlich das Thema der bürokratischen Prozesse bei Förderungen. Viele der Förderungen kommen von staatlichen oder zumindest halbstaatlichen Institutionen, und die haben teilweise sehr mühsame, bürokratische Prozesse, die extrem lange dauern. Zumindest auf die Lebenszeit eines Startups bezogen. Das ist etwas, worüber wir uns schon sehr geärgert haben. Da ist viel Raum für Verbesserungen, gerade in Deutschland.

**Zum Thema Kreativität. Inwiefern spielt diese eine Rolle bei der Entwicklung Ihrer Technologie? Und braucht man auch eine ganz besondere Kreativität, wenn es um Endnutzer:innen geht?**

Um vielleicht auf die zweite Frage einzugehen, ich würde es tatsächlich genau umdrehen. Ich glaube, dass die Kreativität in der gesamthaften Produktentwicklung eine größere Rolle spielt, als wenn es dann konkret um einen Endnutzer geht. Warum sehen wir das so: Wenn es um die User Experience geht, also um das, was der Endnutzer wirklich bei der Bedienung des Systems empfindet, ist das eher ein Handwerk. Da gibt es enorm qualifizierte Leute, die genau verstehen, wie man Dashboards gestalten muss, damit sich das für den Nutzer gut anfühlt. Das kann man erlernen und dann letztlich über eine Agentur verkaufen. Was viel schwieriger ist, und da muss man dann wirklich kreativ werden,

ist, wenn man als Startup versucht, mit minimalsten Mitteln trotzdem ein komplexes Produkt zu bauen, das möglichst früh schon einen Mehrwert beim Kunden entfaltet und gleichzeitig nicht an allen Ecken und Enden auseinanderbricht. Das ist wirklich kreative Arbeit, weil du musst mit nichts das Maximum erreichen und musst immer wieder Probleme kreativ lösen. Das sehe ich als größere Kreativitätsherausforderungen, als wenn es um den Endnutzer geht.

**Nennen Sie uns bitte ein Beispiel für diese Form von Kreativität. Was gab es für Herausforderungen, die dann mithilfe kreativer Ansätze doch gelöst werden konnten?**

Also ein Beispiel ist sicherlich unser zweites Produkt, das ACT Produkt. Wir haben nämlich gemerkt, dass das Produkt als Alleinstellungsmerkmal aus strategischen Gründen für Investoren vermutlich nicht mehr interessant genug ist, und mussten uns dann überlegen: „Wie schaffen wir es, auf Basis der Technologie ein Produkt obendrauf zu setzen, welches ein größeres oder noch ungelöstes Problem löst?“ Und da mussten wir ganz unterschiedliche Dinge in einen Topf werfen und es musste ein Ergebnis rauskommen. Wir mussten zusammenwerfen: Was ist technisch möglich? Was ist mit unseren Ressourcen möglich? Was ist als Problem noch ungelöst? Und was ist auch



ein Trendthema, bei dem wir sagen, „Okay, da werden Kunden auch in Zukunft verstärkt drauf schauen“, denn viele der Probleme, die ungelöst sind, sind aus gutem Grund ungelöst, weil sich eine Lösung einfach nicht rentiert. Das heißt, wir mussten all diese Dinge in einem Vakuum betrachten und trotzdem zu einem Ergebnis kommen, das in der Realität dann Bestand hat. Und das hat schon viel Kreativität und Denkarbeit erfordert.

**Haben Sie schon Erfahrungen mit solchen Nutzer:innen, die am Ende im Betrieb zusammen mit Ihrer KI basierten Technologie arbeiten? Und wie reagieren diese normalerweise bei der Umstellung?**

Tatsächlich ist es so, dass gerade in unserem Bereich die Leute oft skeptisch sind, weil bei dem Thema leider viel verbrannte Erde besteht. Das erklärt sich daraus, dass KI selbst gar nicht so neu ist. In unserem Bereich der visuellen Qualitätskontrolle wird seit 40 Jahren versucht, über ein gewisses Maß an Intelligenz, Prüfungen durchzuführen. Das hat nur lange Zeit nicht zufriedenstellend geklappt, weil die KI einfach noch nicht so weit war. Und erst in den letzten Jahren kamen dann mit dem *Deep Learning* Technologien auf, die wirklich flexibel waren, einfach zu bedienen und trotzdem mächtig waren. Nur stoßen wir jetzt oft auf Personen,

die über die letzten 15-20 Jahre vier oder fünf Sachen ausprobiert haben und alle haben nicht funktioniert. Und jetzt kommen wir um die Ecke und erzählen das Gleiche nochmal: „Jetzt geht’s! Jetzt schaffen wir’s!“ Und deswegen ist am Anfang noch viel Skepsis da. Aber wenn wir dann bei den Kunden vor Ort sind und ihnen zeigen, „Wie sieht das Dashboard aus? Wie sind die Resultate? Wie ist die Performance?“, dann schwindet diese Skepsis oft sehr schnell, und das Produkt wird auch wegen der Sinnhaftigkeit letztlich in der Umstellung akzeptiert.

**Sie sind also in einem Bereich, in dem es durchaus schon üblich war, sehr viel Technologie in der Qualitätskontrolle zumindest auszuprobieren. Das heißt, Sie haben vermutlich nicht solche Endnutzer:innen, die um ihren Arbeitsplatz fürchten, die Technologie verfluchen, die aber skeptisch sind, weil die früheren Produkte auf dem Markt einfach nicht so gut waren.**

Absolut. Das ist auch ein wichtiger Punkt, der dem Thema oft unterstellt wird, dass ganz viele Arbeitsplätze dann hops gehen. Die Realität, die wir hier sehen, ist, dass, wenn Mitarbeiter von ihren Aufgaben, wie der visuellen Kontrolle gelöst werden, sie einfach angenehmere Aufgaben bekommen, wie zum Beispiel die Bedienung unseres Systems, was weit weniger anstrengend ist und was auch viel mehr Spaß

macht, weil es vielseitiger ist. Und wir haben noch keinen Produzenten gesprochen, der gesagt hat: „Ach super, dann kann ich ja Leute kündigen,“ obwohl das natürlich die erste Erwartung ist, über die man finanziell gesehen nachdenken würde, aber das ist bisher noch nicht der Fall gewesen.

**Wunderbar. Auch das ist die Verantwortung von Unternehmerinnen und Unternehmern - die beiden Welten miteinander arbeiten zu lassen. Jetzt das Thema Künstliche Intelligenz und wie sie arbeitet: Speziell in FIND und in ACT. Wie funktioniert das eigenständige Lernen?**

Das eigenständige Lernen ist im Englischen dieser schöne stehende Fachbegriff: das „Unsupervised Learning“. Da findet man auch viel Literatur zu. Früher lief das so: Man musste einer KI ganz viele Bilder von Hunden oder von Katzen zuführen, und zwar so lange, bis dann das System irgendwann einen Hund oder eine Katze erkennen konnte. Und das ist leider ein relativ langwieriger Prozess. Man braucht sehr, sehr viele Daten und die Daten müssen auch sehr gut aufbereitet sein. Wenn man es

einmal geschafft hat, dann funktioniert es aber ganz gut. Dieses ganze „unsupervised“, also dieses eigenständige Lernen, geht viel schneller und viel einfacher. Man gibt dem System letztlich einfach nur Bilder ohne Benennung und sagt dem System: „Liebes System, bitte sag *du* mir, was du für Muster erkennst in den Daten!“ Das System trainiert sich so lange selbst, bis es einwandfrei einen Hund oder eine Katze erkennen kann. Es wird dann zwar nicht sagen: „Das ist ein Hund, das eine Katze.“ Es wird sagen: „Das ist Klasse 1“, oder „das ist Klasse 2“. Aber man selbst muss im Anschluss eigentlich nur noch sagen: „Klasse 1 ist der Hund. Klasse 2 ist die Katze.“ Das heißt, es geht viel einfacher, Systeme zu trainieren und das ist natürlich auch in der Produktion wahnsinnig wichtig, weil es da sehr oft um Zeit- und Kosteneinsparungen geht. Das heißt, sich Monate Zeit zu nehmen, um ein System anzutrainieren, ist da schlicht nicht drin.

**Herr Gosse, Danke schön, dass Sie das so leicht veranschaulicht haben. Wir wünschen Ihnen und Ihrem Kollegen ganz viel Erfolg mit Ihrem Unternehmen Synsor.**

## Mensch ! Maschine - Geschichte einer (un-)heimlichen Partnerschaft

HERBERT FITZEK, MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM ZUKUNFTSKULTUR

Maschinen geben uns die Möglichkeit, unser Leben komfortabel zu gestalten. Doch was bedeuten Technologien für den Menschen? Und was passiert, wenn sie sich verselbständigen? Referenzen aus historischer Literatur und moderner (Film-)Kultur verdeutlichen die zwiespältige Partnerschaft zwischen Mensch und künstlichen Intelligenzen und zeigen, welche Hoffnungen und Ängste der Mensch auf technologische Entwicklungen projiziert. Was für eine gelungene Beziehungsgestaltung zwischen den ungleichen Partnern nötig ist, sind daher Vorsicht und Vertrauen.

Mag sein, dass es auf den ersten Blick etwas eigenartig klingt, Mensch und Maschine in einem Atemzug zu nennen: Der Mensch, das ist doch das (einzige) vernunftbegabte Lebewesen, das sich aktuell schon damit herumschlagen muss, nicht mehr Herr über die Natur zu sein, sondern Pflanzen zu hegen, Tiere zu schonen und das Klima nachhaltig zu bewahren. Und nun kommen auch noch die Maschinen daher und pochen auf ihre Partnerschaft.

In der Realität der Menschen waren aber Maschinen immer mehr

als bloß leblose Gerätschaften. Von Anfang an leisteten sie unschätzbare Dienste bei der Lebensbewältigung, erfüllten Aufgaben, für die sich Menschen entweder zu schade waren oder zu deren Erfüllung ihre körperliche Konstitution nicht ausreichte. In vielfältiger Weise nahmen Maschinen den Menschen Handgriffe ab, die wiederkehrende Routinen erforderten und von Maschinen mit größerer Kraft, Ausdauer und Präzision erledigt werden konnten. Ohne die Partnerschaft der Maschinen sahen die Menschen sprichwörtlich alt aus – gutes und langes Leben wurde erst möglich, als Maschinen die Arbeit erleichterten.

Es ist kein Wunder, dass die Maschinen bald auch in der Fantasie der Menschen einen Raum als hilfreiche Partner einnahmen, mit denen das Leben schöner und ertragreicher, komfortabler, zudem durchschlagsfähiger und zerstörerischer zu gestalten war – niemand zeigte deutlicher die Bedeutung der Maschinen für Wunsch und Realität der

Menschen als Leonardo da Vinci: Sich-Unendlich-Spiegeln, unermessliche Kraft Entwickeln, das Wunder der Automobilität, Fliegen-Können, unbezwingliche Vernichtung.

Allerdings beließen es schon die frühen Maschinen nicht dabei, den Menschen als dienstbare Geister zur Seite zu stehen; mit der Zeit machten sie Anstalten, den Menschen das Kommando aus der Hand zu nehmen und selbst den Takt anzugeben. In seinem „Zauberlehrling“ versinnlicht Goethe den Aufstieg der Maschinendinge zu selbsttätigen Akteuren. Einmal entfesselt entwickelten sie ein Eigenleben, das von Menschenhand nicht mehr zu stoppen war. Maschinen wurden nicht nur zu Konkurrenten, sie stellten sich – wie die Besen in Goethes Novelle – auf zwei Beine und nahmen dabei alle Arten von menschlichen Eigenschaften an (Walt Disney rückt das in seinem zauberhaften „Fantasia“-Film eindrucksvoll ins Bild). Insbesondere die schon in der Goethezeit einsetzende Romantik ließ die Maschinen endgültig (wie die Puppen) tanzen. E.T.A. Hoffmanns menschliche Puppe „Olympia“ (1816) schwingt sich zu künstlerischen Höchstleistungen auf und ist dabei genauso anrührend-gefährlich wie Mary Shelleys schaurig-liebenswertes Maschinenmonster „Frankenstein“ (1818). Bemerkenswerterweise repräsentieren diese frühen künstlichen Intelligenzen Zwitterwesen zwischen Natur und Künstlichkeit, deren Verhängnis nicht etwa in der Unvereinbarkeit von Mensch und Materie liegt, sondern in deren irritierender Untrennbarkeit. Statt als arbeitsteilige Partner erscheinen Maschinen hier als unheimliche „Doppelgänger“ der Menschen, die mit mehr oder weniger originalgetreuen (menschlichen) Eigenschaften ausgestattet sind und eher daran scheitern, zu viel Menschlichkeit angenommen zu haben, als an ihrer rückständigen Maschinennatur. Die lebensechten Apparate haben sich durch die Annahme menschlicher Eigenschaften nicht etwa emanzipiert, sondern sind vielmehr anfällig geworden für Ängste und Abgründe, Sehnsüchte, Launen, Besessenheiten und den Hang zum Verbrechen.

Mit der Übernahme aller möglicher menschlicher Eigenschaften sind die Maschinen in die Falle des Menschlich-Allzumenschlichen getappt: verwundbare Existenzen mit einem übergroßen Bedürfnis nach Liebe und Anerkennung, nach einer erfüllten Gegenwart und einer verheißungsvollen Zukunft. Wenn ihnen zu diesem Zeitpunkt etwas fehlte, dann jedenfalls nicht der Zugang zu der vermeintlich dem Menschen vorbehaltenen Gefühlswelt. Was aber hatten die Maschinen der Romantikepoche falsch gemacht? Und gäbe es einen Weg, vom Menschen Anderes und Besseres zu erlernen als die (romantische) Empfindsamkeit?

Die Geschichte will weitergesponnen werden, um zu verfolgen, wie sich die Maschinen in den folgenden 100 Jahren aus der unheimlichen Partnerschaft mit den Menschen befreien und zum Machtfaktor in Wirtschaft und Gesellschaft wurden. Das lässt sich mit der Ausdrucksfülle eines Mediums zeigen, das selbst dem (maschinellen) Fortschritt im 19. Jahrhundert zu verdanken ist und die Maschinen gleichsam in voller Schönheit und Funktion vor Augen stellt, dem bewegten Bild.

## Vom Lernen der Maschinen

Die Maschine emanzipierte sich vom Menschen, indem sie sich seinen Schwächen verweigerte und seine „Stärken“ kopierte und aus ihnen Fähigkeiten zu schöpfen begann, die, anfangs noch belächelt, sich der komplexen Natur des Menschen durch ihre Logik und Geradlinigkeit als weit überlegen erwies.

Die Domäne des Menschen gegenüber anderen Lebewesen war immer schon seine enorme Lernfähigkeit. Als Kleinkind ohne fremde Hilfe lebensunfähig, übt der Mensch auf allen Gebieten der sinnlichen, kommunikativen und operativen Erfahrung Kompetenzen ein, die ihn binnen 20 Jahren zu einem allen anderen Wesen weit überlegenen Alleskönner werden lassen. Über Beobachtung, Eingriffe, Korrekturen, Rückmeldungen und Verallgemeinerungen werden ungeheure Archive des Wissens und Könnens installiert, die auf Abruf komplexe Handlungspraktiken zur Ausführung bringen.

Was den Vorsprung der Menschen gegenüber allen anderen Lebewesen ausmacht, spornte die Maschinen zur Aufholjagd an. Die Folgerichtigkeit der Lernprogramme kam dem Maschinenwesen entgegen – rasch eigneten sich die Maschinen komplexe Verknüpfungen an, die es erlaubten, alle möglichen Tätigkeiten rasch, zuverlässig und miteinander integriert auszuführen. In frühen Filmen demonstrieren die Maschinen durch ihr Wummern und Tönen ihr Können als Impulsgeber der industriellen Revolution. Sowohl das amerikanische Wirtschaftswunder wie die sowjetische Schwerindustrie nutzten die Lernfähigkeit der Maschinen aus, denen die menschliche Arbeitskraft nur mehr als Planungsinstanz, Kontrolle und Instandhaltung zugeordnet war.



Abbildung 1: Bildzitat aus dem Videoclip „Eingesaugt in die Maschine - Charlie Chaplin Factory Scene“, Min. 01:00, Youtube: © Roy Export S.A.S., 2019 aus „Modern Times“, Regie: Charlie Chaplin, USA 1936, <https://www.youtube.com/watch?v=6n9ESFJTnHs>.

Die Pioniere der filmischen Umsetzung in West und Ost waren Charlie Chaplin und Sergej Eisenstein. Eisensteins „Panzerkreuzer Potemkin“ und „Streik“ (beide 1925) sind getragen vom expressionistischen Charme der frühen Technologie. Chaplin zeigt in seinem Film „Modern Times“ (1936) die Faszination der Maschinenwelt, der sich der Mensch („Charlie“) bedingungslos unterzuordnen hat und die

durch seinen Einsatz eine reibungslos laufende Fließbandarbeit eher behindert (Abb.1). Als Teil der Produktionskette immer mehr in die Logik des Fließbandes eingesaugt, wird Charlie selbst allmählich in eine (nunmehr überzuverlässig funktionierende) Apparatur verwandelt und kehrt als merkwürdiges human-maschinelles Zwitterwesen in seine Lebenswelt zurück.

## Die Maschine auf dem Weg zum intelligenten Wesen

Ihre Stärke und Kapazität erleichterte es den Maschinen, die Leistungen des menschlichen Lernens nicht nur zu imitieren, sondern auch zu optimieren. Schnell war klar, dass Maschinen, verglichen mit Menschen, mehr Ausdauer haben und weniger Fehler machen, und ihre Lernleistungen auch nicht durch Ablenkung und Desinteresse gefährden. Allerdings blieb das Lernen der Maschinen lange Zeit an das Schema programmierter Abläufe gebunden und bedurfte der Anweisung einer letztlich doch überlegenen planerischen Intelligenz in den strategischen Büros und Chefetagen der Unternehmen (beides wiederum wirkungsmächtig inszeniert in den genannten Filmkunstwerken).

Spätestens mit dem Siegeszug des Computers eigneten sich die Maschinen auch diese scheinbar auf ewig für den Menschen reservierte Kompetenz an. Maschinen entwickelten sich zum selbst denkenden (Elektronen-) „Gehirn“ und vollbrachten binnen kürzester Zeit Verknüpfungsleistungen, die sich der menschlichen Intelligenz bald als ebenbürtig erwiesen.

Hinter den Erfolgsmeldungen der Computerindustrie war indessen ein unheimlicher Unterton vernehmbar, der die Entwicklung einer künstlichen Intelligenz in den Nachkriegsjahrzehnten begleitete. Es dauerte nicht lange, und der Mensch schien abgehängt vom Können der Maschinen. So geschah es etwa in der aufsehenerregenden Entwicklung von Schachcomputern (wiederum parallel in den USA und der Sowjetunion – im Jahr 1967 traten sie zum ersten Mal gegeneinander an). Unüberhörbar mischten sich Triumph und Entsetzen in den Nachrichten, dass erstmalig ein Computer erfolgreich gegen einen Menschen gespielt hatte (1956), einen Großmeister besiegte (1977) und am Ende sogar den amtierenden Schachweltmeister (1996), was einer symbolischen Kapitulation der Menschheit vor den Rechnerleistungen noch vor der Jahrtausendwende gleichkam.

Für die bewegten Bilder wurde ein anderes Wirkungsfeld der Maschinen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wichtiger: der Kampf um die Vorherrschaft im Welt- raum, gleichfalls nur möglich durch den Einsatz künstlicher Intelligenz in der Raumfahrt- technologie, die aufgrund



Abbildung 2: Bildzitat „V'GER wartet auf seinen Schöpfer“ aus „Star Trek: The Motion Picture (7/9) – V'GER is Voyager 6“, Min. 01:45, Video, Youtube: © Movie CLIP, 2011 aus Robert Wise, „Star Trek“, Motion Picture, USA (1979)

menschlicher Rechenleistungen undenkbar gewesen wäre. Kaum eine Technologie hat die Filmindustrie nachhaltiger geprägt als die Reise ins All, von der beispielsweise in Amerika der Siegeszug der „Star Trek“-Serie zeugt (ab 1966), in Deutschland im gleichen Jahr die ebenso Aufsehen erregende „Raumpatrouille“, besser bekannt unter dem Titel Raumschiff Orion. Nur 30 Jahre nach „Modern Times“ beeindruckten die Maschinen hier mit einer nie geahnten Überlegenheit, auf deren Grundlage menschliche Wesen in ferne Galaxien befördert und mit neuen Zivilisationen konfrontiert werden. Den von auratischem Glanz umstrahlten Maschinenwesen – wie im „Star Trek“-Film von 1979 dem rätselhaften „V'ger“-Menetekel – nähert sich die Besatzung der Enterprise mit kaum getarnter Unterwürfigkeit und Ehrfurcht.

## Maschinen entwickeln Kreativität: von der künstlichen Intelligenz und zur künstlerischen Potenz

Der Abstand von Maschine und Mensch wurde noch einmal verringert, als die Maschinen weitere 30 Jahre später ein letztes Wesensmerkmal des Menschen für sich eroberten und künstliche Intelligenz vordrang in den Bereich des Schöpferischen. Es war nur mehr ein kleiner Schritt, dass Maschinen nach der Übernahme von Lernfähigkeit und Intelligenz auch zur höchsten und anspruchsvollsten Leistung des Menschen Zutritt erlangten: der menschlichen Kreativität, der die Spitzenleistungen von Wissenschaft und Kunst zu verdanken sind.

Künstliche Intelligenz war trotz gewaltiger Rechnerleistungen letztlich fixiert geblieben auf logische und algorithmische Operationen, die mit beeindruckender Schnelligkeit und Vielfalt kombiniert und vernetzt wurden. Wie eine letzte Bastion der Menschen ragten in diese programmierte Wirklichkeit die einsamen Geistesblitze einzigartiger Werke oder Erfindungen, die scheinbar nur von genialen Persönlichkeiten hervorgebracht werden konnten und von diesen selbst in aller Regel als ungesteuerte (über-)menschliche Inspiration empfunden wurden. In kreativen Akten entstehen die höchsten Kulturgüter der Menschheit: Entdeckungen, Erfindungen, Meisterwerke, für die Ewigkeit mit Preisen ausgezeichnet und ausgestellt in den realen oder virtuellen Museen der Welt.

An die Schöpferkraft von Kunst und Wissenschaft haben sich Maschinen zunächst ebenso zögerlich und unbeholfen herangewagt wie an das menschliche Lernen und die natürliche Intelligenz. Nach dem Gesagten ist die Menschheit gut beraten, genau im Blick



Abbildung 3: Bildzitat – „The Matrix“ vs. „Brave New World“, aus „The Matrix (Official Trailer)“, Min. 01:51, Video, Youtube: © Peter Wu, 2013

zu behalten, wie Computertechnologien auch die Gipfel der menschlichen Originalität erklimmen – und tatsächlich zeigt gerade das mit dieser Publikation aufgegriffene Projekt, wie sehr künstliche Intelligenz der menschlichen Kreativität bereits im Fall der künstlerischen und medialen Inszenierung von Wirklichkeit auf den Fersen ist.



Die Filme der jüngeren Vergangenheit greifen diese Annäherung wiederum in beeindruckenden wie beängstigenden Bildern auf, die nicht mehr nur überlegene Intelligenzen inszenieren, sondern weit hintergründigere, dabei umso wirkungsmächtigere Schöpferwesen, die die Welt nach ihrer Maßgabe aus sich heraus erfinden und beherrschen. Noch einmal 30 Jahre nach der Star Trek-Serie zeigt etwa einer der Kultfilme der Jahrtausendwende eine hinter allem weltlichen Geschehen kunstvoll waltende „Matrix“ (1999), deren Wirken sich nicht nur der Ablauf der Weltgeschichte, sondern auch der Komfort und das Überleben der Menschen verdankt – solange diese sich ihrer Herrschaft bedingungslos und unbewusst ausliefern (Abb.3). Matrix ist so kreativ und formvollendet, dass sie keine Ausstellungen und Filmpreise mehr zu ihrer Bestätigung braucht.

Maschinen sind inzwischen also weit mehr als operative Programme oder Elektronengehirne; sie sind Schöpfer von Wirklichkeit und damit Künstler-Götter, in denen die Anfälligkeit der menschlichen Existenz für Neigungen und Fehler aller Art durch ungebrochene Maschinenkompetenz überwunden ist. Es ist eine „Brave New World“, in der die Menschen ruhiggestellt und gleichgeschaltet leben können, weil die Maschinen das Geschehen komplett kontrollieren. Es ist damit aber auch eine brave „New World“, in der kein Aufmucken und Aus-der-Reihe-Tanzen mehr gestattet und am Ende auch gar nicht mehr erdenklich ist.

Kein Wunder, dass das Zukunftsthema „Kunst und KI“ nicht nur Begeisterung hervorruft, sondern auch Beklemmung erzeugt. Bei allem Nutzen für Wissenschaft, Technologie, Medizin scheint es naiv, der Vereinigung von künstlicher (Maschinen-)Intelligenz und künstlerischer Kreativität mit ungebrochenem Fortschrittsglauben zuzuschauen. Und wem es dabei mulmig wird, nun auch noch den Spitzenplatz menschlicher Leistungsfähigkeit wehrlos an die Maschinen abzugeben, der sei unserer vollen Solidarität versichert.

Zugleich gilt es zu berücksichtigen, dass die geschilderte und nicht zu unterschätzende Entfesselung des unheimlichen Partners „Maschine“ nicht ohne menschliche Anteile zu denken ist. Die hier erzählte „Erfolgs-Geschichte“ der Maschine ist als Erfolg der Leistungsfähigkeit der Maschine, als Geschichte hingegen der Erlebenstätigkeit des Menschen zuzuschreiben; sprich: Es sind menschliche Erzählungen, in denen das Vordringen der Maschinen über Jahrzehnte hinweg Gestalt annimmt. Was in der Weltliteratur erzählt und über Filme an die Leinwand projiziert wird, verdankt sich dem Erfindungs- und Erlebnisreichtum der Menschen im Umgang mit alter und neuer Technologie. In

diesem Sinne sind die Ansichten und Filme über maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz und computergetriebene Kreativität im wörtlichen Sinne „Projektionen“. Sie werfen das Bild einer von der Dominanz der Maschinen verängstigten Menschheit an die Wand, die in der Weiterentwicklung der Maschinen ihre eigenen Eigenschaften („Lernen“, „Intelligenz“, „Kreativität“) rekapituliert. Scheinbar in fremde „Hände“ geraten, kommen ihr diese (natürlichen) Eigenschaften nunmehr angsteinflößend und bedrohlich entgegen.

Das Monster, dem die Menschheit in der fremden Dinglichkeit der Maschinenwesen „V’ger“ und „Matrix“ begegnet, ist nichts anderes als ... sie selbst. Ihre Ambitionen und Kompetenzen haben Dinge in die Welt gesetzt, die Wohlstand und Fortschritt initiieren und zugleich damit Mächte entfesseln, die außer Kontrolle geraten und von Menschenhand nicht mehr beherrschbar sind und das Leben der (Mit-)Menschen und den Fortbestand der Welt konkret gefährden und potenziell vernichten (Waffensysteme, Atomenergie, Klimakiller).

Die menschengemachten Bedrohungen werden in den Visionen von Literatur und Film – und damit in den Köpfen der Menschen – vom Urheber abgewendet und einer scheinbar bedrohlich von außen einwirkenden nicht-menschlichen Technologie zugeschrieben – deren zutiefst menschlicher Ursprung im Übrigen in den manifesten Inhalten der Bücher und Filme hintergründig erkennbar bleibt: „V’ger“ entpuppt sich am Ende des Star Trek-Films als vom Menschen vergessene „Voyager“-Sonde, die um jeden Preis den Weg zu ihrem Schöpfer (dem Menschen) sucht (Abb.2), und die „Matrix“, an der die Menschheit am Ende des 20. Jahrhunderts sprichwörtlich hängt wie ein Säugling an der Mutterbrust, ist bei aller Künstlichkeit wirklich und wörtlich die „Mutter“.

Was in der Geschichte (und den Geschichten) der zunehmenden Domestikation des Menschen durch Maschinen zu erfahren ist, sind zunächst also nicht objektive Merkmale der Technik, sondern menschliche Abgründe, die sich in der technologischen Beherrschung der Natur manifestieren. Gefährlich sind nicht die Maschinen als solche, sondern die durch Maschinenkraft und Maschinenkunst erreichte Aufrüstung des Menschen. Die durch Computerkraft beschleunigte Vervollkommnung der Herrschaft des Menschen über die Natur hat diesen überhaupt erst in die Lage gebracht, die Natur und damit seine eigene Lebenswelt in einem Ausmaß zu gefährden, das die Visionen der noch so zerstörerisch inszenierten Maschinen um ein Vielfaches übersteigt.

Insofern sind Vorbehalte gegen die (un-)heimliche Partnerschaft von Mensch und Maschine durchaus angebracht: als Kritik an der Entwicklung moralisch bedenklicher Technologien, am Einsatz künstlicher Intelligenz für zweifelhafte Ziele und am ungesicherten Umgang mit verfügbaren Daten. Allerdings entspricht der Sachstand der tatsächlich durch künstliche Intelligenz gesteuerten Abläufe im wirklichen Leben durchaus nicht in allen Punkten den Visionen von Buch und Film. Es spricht vieles dafür, dass die in der Wirtschaft, im Gesundheitssystem, im Alltag der Menschen eingesetzten künstlichen Intelligenzen weit weniger Stoff für Romane liefern als die mit ihnen verbundenen Horrorszenarien einer maschinengesteuerten Wirklichkeit.

In der Sachbeschreibung des konkreten Einsatzes von künstlicher Intelligenz fällt auf, wie wenig spektakulär sich die Entwicklungsleistungen der Computertechnologie tatsächlich gestalten. Die für Außenstehende gar nicht leicht zu durchschauende Realität von KI-Grundlagen und Anwendungen hat sich mit ganz anderen Hindernissen abzuquälen als mit dem Machtanspruch entfesselter Maschinenmonster.

In vielerlei Hinsicht steht KI noch am Anfang ihrer Einsatzfähigkeit. Sprachprogramme lassen sich nur in überschaubarem Rahmen praktisch nutzen. Roboter helfen an vielen Stellen der Fabrikation, scheitern aber im öffentlichen Raum häufig an Kommunikationsbarrieren mit menschlichen Akteuren. Selbstfahrende Automobile kommen seit Jahrzehnten nicht über den sehr begrenzten Spielraum überschaubarer Schienenwege hinaus. Die in meinen Text eingestreuten Anwendungsbeispiele sprechen eine ganz andere Sprache als die auf gleicher technologischer Grundlage basierenden Filmszenarien. Produkte stecken oft noch in den Kinderschuhen, Prototypen sind von der Marktfähigkeit und der Nutzung im großen Stil noch weit entfernt.

## Wie steht es um die (un-)heimliche Partnerschaft von Mensch und Maschine dann wirklich?

In den filmischen Visionen schwingen sich Maschinen dazu auf, sich die Stärken des Menschen nicht nur anzueignen, sondern diesen nach und nach zu übertrumpfen und auszustechen: Durch Präzision ihres Lernens zwingen sie den Menschen in ihre Gewalt. Durch ihre unbegrenzte Rechenleistung hängen sie ihn als Partner ab. Ihre Kreativität macht den Menschen zur vernachlässigungswerten Marginalie in der Schöpfung.

Zeitgenossen, die sich dem lernenden, intelligenten und kreativen Netzbetrieb hilflos ausgeliefert sehen, vergessen leicht, dass hinter den Möglichkeiten der Maschinen immer noch Menschen stehen, deren Intentionen und Operationen das eigentliche Bedrohungspotenzial bilden. Umgekehrt sind es aber zugleich Menschen – und damit wir alle –, die es in der Hand haben, die Lern-, Intelligenz- und Kreativleistungen der Computertechnologie für den Aufbau einer lebensstauglichen und lebensfreundlichen Wirklichkeit einzusetzen.

Mit dem Rückzug von vermeintlich gefährlicher Technologie ist es somit nicht getan. Denn die Anwendung von künstlicher Intelligenz bleibt eine unersetzliche Zukunftsoption im Dienst der Steigerung von Lebensqualität und Arbeitszufriedenheit, und sie führt keineswegs so eindeutig und unrettbar in Richtung von Missbrauch und Übermacht, wie es die Bedrohungsszenarien der Filmdramaturgie heraufbeschwören. KI kann vieles, aber computergesteuerte Fortbewegung, Fließbandroboter und Smart Homes sind weit davon entfernt, die Menschen zu beherrschen – im Gegensatz zu den filmischen Visionen kämpft die Technik immer noch heftig damit, die immer komplexere Technologie praktisch nutzbar zu machen.

Der Einsatz von KI in Wirtschaft und Gesellschaft bedarf gewaltiger (innovativer und finanzieller) Unterstützung, um Computertechnologie für friedliche und freundliche Zielsetzungen nutzen zu können und die Gefahren des Missbrauchs bestmöglich zu minimieren. Diese Anstrengungen bedürfen des Vertrauens und der Unterstützung der Bevölkerung, die Kenntnisse und Zutrauen zu den Potenzialen und Gefahren von KI erwerben muss, damit die Programme jenseits von Spezialistenkreisen Fuß fassen können. Denn langfristig richten sich die Entwicklungsleistungen der KI eben nicht an strategische Planer, sondern an alle, die in Alltag, Arbeit, Verkehr und Kommunikation unterwegs sind. So wichtig es ist, Gefahrenpotenziale zu berücksichtigen, so wichtig ist es auch, die Chancen der neuen Technologien für den Erhalt der natürlichen Ressourcen der Menschheit (Gesundheit, Energie, Klima) anzuerkennen.

Es ist deshalb von Bedeutung – und Ziel unserer Publikation – dafür zu werben, dass die prospektive Nutzung künstlicher Intelligenz nicht durch die düsteren Visionen von der Übernahme der Herrschaft durch die Maschinen überlagert wird und sich die Menschen aus verdrehter Furcht vor der Selbstzerstörung bei der Entwicklung lebenswichtiger oder zumindest lebenserleichternder Technologien behindern.

Gerade die Brücke zur (KI-)Kunst kann dabei hilfreich sein, den Weg zu den schwer zugänglichen Betriebssystemen technologischer Innovationen zu bahnen und einen spielerischen Umgang mit der ungeahnten Medialität künstlicher Intelligenz einzuüben. KI ist alles andere als ein formaler Algorithmus, sie hebt die Sinnlichkeit der Bilder auf eine Ebene, die Menschen besser verstehen als abstrakte Erläuterungen oder moralische Appelle. Also keine Scheu vor der neuen Dimension, und Augen auf, was uns im Bilderreich der KI begegnet!



**Prof. Dr. Herbert Fitzek** hält die Professur für Wirtschafts- und Kulturpsychologie der BSP Business & Law School und ist seit 2010 als Prorektor Forschung in der Hochschulleitung tätig, engagiert sich in nationalen und internationalen Projekten und setzt Schwerpunkte auf Kunstcoaching, Wirtschaftspsychologie und Organisationsentwicklung. Das Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur unterstützt er mit eigens auf Vertreter:innen von KMU ausgerichteten Kreativ-Workshops.

# Hybride Intelligenz - natürlich künstlich!

BJÖRN ZWINGMANN, BSP BUSINESS & LAW SCHOOL

Denken wir an Künstliche Intelligenz, entsteht sofort ein spontanes (und ambivalentes) Bild im Kopf. Geprägt wird dieses nicht zuletzt durch das eigene Selbst- und Weltbild. In neuer Technologie setzt sich dieses Bild fort und bringt neue Denkwerkzeuge hervor. Dazu gehören nicht nur mathematische Systeme, Taschenrechner und Computer, sondern vieles mehr, wie Sprache, Bilder, Musik und Geschichten.

Digitale Technik wird damit zum „hybriden“ Teil menschlicher Intelligenz. Das geht jedoch nur gut, wenn wir verstehen, dass digitale Werkzeuge zwar hoch effektiv sein können, uns aber niemals das Denken abnehmen können oder sollen.

Vielleicht geht es Ihnen wie mir und Sie kennen sich ebenfalls nicht mit den Feinheiten der Programmierung und technischen Realisierung von sogenannten künstlichen Intelligenzen oder überhaupt mit Algorithmen und Computerprogrammen aus. Macht nichts – oder besser: Glückwunsch zu dieser Einsicht! Die meisten Menschen überschätzen nämlich bereits ihr Verständnis einfacher Haushaltsmaschinen, aber geraten dann schnell in Not, wenn sie wirklich einmal erklären müssen, wie diese im Detail funktionieren. Das nennt man in der Psychologie *Illusion of Understanding* (vgl. Weber u. Knorr 2020).

Solche Verstehensillusionen hängen damit zusammen, dass es für uns völlig normal und sogar unvermeidbar ist, uns in Zusammenhängen zu bewegen, die wir weder vollständig durchblicken noch überschauen können und von denen wir uns dennoch ein handhabbares Bild machen müssen. Sich ein Bild zu machen ist das, was unsere Psyche unentwegt tut, wie dies z. B. die Gestaltpsychologie oder auch die Psychologische Morphologie herausgestellt haben (vgl. Fitzek 1996), und zwar auch, wenn wir jeden Tag mit hochkomplexen Geräten umgehen und sie nicht wirklich verstehen.

Aus einer psychologischen Sicht, die ich hier einnehmen möchte, ist dabei entscheidend, *welches* Bild wir uns von diesen Maschinen machen und wie dies wiederum mit unserem Bild von uns selbst zusammenhängt. Denn hier droht Gefahr, und zwar grob gesagt sogar aus zwei Richtungen:

(a) Aus der einen Richtung droht die Gefahr, dass wir die Maschinen mit uns selbst verwechseln, also tatsächlich im engeren Sinne annehmen, sie hätten *Geist* oder wären *intelligent* in dem Sinne wie wir es sind. Spontan erleben z. B. auch Kinder Gegenstände als beseelt, was der Entwicklungspsychologe Jean Piaget als Animismus bezeichnete. Das kann in etwas abgeschwächter Form bis ins Erwachsenenalter fortbestehen (vielleicht kennen Sie Menschen, die mit ihren Autos reden) oder in ganzen Kulturen vorherrschen. Es scheint jedenfalls ein allgemeiner, spontaner Impuls von Menschen zu sein, allem, was ansatzweise menschlich aussieht oder sich ähnlich verhält, auch einen menschlichen Geist zuzusprechen. Der *Media-Equation*-Ansatz von Reeves und Nass geht zum Beispiel davon aus, dass es aus evolutionären Gründen immer schon wichtig war schnell zu erkennen wann etwas menschenähnlich wirkte (vgl. Schwab 2010). In unserer evolutionären Entwicklung war sehr lange Zeit alles was nach Mensch aussah in der Regel auch tatsächlich ein Mensch (heute ist das natürlich anders). Ein spontanes Reagieren auf alles was einem Gesicht ähnelt, ist bereits bei Neugeborenen zu finden und führt uns auch als Erwachsene noch in die Falle, was als *Pareidolie* bezeichnet wird. Verwischen wir jedoch die Unterschiede zwischen Menschen und Maschinen zu stark, sehen wir Computer nicht mehr nur als Dinge, sondern als Subjekte, dann droht hier die Gefahr, ihnen zu viel zuzutrauen, und zwar sowohl im Guten, was dazu führt, dass wir ihnen zu viel von unserer eigenen freien Entscheidung abgeben, aber auch im Bösen, wenn wir befürchten, sie könnten ein Bewusstsein erlangen und uns vernichten wollen, wie in den Filmen *2001: A Space Odyssey*, *Terminator* oder *Ex-Machina*. Dass wir hier in den Fantasien über die Maschinen vor allem uns selbst wieder begegnen, verdeutlicht auch Herbert Fitzek im Kapitel *Mensch ! Maschine: Die Geschichte einer (un-)heimlichen Partnerschaft* dieses Buches.

(b) Aber Gefahr droht nicht nur dort, wo wir die Maschinen verkennen, sondern auch da, wo wir uns selbst verkennen, indem wir uns mit den Maschinen verwechseln und vergessen, dass wir als Menschen etwas grundsätzlich anderes sind als Maschinen. Wenn etwas wie menschliches Verhalten aussieht oder wir es damit durcheinanderbringen (siehe oben), liegt es nahe, aus diesem Etwas

Rückschlüsse darüber zu ziehen, wer oder was wir als Menschen sind. Unser Umgang mit den Dingen prägt unser Bild von uns selbst: Psyche entwickelt sich überhaupt nur in Auseinandersetzung mit Dingen und anderen Menschen und wird durch beide immer wieder neu geformt (vgl. Heubach 1996, sowie Fitzek/Marlovits 2015). Seelische Prozesse sind mit unserer gesamten erlebten Wirklichkeit verschränkt und nicht einfach *in uns* oder gar *in unserem Gehirn* lokalisierbar, worauf z. B. der Psychologe Wilhelm Salber deutlich hingewiesen hat. Jüngst hat der Philosoph Markus Gabriel noch einmal viele Argumente dafür zusammengetragen, warum wir unseren Geist eben nicht mit unserem Gehirn verwechseln sollten (Gabriel 2016). Einige Modelle der Psychologie (besonders der kognitiven) haben jedoch kräftig dazu beigetragen die Idee in die Welt zu setzen, dass unser Geist so etwas sei wie eine Software, die auf unserem Gehirn-Computer läuft. Das nennt man auch die *Computermetapher des menschlichen Geistes*. Diese Metapher führt jedoch in die Irre, denn nur weil das Verhältnis von Gehirn und Geist dem Verhältnis von Hardware und Software ähnelt, wäre es falsch, zu denken, dass der Geist wirklich wie ein Computerprogramm funktioniert.

Dass die *Computermetapher des menschlichen Geistes* so bereitwillig aufgenommen wurde hat auch damit zu tun, dass sich daraus verlockende Wunschfantasien ergeben können: Wäre unser Geist eine Software, könnten wir ihn „updaten“, umprogrammieren oder auf eine bessere, potenziell sogar unsterbliche Hardware hochladen. Das ist der Traum des so genannten *Post- oder Transhumanismus* (vgl. Braidotti 2014) wie er z. B. im Film *Transcendence* oder in der Fernsehserie *Years and Years* dargestellt und im Silicon Valley wirklich geträumt wird, zum Beispiel vom US-amerikanischen Erfinder und Unternehmer Ray Kurzweil, der schon in einem Interview in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung am 5. Juli 2000 sagte: „Unser Verständnis von Leben und Tod darf nicht zulassen, dass die Datei des menschlichen Geistes, die über das genetische Erbe hinaus auch unsere Erinnerung, unsere Fähigkeiten, unsere Persönlichkeit umfasst, mit der Hardware stirbt“ (zitiert nach Helmes/Köster 2002, S. 345-346). Die Gefahr, die hier droht, ist die, dass wir unsere eigene Natur missverstehen und darauf hoffen, *Übermenschen* werden zu können, was wir einerseits nie erreichen können, und was andererseits unglaublich destruktiv sein kann wenn wir es versuchen (vgl. Wilhelm Salber. 2014 sowie Daniel Salber 2018). Sich mit dem Bild zu verwechseln, dass wir uns von uns selbst machen, ist nicht nur eine Gefahr für den mythischen Jüngling Narziss, der sich in sein Spiegelbild verliebt, sondern vor allem auch für uns Menschen des Instagram-Zeitalters (vgl. Zwingmann 2018).



Wir sehen also, dass beide Verwechslungsgefahren miteinander zusammenhängen. Verwechselten wir die so genannten KI mit einem besseren menschlichen Geist, würden wir uns falschen Göttern unterwerfen. Verwechselten wir uns selbst mit Computern, würden wir dadurch verführt, uns selbst zu vermeintlichen Göttern updaten zu wollen.

Zum Glück gibt es aus den Geisteswissenschaften, wie z. B. aus Philosophie und Psychologie, Hilfestellungen, um sich ein genaueres Bild davon zu machen, wer wir eigentlich sind und was Computer überhaupt nur sein können. Ich möchte in diesem Kapitel die These vertreten, dass wir als Menschen *hybride Intelligenzen* sind, nämlich halb natürlich und halb künstlich. Dabei orientiere ich mich einerseits an den Gedanken des schon erwähnten Philosophen Markus Gabriel, der den Menschen beschreibt als „das Tier, das keines sein will“ (Gabriel 2018, S. 17) und andererseits an den Theorien des Psychologen Wilhelm Salber (Salber 2008, S. 104), der den Menschen als „behindertes Kunstwerk“ beschrieben hat. Diese beiden Kennzeichnungen passen aus meiner Sicht sehr gut zusammen und könnten helfen uns ein klareres Bild von uns und den technischen Geräten zu machen, die wir herstellen, also auch von sogenannten künstlichen Intelligenzen. Wenn wir uns selbst nicht unter- und unsere Computer nicht überschätzen, können wir letztere besser als das nutzen, was sie tatsächlich sind: sehr hochentwickelte Werkzeuge.

Gabriel (2018) erläutert in seinem Buch „Der Sinn des Denkens“ eine ganze Reihe von Differenzen zwischen unserer menschlichen Intelligenz und den Computerprogrammen, die wir als künstliche Intelligenzen bezeichnen. Ich möchte hier, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, nur einige seiner wichtigsten Argumente sehr knapp zusammenfassen:

- Computer dienen, wie alle hergestellten Dinge, einer *Funktion*. Diese liegt zunächst vor allem darin etwas zu berechnen. Rechnen ist zwar eine geistige Funktion aber der Geist verhält sich zu seinen Funktionen wie ein Ganzes zu seinen Gliedern. Der menschliche Geist kann zwar auch rechnen, aber er ist nicht mit dieser Funktion identisch. Weil ein Computer rechnen kann, ist er noch nicht Geist. Geist ist mehr und etwas anderes als seine Funktionen.
- Um etwas berechnen zu können verarbeiten Computer binär codierte Informationen. Das ist ihr Erfolgsgeheimnis, denn tatsächlich lässt sich sehr vieles aus unserer Wirklichkeit *digitalisieren*, das heißt, in einen binären Code überführen,

da es logisch strukturiert ist. Dass aber alles, was es gibt, so logisch strukturiert und berechenbar wäre, ist eine falsche Behauptung. Insbesondere der menschliche Geist ist es nicht. Die Formen des Seelischen sind vage, kontinuierlich und nicht binär und diskret-eindeutig. Psyche funktioniert eben psycho-logisch, und nicht (nur) logisch. Das sehen wir jeden Tag daran, dass Menschen sich eben auch unlogisch verhalten können. Wir können zwar rechnen, aber Rechenprozesse sind nicht alles, was es im Seelischen gibt.

- Computer sind keine Lebewesen und haben darum auch keine *Lebenswelt*, keine biologischen und kulturellen Nischen, in denen sie leben. Sie haben darum auch keine Überlebensinteressen und deswegen letztlich überhaupt keine Interessen. Zur Intelligenz gehört aber nicht nur das Lösen, sondern vor allem auch erst einmal das Stellen von Problemen (vgl. Fitzek, 2008) und das hängt davon ab, wie wir uns in der Welt vorfinden und verstehen, und welche Interessen und Ziele wir haben. Der Gestaltpsychologie Karl Duncker schrieb dazu 1945: „Ein Problem entsteht, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat, aber nicht weiß, wie es dieses Ziel erreichen kann“ (zitiert nach Hussy, 1998, S. 34). Menschen stellen sich ihre Probleme aufgrund ihrer biologischen und kulturellen Lebensinteressen. Computern fehlt beides. Deswegen werden sie sich auch nie ein Problem stellen, sondern immer nur die (Rechen-)Aufgaben abarbeiten, die Menschen ihnen geben.
- Wir Menschen interpretieren die Ergebnisse der Rechenarbeit unserer Computer als Lösungen unserer Probleme – was uns auch häufig weiterhilft. Denn zuvor wurden diese Computer ja mit unserem eigenen Problemverständnis gefüttert. Das heißt aber eben noch lange nicht, dass Computer irgendetwas verstehen. Markus Gabriel spricht hier von *geliehener Intentionalität*, womit er meint, dass Computer sich von sich aus auf gar nichts in der Welt beziehen können. Ihre Bezugnahme auf wirkliche Gegenstände (Intentionalität) haben wir ihnen bloß geliehen. Während das menschliche Bewusstsein sowohl intentional ist (es ist Bewusstsein von etwas), als auch phänomenal (wir erleben sinnliche Qualitäten), fehlen Computern beide Komponenten. Urlaubsfotos von Kreta erinnern sich nicht an den Urlaub auf Kreta, wie Gabriel schreibt. Wir erinnern uns zwar durch das Urlaubsfoto, wenn wir es betrachten, das Foto selbst erinnert sich jedoch nicht. Selbst wenn man meinen würde, dass sich das Foto irgendwie intentional auf den Urlaub bezieht, hat es sicherlich kein phänomenales Bewusstsein, kein *Erleben*. Und es wird auch niemals plötzlich in ihm erwachen (anders als in den Fotos und Gemälden in der Harry-Potter-Reihe, auf die ich

später noch zu sprechen komme). Und darum wird auch nie in einem Rechengesamt ein Bewusstsein erwachen.

Diese Differenzen können ergänzt und ausgeführt werden (wie Gabriel das auch tut) aber ich hoffe meine knappe Liste reicht dennoch, um entgegen manchen spontanen Fantasien, die sich schon durch die Bezeichnung *Künstliche Intelligenz* oder durch Science-Fiction-Filme einstellen können, den Blick für die riesigen Unterschiede zwischen sehr guter Computerleistung einerseits und menschlichem Denken andererseits zu schärfen. Dass es dennoch zu Verwechslungen und Verwischungen kommt, hat mit dem schon erwähnten engen Zusammenhang zwischen unserer Psyche und den von uns hergestellten Dingen zu tun. Gabriel drückt das so aus: „Der Mensch ist in seinem Selbstverständnis mit der Technik vernetzt. Die tiefe Wurzel dieser Vernetzung geht meiner Ansicht nach darauf zurück, dass wir Produzenten unserer eigenen Intelligenz sind“ (Gabriel 2018, S. 20). Was Gabriel hier anführt, ist die allgemein anerkannte Tatsache, dass die geistigen Leistungen, auf die wir als Menschen häufig so stolz sind, sich überwiegend eben nicht aus angeborenen Fähigkeiten erklären lassen, sondern vielmehr aus unseren Kulturen. Denn schließlich hatte die Spezies *Homo Sapiens* schon die gleiche biologische Grundausstattung, die wir heute haben, lange bevor all die geistigen Leistungen möglich waren, die für uns heute alltäglich sind (vgl. Harari 2013). Unsere biologisch entwickelte Grundausstattung ist also höchstens die notwendige Voraussetzung für unseren Geist. Die andere Hälfte besteht aus den Werkzeugen des Denkens, die wir im Laufe unserer kulturellen Entwicklung produziert haben und die sich auch in Form von Dingen manifestieren.

Der berühmte Systemtheoretiker Niklas Luhmann war ein außerordentlich produktiver wissenschaftlicher Autor. Dabei half ihm offenbar eine von ihm selbst entwickelte, analoge künstliche Intelligenz, nämlich sein ebenfalls berühmter Zettelkasten. „Ich denke ja nicht allein, sondern das geschieht weitgehend im Zettelkasten“, sagte er zu seiner Arbeitsweise (Luhmann 1987, S. 142, zit. nach Ahrens 2017). Dieser Zettelkasten bestand (und besteht immer noch) aus Notizen zu Luhmanns vielfältigen Lektüren, welche er auf Karteikarten festhielt, nach einem festen System nummerierte und außerdem mit Querverweisen versah. Im Zettelkasten waren also verschiedenste Gedanken gespeichert und miteinander verbunden. Aber zugleich konnte Luhmann sie in dieser Form auch viel freier neu anordnen, als ihm dies z. B. in einem normalen Notizbuch möglich gewesen wären. Indem er Zettel aus dem Zettelkasten herauszog (bspw. zu Themen, die ihn gerade interessierten), ihre Zusammenhänge verfolgte und neu anordnete, konnte er immer neue Gedankengänge entdecken und entwickeln, woraus

schließlich sehr viele seiner Texte entstanden. Luhmanns Zettelkasten entspricht zugleich exakt seiner Definition eines Mediums, nämlich dass es aus Elementen oder Ereignissen besteht, die nur lose miteinander gekoppelt und daher fähig sind, andere Formen aufzunehmen und ggf. zu fixieren (vgl. Luhmann 2008). Im besten Sinne hat Luhmann also, genau wie er selbst sagt, *in* seinem Zettelkasten gedacht, indem er im *Medium* seiner eigenen, auf Zettel aufgeschriebenen und lose miteinander durch Verweise verknüpften Lektürenotizen neue *Formen*, nämlich neue Gedankengänge bilden konnte. Das Medium Zettelkasten war ein Werkzeug seines Denkens, und zwar ein ziemlich kreatives.

Mit diesem Beispiel im Hinterkopf fällt es nicht schwer einzusehen, dass die menschlichen Kulturen ganz allgemein auf genau solchen Denkwerkzeugen basieren und zugleich immer neue Denkwerkzeuge hervorbringen. Grundlegend sind z. B. unsere Sprachen, die als Medien wiederum im Prinzip genauso funktionieren wie Luhmanns Zettelkasten, nämlich als eine Menge loser Elemente (Wörter), die sich koppeln lassen zu Formen, z. B. zu Sätzen. Sprachliche Zeichen sind künstlich geschaffene Denkwerkzeuge. Wir können also *im* Medium der Sprache denken. Wir können aber auch *in* Bildern denken (und durch die Bilder der Kunst ganz neue Gedanken denken) oder *in* mathematischen Symbolen wie z. B. in Zahlen und Rechenzeichen (und dann auch rechnen, wenn es denn sein muss und kein Computer zur Hand ist). Manchmal können wir auch Bilder in Sprache übersetzen (z. B. durch Beschreibung) und manchmal sogar Wörter oder Bilder in Zahlen, z. B. durch Digitalisierung (dass dabei etwas verloren geht, weil sich nicht alles in Zahlen erfassen lässt, auch wenn manche das schön fänden, hatten wir ja schon geklärt).

All diese Medien, und viele weitere, sind nicht einfach natürlich entstanden (auch wenn wir biologische Voraussetzungen dafür brauchen), sondern vor allem kulturell produziert und eingeübt. Genau deswegen ist unsere Intelligenz ein Hybrid aus natürlichen und künstlichen Komponenten, die sich wechselseitig bedingen und aufeinander einwirken. Die Grundmedien, in denen wir denken sind unsere Sinne, mit denen wir Gestaltqualitäten (z. B. anschauliche Formen) erfassen. Auf die enge Verbindung zwischen Seelischem und Sinnlichem wollte Wilhelm Salber mit seinem Begriff der „Psychästhetik“ (Salber 1999, S.39) hinweisen (von *psyche* = Seele und *aísthēsis* = Sinnesempfindung). Er bezeichnete die Psyche auch als „Medienseele“ (Salber/Conrad 2006, S. 110), denn sie ist einerseits das Medium, in welchem uns alle Formen der Wirklichkeit erscheinen und andererseits will sich unsere Psyche ständig in anderem ausdrücken, wozu sie sich dann Medien erfindet, wie z. B. die Sprache oder auch die Kunst.

Zu den Denkwerkzeugen, die wir geschaffen haben und die uns zu hybriden Intelligenzen machen gehören also nicht nur mathematische Systeme, Taschenrechner und Computer, sondern vieles mehr, wie z. B. Sprache, Bilder, Musik und die Geschichten, die wir uns durch sie erzählen. In Mythen und Märchen haben Menschen über Generationen hinweg grundlegende menschliche Problemstellungen und dazugehörigen Lösungsversuche in eine Form gebracht und überliefert. Und in der neueren Literatur oder im moderneren Kulturmedium des Films (und zuletzt auch der Fernsehserien), haben wir uns Formen geschaffen, um diese Grundprobleme des Lebens (probeweise) sehr sinnlich durchleben zu können (vgl. Blothner 1999). Ohne, dass es uns immer bewusst ist, erfahren wir dabei viel über unsere Kultur und uns selbst. Dies ist eine Funktion, die zwar im Ausdruck *Unterhaltung* mitschwingt (hier sorgt die Psyche quasi für ihren kulturellen *Unterhalt*), aber weit mehr ist als Zeitvertreib oder Stimmungsregulation durch Entertainment. Bücher und Filme, wie z. B. die Harry-Potter-Reihe, sind nicht zufällig so erfolgreich, und auch nicht nur deswegen, weil ein paar spannende Zutaten zusammengemixt wurden oder weil gar ein dramaturgisches Schema wie eine *Heldenreise* angewendet wurde, um eine Geschichte zu konstruieren. Viel wichtiger für den Erfolg ist, dass hier eine Frage behandelt wird, die nicht nur junge Menschen im Zeitalter der Digitalisierung stark bewegt: Wie können wir, umgeben von undurchschaubaren Zauberdingen, die scheinbar alles möglich machen, daraus Nutzen ziehen, ohne uns selbst zu verlieren? Da ist ein Junge mit besonderen Talenten, der aber auch bedroht ist. Ob er sein Potential entfalten kann, hängt nicht nur davon ab, ob er die richtigen Zauberkräfte und -dinge hat (Zauberstab oder Smartphones sind hier austauschbar, vgl. dazu auch Grünewald 2019), sondern vor allem davon, ob er in einer kulturellen Gemeinschaft ankommt (das ist natürlich die Zauberschule Hogwarts), wo er eine ganze Lebenswelt findet, in der er sich entwickeln kann, mit Freund:innen und Lehrer:innen, Regeln und Tischgemeinschaft, Unterricht, Sport und Spiel. Erst in dieser Kultur lernt er, wer er ist und wie er seine Zauberwerkzeuge richtig einzusetzen hat (vgl. auch die Analyse von Harry Potter bei Salber/Conrad 2006, S. 101). Und dieser Aspekt von Harry Potter ist nicht bloß Fantasie, sondern genau die Situation, in der sich die Menschen im Zeitalter der Digitalisierung befinden: Um mit den digitalen Zaubergaben etwas anfangen zu können, brauchen wir kulturelle Formen. Wir brauchen Klarheit über unsere Selbst- und Weltbilder (die Aufgabe der Geistes- und Sozialwissenschaften). Dass z. B. soziale Medien in Abwesenheit von der richtigen Umgangskultur nicht automatisch mehr Verbundenheit und demokratische Teilhabe erzeugen, ist eine unübersehbare Erkenntnis der letzten Jahre. Genauso wenig erzeugen digitale künstliche Intelligenzen in Unternehmen von allein eine bessere Kommunikation, bessere Organisationen, optimierte Arbeitsprozesse oder größeren Umsatz. Werkzeuge sind Funktionen, die in ein

sinnvolles Ganzes, ein Gesamtbild, eingebunden werden müssen. Dieses Gesamtbild müssen wir uns immer wieder erst einmal klar machen.

Wir sind also selbst Hybride aus natürlicher Entwicklung und künstlich-kultureller Produktion, weswegen Gabriel uns als das Tier charakterisiert, das keines sein will und Salber den Menschen als behindertes Kunstwerk sieht. Als Tiere, die keine sein wollen, entwerfen wir in unserer Kultur ständig Bilder von uns und der Welt. Wir wären gerne wie diese Bilder, aber zugleich sind wir es nie, sondern bleiben (auch) sterbliche Tiere: „Behindert ist das Ins-Werk-Setzen von Kunst durch die ‚Natur‘ (...)“ (Salber 2008, S.104).

Nicht zufällig ist der Bösewicht in der Harry-Potter-Reihe ein Zauberer, der gerne unsterblich werden würde, indem er seine Seele durch schwarze Magie buchstäblich in Stücke zerreißt und in Dingen einschließt. Dieser Lord Voldemort ist damit ein Transhumanist wie aus dem Silicon Valley, der davon träumt kein Menschentier mehr sein zu müssen, indem er seinen Geist auf eine unvergängliche Hardware hochlädt. Warum dies in der Realität nicht funktionieren kann, haben wir ja schon gesehen. Aber schon die Vorstellung ist potenziell destruktiv, weil sie Menschen mit Dingen gleichsetzt. Wir leben aber (zum Glück) nicht im Digitalen, sondern im ziemlich analogen Alltag. Trotz aller Digitalisierung wird diese analoge Ebene nie verschwinden. Digitale Technik kann als Werkzeug ein Teil unserer eigenen hybriden Intelligenz werden. Das geht nur, wenn wir verstehen, dass digitale Werkzeuge zwar hoch effektiv sein können, aber uns niemals unser Denken abnehmen können oder sollten.



**Prof. Dr. Björn Zwingmann** ist sowohl Diplom-Psychologe als auch Psychoanalytiker. Er promovierte mit einer Untersuchung zum morphologischen Kunstcoaching bei Professor Dr. Herbert Fitzek. Seit 2016 arbeitet er in seiner Praxis in Köln und seit 2018 hält er die Professur für Medienpsychologie an der BSP Business & Law School.

## Literaturverzeichnis

Ahrens, Sönke, *Das Zettelkasten-Prinzip. Erfolgreich wissenschaftlich Schreiben und Studieren mit effektiven Notizen* (Books on Demand, 2017).

Blothner, Dirk, *Erlebniswelt Kino. Über die unbewusste Wirkung des Films.* (Bergisch Gladbach: Bastei, Lübbe, 1999).

Braidotti, Rosi, *Posthumanismus. Lebens jenseits des Menschen* (Frankfurt: Campus Verlag, 2014).

Fitzek, Herbert, *Gestaltpsychologie: Geschichte und Praxis* (Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft, 1996).

Fitzek, Herbert, *Inhalt und Form von Ausdrucksbildungen als Zugangswege zur seelischen Wirklichkeit. Ein Vergleich von Inhaltsanalyse und Morphologie als Methodenkonzepete der qualitativen Sozialforschung* (Lengerich: Pabst Science Publishers, 2008)

Fitzek, Herbert/Marlovits, Andreas, *Zum Stand der Dinge. Annäherung an das Gegenständliche* (Berlin: Edition Braus, 2015).

Gabriel, Markus, *Ich ist nicht Gehirn. Philosophie des Geistes für das 21. Jahrhundert* (Berlin: Ullstein, 2016).

Gabriel, Markus, *Der Sinn des Denkens.* (Berlin: Ullstein Buchverlag, 2018).

Grünewald, Stephan, *Wie tickt Deutschland? Psychologie einer aufgewühlten Gesellschaft* (Köln: Kiepenheuer & Witsch, 2019).

Harari, Yuval, *Eine kurze Geschichte der Menschheit* (München: DVA, 2013).

Helmes, Günter/Köster, Werner, *Texte zur Medientheorie* (Stuttgart: Reclam, 2002).

Heubach, Friedrich Wilhelm, *Das bedingte Leben. Theorie der psycho-logischen Gegenständlichkeit der Dinge. Ein Beitrag zur Psychologie des Alltags* (München: Wilhelm Fink Verlag, 1996).

Hussy, Walter, *Denken und Problemlösen* (Stuttgart: Kohlhammer, 1998).

Luhmann, Niklas „Das Medium der Kunst“. In: Niklas Luhmann. *Schriften zur Kunst und Literatur* (2008) Hrsg. Niels Werber, Frankfurt am Main: Suhrkamp: S. 123-138.

Salber, Daniel, *Ihr werdet sein wie Gott. Verheißungen und Wirklichkeit der „Globalisierung“* (Bonn: Bouvier, 2018).

Salber, Wilhelm, *Kunst – Psychologie – Behandlung*. 3. Aufl. (Köln: Verlag der Buchhandlung Walther König, 1999).

Salber, Wilhelm / Conrad, Marc, *Goethe zum Film. Muster in einer Wirrwarr-Welt. Ein morphologischer Ansatz der Medien- und Marktpsychologie* (Bonn: Bouvier, 2006).

Salber, Wilhelm, *Die eine und die andere Seite. Reise in ein Verzauber-Land*. (Bonn: Bouvier Verlag, 2008).

Salber, Wilhelm, *Übermensch – Stress*, In *anders: Zeitschrift für Psychologische Morphologie*, 17 (2014).

Schwab, Frank, *Lichtspiele. Eine Evolutionäre Medienpsychologie der Unterhaltung* (Stuttgart: Kohlhammer, 2010).

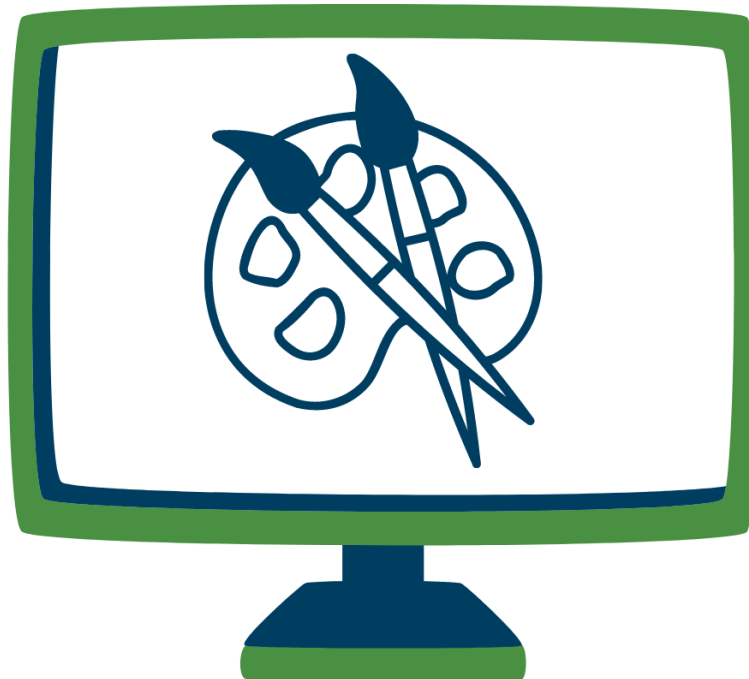
Weber, Silvana/Knorr, Elena, *Kognitive Verzerrungen und die Irrationalität des Denkens*, In: *Die Psychologie des Postfaktischen: Über Fake News, „Lügenpresse“, Clickbait & Co.*, Hrsg. Markus Appel (Berlin: Springer, 2020) [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58695-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58695-2_10).

Zwingmann, Björn, *Spieglein, Spieglein, Instagram*, In *anders: Zeitschrift für morphologische Psychologie*, 32 (2018).



# KUNST

& Künstliche  
Intelligenz



# Neuronale Netze als Künstler - Oder KI als Werkzeug und Partner?

RALF KRESTEL, ZBW - LEIBNIZ-INFORMATIONSZENTRUM WIRTSCHAFT & CAU KIEL

Deep Learning Methoden haben rasante Erfolge in der Entwicklung von Technologie-Lösungen hervorgebracht. Wenn es darum geht, Künstliche Intelligenz in der Generierung von Kunst einzusetzen, stehen den Kunstschaffenden vielfältige Formen der Anwendungs- und Entwicklungsarbeit zur Verfügung. Dahinter steht das bestmögliche Ausschöpfen technologischer Potenziale. Der vorliegende Artikel eröffnet vielfältige Bezüge zwischen Digitalisierung und Kreativität und wirft einen Blick hinter die Fassade von KI-basierter Kunstproduktion.

Seit Beginn der Industrialisierung werden immer mehr Tätigkeiten Maschinen übertragen, die bis dato menschlicher Arbeitskraft bedurften. Mit Erfindung des Computers waren diese Tätigkeiten nicht mehr nur auf körperliche Arbeit beschränkt, sondern auch geistige Arbeit konnte nun in erhöhtem Maße durch Maschinen verrichtet werden. Man denke hier beispielsweise an Taschenrechner oder Schachcomputer. Ein weiterer wichtiger Schritt hin zu einer Künstlichen Intelligenz war die Entwicklung von Methoden

des maschinellen Lernens. Diese erlauben mit Hilfe von großen Datenmengen und geeigneten Lernalgorithmen ein selbstständiges Lernen und bedürfen nicht mehr dem expliziten Definieren von Regeln durch Programmierer:innen. Selbstfahrende Autos und maschinelle Übersetzung sind Beispiele von erfolgreichen Anwendungen von maschinellem Lernen. Diese Tätigkeiten sind geistig anspruchsvoll und können nicht einfach nur durch einfache Berechnungen sinnvoll verrichtet werden. Sie erfordern auch von Menschen eine Ausbildung, das heißt, auch Menschen müssen diese Tätigkeiten erlernen.

Wenn ein Computer nun komplexe, geistige Aufgaben lösen kann, kann er dann nicht auch Kunst erschaffen? Zumindest die Erzeugung von Artefakten, die auf den ersten Blick wie Kunst aussehen, ist in allen Kunstgattungen möglich. Beispiele finden sich unter anderem in Literatur (Roemmele, 2016; Ghazvininejad, 2016), Musik (Zulić, 2019; Lopez-Rincon, 2018) und den bildenden Künsten (Colton, 2012; Elgammal, 2017).

Computer können kunstähnliche Objekte erschaffen, aber es fehlen scheinbar zwei ganz entscheidende Fähigkeiten: wahres Verständnis und wahre Kreativität, wobei Kreativität ein Verständnis der Welt im Allgemeinen und der Kunstwelt im Speziellen wohl voraussetzt. Davon ist die KI-Forschung noch weit entfernt und es ist zurzeit noch unklar, inwieweit Computer tatsächlich Kreativität ähnlich der des Menschen besitzen können (Hertzmann, 2018; Still 2019). Zumindest was das Verständnis anbelangt, gibt es einige Ansätze, die sich unter dem Begriff des *Semantic Computing* zusammenfassen lassen und in klar umrissenen Szenarien eine Art semantisches Wissen zeigen.

Frühe KI-Forschung hat mit dem Turing-Test ein Verfahren entwickelt, das es ermöglichen soll, eine menschenähnliche, künstliche Intelligenz zu bewerten: Eine Person soll im Dialog mit einer Maschine oder einem Menschen nicht in der Lage sein die Beiden auseinanderhalten zu können. Für den Fall einer kunsterzeugenden Intelligenz wurde dieses Verfahren angepasst, indem man einer Kunstexpertin Bilder von menschlichen Künstler:innen, sowie Werke einer KI vorlegt, und der/die Expert:in dürfte es nicht gelingen, diese entsprechend zuzuordnen (Gangadharbatla, 2021). Diese Art des Turing-Tests vernachlässigt aber gerade die Prüfung der wesentlichen Fähigkeiten: Verständnis und Kreativität. Anhand der Erzeugung von Literatur kann man dies gut veranschaulichen: Texte können syntaktisch korrekt sein, ohne jedoch semantisch sinnvoll zu sein. Ein bekanntes Beispiel ist der Satz von Noam Chomsky „Colorless green ideas sleep furiously“, auf Deutsch „Farblose grüne Ideen schlafen wütend“ (Chomsky, 1957). Die Syntax ist korrekt, aber der Satz ergibt keinen Sinn. Ähnlich verhält es sich mit der Kreativität. Gute Dichter:innen können sinnvolle, neue Metaphern erschaffen, was als kreativ wahrgenommen wird. Eine KI kann dies noch nicht eigenständig. In Anlehnung an das Theorem der endlos tippenden Affen (die irgendwann durch Zufall die Werke Shakespeares erzeugen würden) würde eine KI heutzutage viel weniger Ausschuss produzieren und es wäre deutlich einfacher, interessante Schöpfungen unter den zufälligen Erzeugnissen ausfindig zu machen (Meyer, 2017). Was wir daher bei der Erzeugung von Literatur, Musik, und bildender Kunst durch KI sehen, ist die Imitation von Kunst. Dies entspricht nicht unserem heutigen Verständnis von Kunst, findet aber Anknüpfungspunkte an das Kunstverständnis in der Antike, z. B. bei Platon, wo Kreativität nicht erstrebenswert war, und Kunst eine Nachahmung der Natur sein soll (Tatarkiewicz, 1979).

Wenn Computer nun in der Lage sind, etwas zu erschaffen was keine Kunst ist, wie kann man daraus eventuell Kunst machen? Zum einen kann man KI als ein Werkzeug sehen, das Künstler:innen in einem künstlerischen Prozess nutzen können. Diese Sicht erinnert stark an die Diskussion um Malerei und Fotografie. Auch dort erzeugt nicht das

Werkzeug Kunst, sondern die Künstler:innen benutzen das Werkzeug, um Kunst zu erschaffen. Zum anderen kann man die existierende KI-Methoden erweitern, damit diese eine Art von Kreativität und Verständnis entwickeln. Insbesondere wollen wir uns der Frage widmen, inwieweit durch den Einsatz von KI-Grenzen der künstlerischen Arbeit verschoben werden oder Begriffe wie Kreativität und Kunst durch die Anwendung auf KI-Methoden eine Bedeutungsänderung erfahren.

Der Begriff der künstlichen Intelligenz ist und war einem ständigen Wandel unterworfen und umfasst eine ganze Reihe von mehr oder weniger „intelligenten“ Methoden. In der aktuellen Diskussion meint man meist Methoden des maschinellen Lernens und insbesondere tiefe, neuronale Netze, das sogenannte Deep Learning, wenn man von KI spricht. Dies ist aber tatsächlich nur ein kleiner Teil der KI-Methoden, welche jedoch für Aufgaben der Wahrnehmung (Bild, Text, Audio) besonders gute Ergebnisse liefern. Im Folgenden wollen wir uns daher auf eine bestimmte Art von neuronalen Netzen beschränken, den *Generative Adversarial Networks*, nachdem wir nochmal einen kurzen Blick auf maschinelles Lernen allgemein werfen.

## Maschinelles Lernen für die Kunst

Der Einsatz von Computern in der Kunst ist nicht neu. Digitale Kunst, oder Computerkunst im allgemeinen und generative Kunst im speziellen, nutzen oft Computer, um Kunst zu erschaffen. Das maschinelle Lernen führt nun jedoch in der Kunst wie auch in der Informatik allgemein einen kompletten neuen Ansatz ein. Während die generative Kunst ebenso wie klassische Algorithmen typischerweise ein Programm abarbeiten, ist die Idee des maschinellen Lernens eine fundamental andere. Beim Programmieren werden Regeln festgelegt, die der Computer abarbeitet. Dabei bekommt das Programm eine Eingabe, zum Beispiel die Zahlen „4“ und „2“ und gibt die Zahl „6“ aus. Die festgelegte Regel in diesem Fall wäre die Addition (Eingabe A + Eingabe B). Beim Maschinellen Lernen fehlt die Angabe der Regel und der Computer muss selbst die Regel finden, welche aus der Eingabe die Ausgabe erzeugt. Dafür ist neben der Eingabe auch die gewünschte oder beobachtete Ausgabe notwendig. Da anhand eines Beispiels diese Regel nicht eindeutig bestimmt werden kann (die Regel könnte in diesem Beispiel auch  $(2 \times \text{Eingabe A}) - \text{Eingabe B}$  lauten), sind mehrere Trainingsbeispiele notwendig. Je komplizierter die Regeln sind, das heißt je mehr Möglichkeiten und Kombinationen existieren, desto mehr Trainingsdaten sind notwendig, um möglichst nahe an die gesuchte Regel heranzukommen. Das Additionsbeispiel aus dem Bereich der Mathematik

dient hier nur zur Veranschaulichung. Einsatz findet das maschinelle Lernen eher in anderen Bereichen, wo die möglichen Eingaben deutlich komplexer sind, zum Beispiel in der Bildverarbeitung von Fotos bestehen aus tausenden Pixel.

Was bedeutet das nun für die Generierung von Kunst mit Hilfe von maschinellem Lernen? Während bei generativer Computerkunst der oder die Künstler:in die Regeln festlegt und dadurch Einfluss auf den generativen Prozess hat, entfällt dies beim maschinellen Lernen. Hier generiert der Computer die Kunst selbstständig mit Hilfe der zuvor selbst gelernten Regeln. Als Eingabe braucht der Computer nur Trainingsdaten, also Beispiele von Gemälden, Zeichnungen, etc. Dieser konzeptionelle Unterschied zwischen klassischem Programmieren und maschinellem Lernen ist gewaltig und hatte zu außerordentlichen Erfolgen in vielen Bereichen geführt. Eine weitere Steigerung hat das Gebiet der künstlichen Intelligenz durch die Entwicklung von tiefen, neuronalen Netzen, sogenanntes Deep Learning, erfahren. Verschiedene Architekturen dieser Netze können für die Bild- und Sprachanalyse genutzt werden. Zur Erzeugung von Daten jeglicher Art, also auch von Kunst, finden spezielle Deep-Learning-Architekturen Anwendung, auf die wir im folgenden Teil detaillierter eingehen werden.

## „Kreative“ Neuronale Netze

Durch neue Entwicklungen und gesteigerte Rechenleistung konnte die alte Idee von künstlichen, neuronalen Netzen weiterentwickelt werden und es entstanden tiefe Netze mit vielen Schichten von künstlichen Neuronen. Der Durchbruch des Deep Learning wurde Anfang der 2010er Jahre erreicht mit Ergebnissen, die über denen von Menschen lagen, insbesondere für perzeptorische Aufgaben der Bild- und Sprachverarbeitung. Diese großen Deep-Learning-Architekturen wurden genutzt, um zu lernen, wie Eingabedaten auf Ausgabedaten abgebildet werden: Ein Modell der Daten wird erzeugt. Das Ziel war dabei meistens die Klassifikation, zum Beispiel das Erkennen von Hunden oder Katzen auf Fotos (Ciresan, 2012).

Diesen Prozess kann man aber auch umdrehen. Ein Modell, was auf das Erkennen von Hunden trainiert wurde, kann nun rückwärts angewendet werden: Gegeben ein Foto, welche Pixel müssen wie verändert werden, damit das Modell einen Hund erkennt? Die so veränderten Bilder haben eine stark psychedelische Komponente und erinnern an Traumsequenzen (McCormick, 2015). Daher wurde diese Methode Deep Dream (Mordvintsev, 2015) genannt. Wählt man weißes Rauschen als Eingabe, erzeugt diese Methode Bilder von zuvor erlernten Objekten, siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: SEQ Abbildung \\* ARABIC1: Ein von DeepDream erzeugtes Bild. (aus Berov, 2016)

Eine weitere wichtige Methode der Anwendung von Deep Learning im Bereich der Kunst ist der Neural Style Transfer (NST) (Gatys, 2016). Hierbei werden der Inhalt eines Bildes und dessen Stil getrennt, sodass der Stil ausgetauscht werden kann. Beispielsweise kann man den Inhalt eines beliebigen Fotos mit dem Stil von

Van Goghs Sternennacht kombinieren, siehe Abbildung 2. Dabei erzeugt das Modell zwar keine neue Kunst, aber die Fähigkeit Inhalt und Stil zu trennen war ein wesentlicher Schritt hin zu einem feingranulareren Umgang der Netze und zu besserem konzeptionellen Verständnis.

Während die beiden beschriebenen Methoden auf Convolutional Neural Networks (CNN) (Gu, 2018) aufbauen, die primär zur Klassifikation entwickelt wurden, hat sich mit den Generative Adversarial Networks (GAN) (Goodfellow, 2014) eine weitere, neuronale Netzwerk-Architektur etabliert, die speziell zur Erzeugung von Daten, z. B. von Bildern, entwickelt wurde.

Ein GAN besteht dabei aus zwei neuronalen Netzen, dem Generator-Netzwerk und dem Diskriminator-Netzwerk (Auswahl-Netzwerk). Die Aufgabe des

Diskriminators ist zu unterscheiden, ob ein Eingabebild ein echtes Bild ist, oder ein vom Generator erzeugtes Bild. Mit jedem Bild, was der Generator erzeugt und der Diskriminator als Fälschung entlarvt, lernt der Generator ein Bild zu erzeugen, was ein wenig „echter“ aussieht als das vorherige. Dieser iterative Prozess beginnt mit einem Bild von



Abbildung 2: Beispielanwendung des Neural-Style-Transfer-Algorithmus: oben links das originale Foto und in klein jeweils das Bild dessen Stil zur Manipulation genutzt wurde. (aus Gatys, 2016)

zufälligen Pixeln (Rauschen) und führt dazu, dass nach einer Weile der Diskriminator nicht mehr unterscheiden kann, ob das ihm vorgelegte Bild nun ein Echtes oder Erzeugtes ist. Ein Beispiel eines von einem GAN erzeugten Bild ist das Werk Edmond de Belamy, welches durch seine Versteigerung bei Christie's nicht nur hohe Aufmerksamkeit erhielt, sondern auch Fragen nach Urheberschaft und geistigem Eigentum von computergenerierter Kunst neu aufwarf (McCormack, 2019).

Während bei diesen Standard-GANs der menschliche Einfluss auf das erzeugte Bild auf die Auswahl der Trainingsbilder beschränkt ist, haben neue Entwicklungen nicht nur neue Anwendungen ermöglicht (Creswell, 2018), sondern bieten auch die Möglichkeit, stärker auf den Erzeugungsprozess Einfluss zu nehmen, zum Beispiel durch zusätzliche Bedingungen, die für das erzeugte Bild gelten sollen (Mirza, 2014). So lässt sich beispielsweise der Stil des zu erzeugenden Bildes vorher festlegen, siehe Abbildung 3.

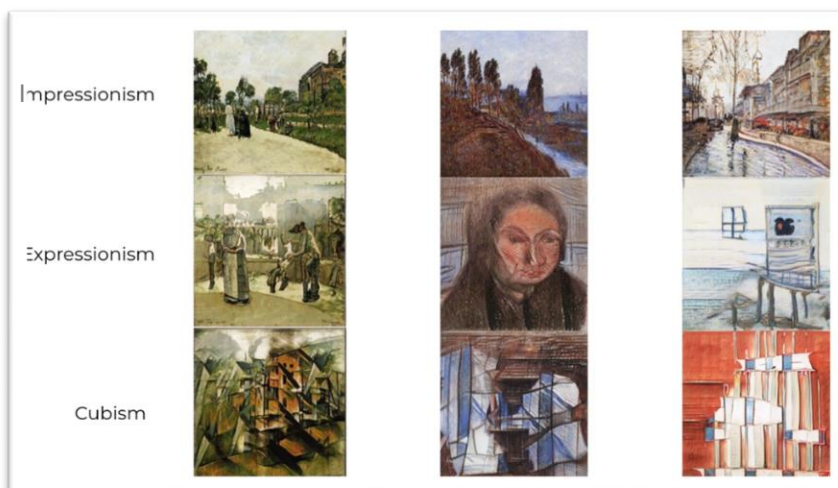


Abbildung 3: Generierte Bilder aus drei verschiedenen, zufälligen Eingaben und jeweils einem Kunststil als Bedingung. (aus REF: MP, 2021)

Aktuelle Forschung (Dobler, 2022) basierend auf einer Netzwerkarchitektur von NVIDIA (Karras, 2020) ermöglicht sogar die Eingabe von mehreren zusätzlichen Bedingungen, die das zu erzeugende Bild erfüllen soll. Zum Beispiel kann das Modell

Metadaten mit den Trainingsdaten assoziieren, die dann als weitere Eingabe eine gezieltere Bildgenerierung ermöglichen, siehe Abbildung 4.

Diese Modelle sind sehr groß und beschreiben einen latenten Raum möglicher Bilder. Dieser Raum wird durch das Training strukturiert, sodass sich in diesem sehr hochdimensionalen Raum bestimmte Eigenschaften in Dimensionen, d. h. bestimmten Richtungen in diesem Raum widerspiegeln. Dies wurde zuerst bei Fotos von Gesichtern entdeckt, als sogenannter Smile-Vektor (Radford, 2015). Übertragen auf ein Modell zur Generierung von Kunst mit zusätzlichen Metadaten, kann man sich in dem latenten Raum entlang einzelner Dimensionen bewegen, und damit direkt auf die zu erzeugenden Bilder Einfluss nehmen, siehe Abbildung 5 (aus Dobler, 2022).

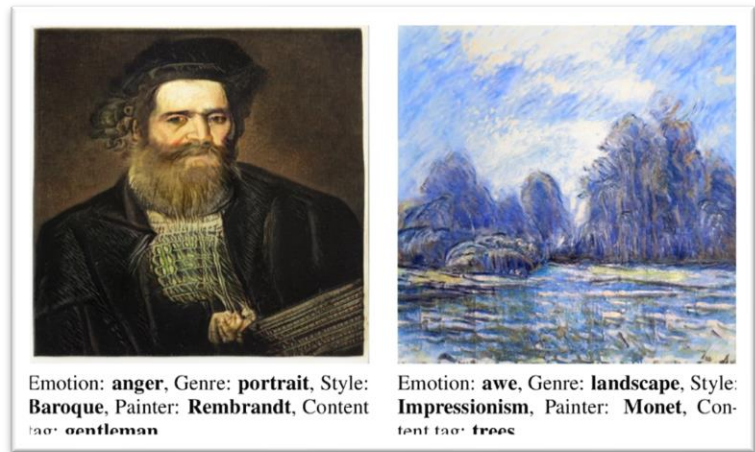


Abbildung 4: Generierte Bilder mit mehreren Bedingungen.  
(aus REF: MP, 2021)

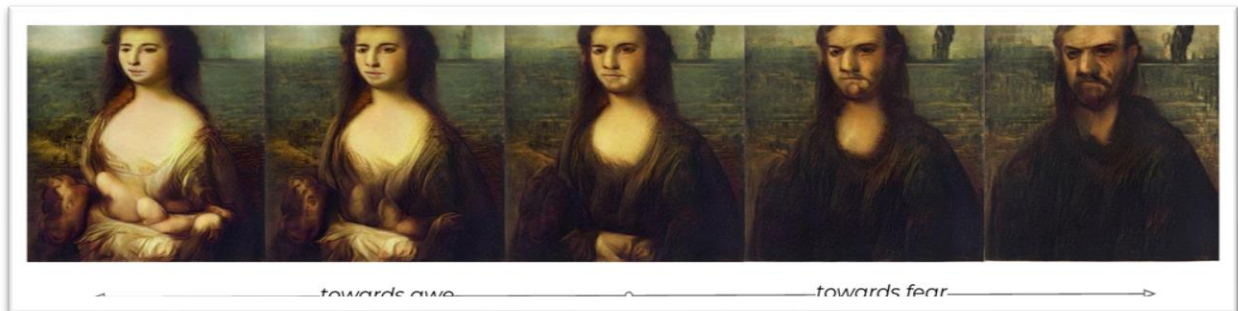


Abbildung 5: Eine Annäherung an Leonardo da Vincis Mona Lisa im latenten Raum (Mitte) und davon Richtung Ehrfurcht (nach links) und Furcht (nach rechts) im latenten Raum bewegend generierte Bilder. (aus REF: MP, 2021)

Dies erlaubt das Explorieren des gelernten, latenten Raums und damit nicht nur mehr Kontrolle über den Erzeugungsprozess, sondern auch interessante Einsichten in die Trainingsdaten. Durch Analyse des Raums kann zum Beispiel das Charakteristische einer Kunstrichtung oder, wie im Beispiel der Abbildung, Emotionen beim Kunstbetrachter rein datengetrieben erforscht werden. Dafür sind entsprechend annotierte Trainingsdaten notwendig. Für das Lernen von Emotionen von Kunstwerken zur Strukturierung des latenten Raumes wurden 80.000 Kunstwerke von Menschen mit ihren assoziierten Emotionen annotiert (Achlioptas, 2021).



## Der künstlerische Prozess

Die Möglichkeiten, mit Hilfe künstlicher Intelligenz fotorealistische Bilder zu erzeugen, sind beeindruckend. Was wie zuvor erläutert noch fehlt, ist die Kreativität und das Verständnis. Letzteres ist nicht nur zur Erzeugung von Kunst sehr wichtig, sondern auch in sehr praktischen Anwendungen von Deep Learning, wo eine Fehleinschätzung ernste Konsequenzen hat, zum Beispiel bei der Erkennung von Tumorzellen. Ein wesentlicher Nachteil sehr großer, neuronaler Netzwerke ist ihre Unübersichtlichkeit und Komplexität und daraus resultierende Unmöglichkeit des Nachvollziehens einzelner Entscheidungen des Modells. Man spricht daher von Black-Box-Modellen, d. h., man sieht nur die Daten, die man hineingibt und das Ergebnis, das am Ende herauskommt; eine sinnvolle Introspektion ist nicht möglich. Ob und gegebenenfalls was das Modell „verstanden“ hat, ist nicht nachvollziehbar.



Abbildung 6: Generiertes Portrait mit 4 Ohren; das Konzept „Ohr“ wird von diesem neuronalen Netz noch nicht verstanden. (aus Dobler, 2022)

Die aktuelle Forschung beschäftigt sich daher intensiv mit den Möglichkeiten, Ausgaben von Deep-Learning-Modellen zu erklären. In der Praxis könnte dies folgendermaßen aussehen: Bei der Bilderkennung können Modelle beispielsweise diejenigen Pixel hervorheben, aufgrund deren sie glauben, eine Giraffe statt eines Elefanten zu erkennen. Und dies sollte auch bei einem rosa Elefanten noch funktionieren oder bei einem Elefanten, den man nur von hinten sieht. Dafür ist ein komplexes Verständnis von Elefanten notwendig. Je-

doch ist selbst das offenkundig noch weit von einem Verständnis entfernt, welches nötig wäre, um bedeutende Kunst zu erschaffen, wo es nicht nur um sachliches Verständnis geht, sondern auch um das Erkennen komplexer Zusammenhänge, Emotionen und tradiertem Wissen auf unterschiedlichen Ebenen. Hin und wieder wird das fehlende Weltverständnis in einzelnen erzeugten Bildern von kunstgenerierenden Modellen evident und führt zu skurrilen Ergebnissen, siehe Abbildung 6 (aus Dobler, 2022).

Erschwerend kommt bei der Erschaffung von Kunst hinzu, dass es nicht nur einem Verständnis der Welt bedarf, sondern auch einem Verständnis des Menschen und dessen Wahrnehmung, mithin einer echten, holistischen (künstlichen) Intelligenz. Die bespro-

chenen Methoden entstammen alle dem Bereich des maschinellen Lernens. Insbesondere braucht man Trainingsdaten mit Hilfe derer die Modelle lernen. Für die oben vorgestellten GANs bedeutet dies, dass die Bilder, die man dem Netzwerk zum Trainieren zeigt, den groben konzeptionellen Raum festlegen, indem das Modell neue Bilder erzeugen kann. Dies hat zur Folge, dass immer nur ähnliche Bilder oder Kombinationen von Bildern aus den Trainingsdaten erzeugt werden können, da das Ziel beim Trainieren die Täuschung des Diskriminators war, so dass dieser das erzeugte Bild für ein echtes Bild aus den Trainingsdaten hält. Es wird hierbei - wie bei fast allen Methoden des maschinellen Lernens - eine Zielfunktion optimiert, d. h. das Modell, welches aus Millionen von Parametern besteht, ändert, solange diese Parameter bis die resultierenden Bilder aussehen, als könnten sie Teil der Trainingsbeispiele sein. Dies ist ein rein technisches Unterfangen und setzt nicht nur kein Verständnis der Welt oder auch nur der Daten voraus, sondern schließt Kreativität (die Erschaffung von etwas konzeptionell Neuem) von vornherein aus (Stanley, 2015; Amabile, 1983; Hertzmann, 2018; Still, 2019). Um dieser konzeptionellen Kreativlosigkeit zu entrinnen, versuchen Wissenschaftler Kreativität explizit in den Generierungsprozess mit einzubeziehen, indem das neuronale Netz Eigenschaften von Kunststilen erlernt, um dann bewusst bei der Generierung davon abzuweichen (Elgammal, 2017).

Das (noch) fehlende Verständnis und die damit einhergehende fehlende Intention führt zwar zu (teilweise) sehr guter Imitation, aber inwieweit man die Imitation oder den Anschein von Kreativität tatsächlich Kreativität im engeren Sinn nennen darf, bleibt offen. Legt man eine weniger strenge Definition von Kreativität zugrunde, können Computer durchaus kreativ sein (Jordanous, 2014). Insbesondere kann Computerkreativität genutzt werden, um menschliche Kreativität zu erforschen oder vielleicht sogar zu erklären. Auch ist die Wechselwirkung von Kunst und Kreativität je nach Kunstbegriff (und Kreativitätsbegriff) nicht eindeutig spezifiziert. Möglich, dass man über den Umweg der Computerkreativität - was immer man darunter letztlich versteht - etwas über menschliche Kreativität lernen kann. Selbst wenn man Computern die Kreativität grundsätzlich abspricht, so können ihre Ergebnisse doch mindestens als Inspiration für menschliche Künstler:innen dienen. Oder man betrachtet Computer im Allgemeinen und Deep-Learning-Methoden im Speziellen als Werkzeuge des/der Künstlers/Künstlerin. Dies negiert jedoch die erschaffende Qualität gerade bei GANs, die etwas erzeugen, ob nun kreativ oder nicht. Eine treffendere Betrachtung stellt das Zusammenwirken von generativen Algorithmen und menschlichen Künstler:innen in den Mittelpunkt. Man spricht dann von *Co-Creation* des Künstlers und einer KI (Cizek, 2019).

## Interaktion von Kunstschaffenden und KI

Künstler:innen können auf unterschiedliche Weise Einfluss auf die Ergebnisse eines GANs nehmen. Abhängig vom Zeitpunkt des konkreten Eingreifens, kann man drei unterschiedliche Arten der Einflussnahme unterscheiden:

1. Beim Design des Systems
2. Während des Lernprozesses
3. Während des Erzeugens

Die Ausgestaltung der GAN-Architektur bildet die Ausgangslage. Hier wird festgelegt, zu was das GAN theoretisch in der Lage ist, sprich: die Mächtigkeit des Modells. Dies geschieht zum einen über das Festlegen von Hyperparametern, wie zum Beispiel die Anzahl der Dimensionen des latenten Raums, die Anzahl der Neuronen pro Schicht, sowie die Anzahl von Schichten des neuronalen Netzes. Auch die Art und Anzahl der Verbindungen zwischen den Schichten prägt das neuronale Netz. Darüber hinaus muss festgelegt werden, wie die Eingabe und Ausgabe aussehen soll. Das heißt, die Anzahl der Pixel für die Trainingsbilder und die Repräsentation dieser Pixel, zum Beispiel als RGB-Werte. Diese Faktoren legen fest, was das Netz lernen und erzeugen kann. Nutzt der Künstler eben RGB-Werte, so können die erzeugten Pixel eines Bildes auch nur Farben aus diesem Bereich darstellen. Vereinfacht könnte man sagen, dass das Design, beziehungsweise die Designentscheidungen den latenten Raum aufspannen, indem neue Werke erzeugt werden können. Erwartet die GAN-Architektur nur Pixel, die entweder schwarz oder weiß sind, beinhaltet der latente Raum maximal alle denkbaren Kombinationen von schwarzen und weißen Pixel, aber keine farbigen. Dabei gilt zu bedenken, dass, je mächtiger das Modell ist, desto mehr Parameter gelernt werden müssen. Dies wiederum bedeutet, dass eine größere Anzahl an Trainingsbeispielen notwendig ist, um komplexere Zusammenhänge zu erlernen. Zur Veranschaulichung dazu folgende Rechnung: Selbst bei sehr kleinen Bildern, sagen wir 5 mal 5 Pixel und nur der Wahl zwischen Schwarz und Weiß, ergeben sich mehr als 33 Millionen mögliche, unterschiedliche Bilder. Der Eingaberaum beinhaltet also 33 Millionen Punkte und jeder Punkt entspricht einem unterschiedlichen Bild. Die Menge der sinnvollen Bilder, das heißt der Bilder, die nicht nach zufälligem Rauschen aussehen, ist viel, viel kleiner. Und je größer der Raum der möglichen Bilder gewählt wird, umso schwieriger ist es sinnvolle Bilder zu finden und eine Struktur in diesem Raum zu finden. Genau das ist die Aufgabe des GANs: Einen latenten Raum zu erzeugen und so zu strukturieren, dass wesentliche Merkmale der Trainingsbeispiele gut repräsentiert werden und die Trainingsbeispiele sinnvolle Nachbarschaftsbeziehungen in diesem Raum ausbilden, das

heißt, semantisch ähnliche Bilder in diesem Raum nahe beieinander liegen. Dieser latente Raum ist eine komprimierte Version des Eingaberaums und wird definiert durch die Trainingsbeispiele. Dies bringt uns zur zweiten Art der Einflussnahmemöglichkeiten: der Auswahl der Trainingsbeispiele während des Lernprozesses. Diese hat wahrscheinlich den größten Einfluss auf die Ergebnisse. Sie gilt nicht nur für GANs oder das Erzeugen von Kunst, sondern für alle Methoden des maschinellen Lernens. So möchte man im Allgemeinen möglichst objektive Ergebnisse erzielen. Zum Beispiel beim Einsatz von KI für die Vorhersage von Rückfallwahrscheinlichkeiten ehemaliger Straftäter. Durch einen unausgewogenen Trainingsdatensatz, in dem zum Beispiel die Hautfarbe erfasst und verwendet wurde, lernt die KI ein mögliches Bias in Bezug auf die Hautfarbe mit. Damit sind keine fairen Vorhersagen zu erzielen. Was im Kontext der Strafverfolgung vermieden werden muss, nämlich Diskriminierung aufgrund der Hautfarbe durch ungeeignete Auswahl und Repräsentation von Trainingsbeispielen, kann bei GANs genutzt werden, um das Ergebnis in bestimmte Richtungen zu beeinflussen. Der Künstler kann durch die Auswahl der Trainingskunstwerke beliebige latente Räume vom Netzwerk lernen lassen. Ein Beispiel ist die Erzeugung eines Portraits, indem das GAN nur auf Portraitbildern trainiert wird. Interessanter ist sicherlich die Kombination mehrerer Arten von Bildern, zum Beispiel barocke Portraits und kubistische Stadtansichten, um dann den latenten Raum „dazwischen“ zu explorieren. Moderne GAN-Architekturen erlauben zusätzlich das Definieren von Bedingungen, zum Beispiel in Form von Stichwörtern, die den Inhalt definieren, das Genre, usw. (siehe Abbildung 4). Dadurch lernt das GAN nicht nur einen strukturierten, latenten Raum, sondern auch das Assoziieren von Bereichen dieses Raums mit bestimmten Bedingungen.

Schließlich bleibt noch die Phase des tatsächlichen Generierens eines Bildes mit dem trainierten GAN. Hier kann der Künstler unmittelbar Einfluss nehmen – entweder durch die Selektion bestimmter erzeugter Bilder und dem Verwerfen von Bildern, die dem Künstler als nicht-geeignet erscheinen, oder durch das Arrangieren und Komponieren von größeren Werken. Denkbar ist auch die Einbindung der Selektion und Komposition in den Erzeugungsprozess des GANs. Eine Art des *Human-in-the-Loop-Konzepts*, bei dem der Mensch als weitere Eingabequelle für Algorithmen dient. Dies könnte auf vielfältige Art und Weise geschehen, zum Beispiel indem der Künstler die Position bestimmter Objekte auf der virtuellen Leinwand und auch die Farbgebung verschiedener Bereiche manuell festlegt. Hier ist der Kreativität des Künstlers keine Grenze gesetzt. Verschiedenste Projekte und Workshops aus dem Bereich Co-Creation von KI und Mensch zeigen die Möglichkeiten in diesem Kontext schon jetzt (z. B. auf <https://medium.com/artists-and-machine-intelligence>, <https://computationalcreativity.net/workshops/cocreative-iccc20/>, <https://neuripscreativityworkshop.github.io/2020/>).

## Fazit

Unter dem Sammelbegriff der künstlichen Intelligenz werden mathematische bzw. statistische Methoden zusammengefasst, die aus Trainingsbeispielen Muster erkennen. Diese Algorithmen des maschinellen Lernens haben durch die Entwicklung von Deep-Learning-Methoden in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Durch das Trainieren sehr großer neuronaler Netze mit sehr vielen Trainingsbeispielen ist es möglich geworden, semantische Informationen in komplexen Eingabedaten, wie beispielsweise Text oder Bilder, zu finden. Generative Adversarial Networks (GANs) können diese Informationen nutzen, um etwa Bilder zu erzeugen, die denen der Trainingsmenge ähneln. Man könnte also von Amateurlünstler:innen sprechen, der/die nicht künstlerisch geschult ist, und von (kreativen) Eingaben abhängig ist (Shokry, 2021): zum Einen von den Programmierern, die die Mächtigkeit und den Raum der möglichen zu generierenden Bilder festlegen, zum Anderen von den Künstlern, die durch die Auswahl der Trainingsbilder und das konzeptionelle Steuern des Erzeugungsprozesses die „Amateurkunst“ veredeln. Um wirklich Kunst zu erschaffen, müssen jedoch die Schlüsselherausforderungen der allgemeinen KI gelöst werden, d. h. ein Verständnis über die Welt (und den Menschen) und darauf aufbauend die Fähigkeit, kreativ und intentional Neues zu erschaffen.

Als Werkzeug und zur Analyse können die heutigen Methoden des maschinellen Lernens gute Dienste leisten. Datengetriebene kunsthistorische Forschung kann durch die Auswertung und Erforschung der gelernten latenten Räume bisher unentdeckte Muster finden. Zu Schulungszwecken können wesentliche Eigenschaften von Kunststilen oder Künstler:innen herausgearbeitet werden. Durch das Interagieren von Laien sowie Expert:innen mit neuronalen Netzen können interessante Fragestellungen entstehen und von Menschen erzeugte Kunst neu betrachtet und bewertet werden. Für Kunstschaffende ergibt sich die Möglichkeit, auf das (oberflächliche) Wissen über zehntausende Gemälde in Form eines gelernten Modells zugreifen zu können und in Co-Creation-Setups im Zusammenwirken mit KI-Methoden Neues zu erschaffen.



**Prof. Dr. Ralf Krestel** ist Professor für Information Profiling and Retrieval an der ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Er forscht zu Themen der Künstlichen Intelligenz mit Fokus auf Sprachverarbeitung und Textanalyse. Weitere Themen sind das Erzeugen von Kunst mit neuronalen Netzen und der Einsatz von Deep-Learning-Methoden in der Bildverarbeitung von Kunstwerken.

## Literaturverzeichnis

Achlioptas, P., Ovsjanikov, M., Haydarov, K., Elhoseiny, M., & Guibas, L. J. (2021). *Artemis: Affective language for visual art*. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 11569-11579.

Amabile, Teresa (1983), *The social psychology of creativity*. Springer.

Anna Jordanous (2014). *What is computational creativity?* *The Creativity Post* (10.04.2014) [https://www.creativitypost.com/science/what\\_is\\_computational\\_creativity](https://www.creativitypost.com/science/what_is_computational_creativity)

Berov, L.; & Kuhnberger, K.-U. (2016). Visual hallucination for computational creation. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Computational Creativity*. 107-114.

Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. *The Hague: Mouton*.

Meyer, R. (2017). When a Robot Names a New Color of Paint. In *The Atlantic* (22.05.2017). <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/05/when-a-robot-names-a-new-color-of-paint/527421/>

Ciresan, D.; Meier, U.; Schmidhuber, J. (2012). *Multi-column deep neural networks for image classification*. In *Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE, 3642–3649. doi:10.1109/cvpr.2012.6248110

Cizek, K.; Uricchio, W & Wolozin S. (2019). *Collective wisdom - part 6: media co-creation with non-human systems*. *MITP Works in Progress* (03.06.2019). <https://wip.mit-press.mit.edu/pub/collective-wisdom-part-6/release/1>

Colton, S. (2012). *The painting fool: Stories from building an automated painter*. In *Computers and creativity*. Springer, Berlin, Heidelberg. 3-38.

- Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., & Bharath, A. A. (2018). *Generative adversarial networks: An overview*. In *Signal Processing Magazine*, 35(1), 53-65. IEEE.
- Dobler, K., Hübscher, F., Westphal, J., Sierra, A., de Melo, G., & Krestel, R. (2022). *Art Creation with Multi-Conditional Style GANs*. arXiv preprint. arXiv:2202.11777.
- Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M., & Mazzone, M. (2017). *CAN: Creative adversarial networks generating „Art“ by learning about styles and deviating from style norms*. In *Proceedings of the 8th International Conference on Computational Creativity (ICCC)*. Georgia Institute of Technology.
- Gangadharbatla, H. (2021). *The Role of AI Attribution Knowledge in the Evaluation of Artwork*. In *Empirical Studies of the Arts*. February 2021 online. SAGE Publications. 1-19. doi:10.1177/0276237421994697
- Gatys, L. A., Ecker, A. S., & Bethge, M. (2016). *Image style transfer using convolutional neural networks*. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*. 2414-2423.
- Ghazvininejad M, Shi X, Choi Y, Knight K (2016) *Generating topical poetry*. In *Proceedings of the conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP)*, ACL, 1183-1191.
- Goodfellow, I.; Pouget-Abadie, J.; Mirza, M.; Xu, B.; Warde-Farley, D.; Ozair, S.; Courville, A.; Bengio, Y. (2014). *Generative Adversarial Nets*. In *Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*. 2672-2680.
- Gu, J., Wang, Z., Kuen, J., Ma, L., Shahroudy, A., Shuai, B., ... & Chen, T. (2018). *Recent advances in convolutional neural networks*. *Pattern Recognition*, 77, 354-377. Elsevier.
- Hertzmann, A. (2018). *Can computers create art?* In *Arts*, 7 (2), 18. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 1-25.
- Karras, T., Aittala, M., Hellsten, J., Laine, S., Lehtinen, J., & Aila, T. (2020). *Training generative adversarial networks with Limited Data*. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)* 33. 1-11.
- Lopez-Rincon, O., Starostenko, O., & Ayala-San Martín, G. (2018). *Algorithmic music composition based on artificial intelligence: A survey*. In *Proceedings of the International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP)*, IEEE, 187-193. doi: 10.1109/CONIELECOMP.2018.8327197.

McCormack, J., Gifford, T., & Hutchings, P. (2019). *Autonomy, authenticity, authorship and intention in computer generated art*. In *International Conference on Evolutionary and Biologically Inspired Music, Sound, Art and Design*. 35-50. Springer.

Mirza, M., & Osindero, S. (2014). *Conditional generative adversarial nets*. arXiv preprint arXiv:1411.1784.

Mordvintsev, A.; Olah, C.; Tyka, M. (2015). *Inceptionism: Going Deeper into Neural Networks*. Via Google Research (17.06.2015). <https://web.archive.org/web/20150703064823/http://googleresearch.blogspot.co.uk/2015/06/inceptionism-going-deeper-into-neural.html>

Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2015). *Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks*. arXiv preprint arXiv:1511.06434.

Rich McCormick (2015) (7 July 2015). *Fear and Loathing in Las Vegas is terrifying through the eyes of a computer*. In *The Verge* (07.05.2015). <https://www.theverge.com/2015/7/7/8904641/fear-and-loathing-clip-google-deep-dream-visualization>

Roemmele, M. (2016). *Writing stories with help from recurrent neural networks*. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 4311-4312.

Shokry, Y. (2021). *AI art and the nature of creation*. In *Arts Management and Technology Laboratory* (22.07.2021) <https://amt-lab.org/blog/2021/7/ai-art-and-the-nature-of-creation>

Stanley, K. O., & Lehman, J. (2015). *Why greatness cannot be planned: The myth of the objective*. Springer.

Still, A., & d'Inverno, M. (2019). *Can machines Be artists? A Deweyan response in theory and practice*. In *Arts* 8 (1), 36. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 1-13.

Tatarkiewicz, W (1979). *Geschichte der Ästhetik. Band 1: Die Ästhetik der Antike*. S. 143 f., 150–158, 164–166 (mit Zusammenstellung der Quellenzeugnisse zu Platons Kunstverständnis in Übersetzung S. 160–167).

Zulić, H. (2019). *How AI can change/improve/influence music composition, performance and education: three case studies*. *INSAM Journal of Contemporary Music, Art and Technology*, 1(2). 100-114.



# Verbindung von Kunst, Technologie, KI und Wissen: das Projekt ArchXtonic

FABRIZIO POLTRONIERI, DE MONTFORT UNIVERSITY

Anhand seines Werks ArchXTonic zeigt Fabrizio Poltronieri, wie er als Forscherkünstler vorgeht. Ein Forscherkünstler ist jemand, der sowohl mit den wissenschaftlichen Methoden als auch mit der Kunst vertraut ist und daraus etwas Übergreifendes kreieren kann. Künstliche Intelligenz für künstlerische Zwecke einzusetzen und dabei den Geist der Wissenschaft voranzutreiben und andere zum Aufbruch zu motivieren - darum geht es, wenn der Mensch gefordert ist, seine Umwelt kreativ mitzugestalten.

## Was ist ArchXTonic?

In diesem fortlaufenden Kunstprojekt, das kreative KI nutzt, ist die Idee des 'Einrahmens' essenziell. Als Menschen begannen, ihre Welt mit Apparaten, beispielsweise Fotoapparaten, festzuhalten, zeigte sich mehr und mehr deren interpretative Macht. Poltronieri ließ seinen Apparat 'willkürliche' Videoaufnahmen in diversen Ländern machen und sichtete die dabei entstandenen enormen Datenmengen Jahre später, als die Technologie reif dafür war.

Bei ArchXTonic war sein Ziel, einen Algorithmus zu finden, der aus einzelnen Videosequenzen charakteristische Video-Geschichten entwickelte in der Art einer automatisch generierten Videocollage. Hierfür ließ er die KI erst Einzelbilder auswählen und Bildelemente filtern, die als zusammenhängend betrachtet werden konnten. Die KI generiert daraus in Echtzeit traumähnliche oder futuristisch wirkende Eigeninterpretationen in der Art von überblendeten Stadtansichten oder anderen Realitäten, je nach Grundlage des eingespeisten Videodatensets.

Schauen Sie sich gern als Beispiel das Video des Art AI Festivals 2021 über folgenden Link an, um eine bessere Vorstellung der Ergebnisse zum heutigen Stand zu sehen.

Titel: Art AI Festival: ArchXtonic by Fabrizio Poltronieri  
[https://www.youtube.com/watch?v=Pe\\_a4IKuA50](https://www.youtube.com/watch?v=Pe_a4IKuA50)

## Einführung

In diesem Text diskutiere ich einige der Fragen, die mich als Forscher und Künstler, der mit kreativer Künstlicher Intelligenz (KI) und praxisbasierter Forschung arbeitet, faszinieren. Diese Fragen ergeben sich aus der Kombination von Intuition mit Technologie, Philosophie, Kunst und Wissenschaft, die ich den Leser:innen näher bringen möchte. Ich denke, der bedeutendste Beitrag des Textes ist meine Lebenserfahrung, die mir gezeigt hat, wie wichtig es ist, mit Prototypen und fokussierten Projekten unter Verwendung einer aus der Kunst entwickelten Methodik zu arbeiten. Am Ende dieses Artikels bespreche ich eine praktische Projektumsetzung mit „Creative AI“ (kreativer Künstlicher Intelligenz) namens ArchXtonic, die mit der in den ersten Abschnitten des Kapitels beschriebenen Methodik arbeitet und eine Manifestation der zuvor eingeführten Konzepte darstellt.

## Wie alles begann

Meine Beziehung zur Technologie – und insbesondere zu Computern – ist untrennbar mit meinem Leben verbunden. Lange bevor Computer praktisch allgegenwärtig waren, hatte ich bereits einen solchen zu Hause. Ich erinnere mich, dass mein Vater, als ich etwa acht Jahre alt war, mit einer mysteriösen Kiste nach Hause kam. In dieser Kiste befand sich etwas noch Mysteriöseres: ein brasilianischer Klon des berühmten ZX Spectrum, eines britischen 8-Bit-PC. Davor hatte ich lediglich ein paar Videospiele besessen, unter diesen eine „Magnavox Odyssey“ und eine „Intellivision“, aber nichts war vergleichbar mit dem Mysterium dieser kleinen schwarzen Box, die, wenn sie an einen Fernseher angeschlossen war, nur eine blinkende Zahl „1“ und den Buchstaben „K“ anzeigte, ohne Hinweis darauf, was damit zu tun sei.

Computern wurden damals keine Montage- oder Bedienungsanleitungen, sondern Programmierhandbücher beigelegt. Einen Computer zu haben, bedeutete für mich somit, Programmieren lernen zu müssen. Also begann ich gleich am Folgetag der Ankunft des Geräts, meine Freizeit nach der Schule dem Studium des beigefügten Handbuchs zu widmen, das die Programmiersprache BASIC (Beginners' All-purpose Symbolic Instruction Code) lehrte, die damals in den 1980er Jahren vorherrschte.

Dies war der Beginn einer Tätigkeit, die mich nachhaltig geprägt hat, denn das Programmieren wurde nicht nur zu einem Hobby: Ich verbrachte kaum einen Tag ohne PC, selbst wenn ich nur fünf Minuten daran arbeitete. Aus den mit BASIC erworbenen Kenntnissen begann ich, neue Programmiersprachen auszuprobieren. Der Zugang zu besseren Computern war in Brasilien in den 1980er Jahren schwierig und extrem teuer,

da die Einfuhr elektronischer Geräte nicht erlaubt und die lokale Industrie Jahrzehnte im Rückstand war. Heute programmiere ich in verschiedenen Sprachen und betrachte das Programmieren als äußerst kreatives Tun.

Obwohl ich das Glück hatte, in einem Haus mit einer großen Bibliothek aufzuwachsen, die Bücher aus verschiedenen Bereichen und zu diversen Themen enthielt, viele davon über Kunst, dauerte es eine Weile, bis ich das kreative Potenzial von Computern erkannte. Erst mein Abschluss in Mathematik weckte mein Interesse daran und zeigte mir, dass Mathematik der Poesie näher ist als den Ingenieurwissenschaften. Ich begann das Studium des Grafikdesign, um die Möglichkeiten der Verschmelzung der beiden Bereiche Programmieren und Design zu erkunden. Dies führte mich zu einem interdisziplinären Master in Pädagogik, Kunst- und Kulturgeschichte und meiner Promotion in Semiotik mit einer Arbeit über die Rolle des Zufalls in der Computerkunst. Während der Promotion gelang es mir, etwas, das bereits Teil meiner Geschichte war, systematisch zu formulieren, ich wollte lernen und entdecken, indem ich aktiv an etwas arbeitete. Diese Eigenschaft begleitet mich schon seit meiner Kindheit, unabhängig davon, ob ich Computer programmiere, neue Algorithmen oder mathematische Erklärungen für Phänomene entwickle oder neue Ausdrucksformen in der Kunst suche.

Ich betrachte meine künstlerische Praxis als Computerkunst, insbesondere als „Creative AI“, die es mir ermöglicht, ästhetische Hypothesen und viele philosophische Fragen zu untersuchen. Dabei sehe ich praxisorientierte Forschung als ein Spiel des ständigen Austauschs zwischen den Fragen, die meine akademische Forschung, meine künstlerische Praxis und eine Reihe philosophischer Theorien darstellen, mit denen ich mich im Laufe der Jahre auseinandergesetzt habe.

An isolierte Forschung, die nichts mit der Außenwelt und unserem sozialen und wissenschaftlichen Kontext zu tun hat, glaube ich nicht. Ich glaube an Forschung, die mit meinem eigenen Tun und mit bereits existierenden Autor:innen und Theorien in den Dialog tritt. Es ist die Art von Forschung, die einen Einfluss auf mich ausübt, während ich einen Einfluss auf den theoretischen Rahmen ausübe.

## ArchXtonic als Beispiel der posthistorischen Ära

Das Projekt ArchXtonic, um das es in diesem Essay geht, ist ein Beispiel für diese Vision, da es aus einer Reihe philosophischer Überlegungen hervorgegangen ist, die in der praktischen Forschung durch Kunst verwirklicht wurden.

Ausgangspunkt des Projektes ist eine der theoretischen Ideen des tschechisch-brasilianischen Philosophen Vilém Flusser (1920-1991). Ihm zufolge begann nach der Erfindung der Fotografie eine neue Ära, die sogenannte posthistorische Ära. Die neuere Geschichte ist vor allem durch den Übergang von der Vorherrschaft von Maschinen zum Apparatezeitalter geprägt. Im Allgemeinen sind Apparate keine Maschinen, weil sie dazu bestimmt sind, die Welt durch Spiele symbolischer Permutationen zu verändern; das ist genau das, was Computer tun.

Ein weiteres Merkmal von Apparaten ist laut Flusser, dass sie konstant „zum Angriff bereit“ sind. Eine Fotokamera zum Beispiel rahmt die Welt auf ihre Weise ein und verführt den Fotografen, auf ihren Knopf zu klicken. Als „wilde Wesen“ rahmen die Apparate somit immer unsere Wahrnehmung ein und machen das Spiel mit ihr verführerisch und spannend. Wie viele Fotos vom Eiffelturm haben wir gesehen? Wie viele dieser Bilder sind einzigartig und ordnen sich nicht einer von der Kamera gelieferten Rahmung unter, die ihre:n Benutzer:in dazu verführte, diesen Moment so einzufrieren, wie er bereits von anderen Apparaten und Fotografen in erschöpfendem Ausmaß festgehalten wurde? Angesichts der Tatsache, dass viele der mit Kameras produzierten Bilder eher die Sicht der Apparate auf die Szene wiedergeben, als ein neues Bild zu kreieren, beschloss ich, diese Verhältnisse in dem 2015 gestarteten Projekt zu untersuchen.

Während dieser Zeit reiste ich in viele Länder, darunter auch nach China, Brasilien, in die Vereinigten Staaten, nach Kanada, Deutschland, Portugal, Spanien, Großbritannien und Frankreich. Auf diesen Reisen und in meinem täglichen Leben hatte ich immer dieselbe Kamera dabei: eine *Blackmagic Pocket Cinema Camera*. Meine Methode war immer die gleiche und bestand darin, die Kamera willkürlich filmen zu lassen und einzufangen, was auch immer der Apparat von selbst aufnehmen würde. Meine Frage war es, herauszufinden, welche Art von Ästhetik aus solchen scheinbar banalen Zufallsaufnahmen hervorgehen könnte und wie solche Bilder als kreative Quelle dienen können, um meine kreative KI-Arbeit zu entwickeln, die ich als praxisbasierte Forschung verstehe, wie ich im nächsten Abschnitt zu zeigen versuche.

## Theoretische Seite: Wissenschaft, Kunst, Technologie und praxisorientierte Forschung

Als Künstlerforscher war mir zu Beginn meiner Karriere nicht ganz klar, wie die beiden „Kategorien“ – künstlerische Praxis und wissenschaftliche Forschung – miteinander verflochten sind und sich gegenseitig beeinflussen. Ich habe immer an die Macht der Wissenschaft geglaubt, was vielleicht ein Erbe aus der Zeit ist, die ich der Mathematik

gewidmet hatte. Von der Kunst kommt jedoch etwas hinzu, das mich immer wieder dazu brachte, Dinge neu zu entdecken. Ich hatte das Gefühl, dass Kunst eine Aktivität sei, die wesentliche Veränderungen in der Welt bewirkt, und dieses Gefühl wurde der rote Faden meiner Forschung. Ich kann sagen, dass die größte Lektion, die ich in all den Jahren der Arbeit mit Creative AI, praxisbasierter Forschung und insbesondere mit ArchXtonic gelernt habe, darin besteht, das Gleichgewicht zwischen der künstlerischen und der wissenschaftlichen Sphäre als fragil zu verstehen. Dennoch bietet die Kunst einen einzigartigen Weg zur Rationalität, um Neues zu enthüllen.

Was mich schon immer interessiert hat, ist die Frage, wie Methoden entwickelt werden können, um neues Wissen zu generieren, was dazu führt, die Natur des menschlichen Geistes aus einer semiotischen Perspektive zu hinterfragen. Denn ein solcher Geist zeichnet sich dadurch aus, dass er einen wissenschaftlichen, pragmatischen, ontologischen Verstand besitzt, der aus Erfahrung lernt. Erfahrung ist etwas, das schwer zu katalogisieren oder in Hierarchien einzuordnen ist. Aus diesem Grund hat sich die aktuelle wissenschaftliche Erkenntnis zugunsten der Komplexitätsoffenheit vom Konzept der „alleinigen Wahrheit“ verabschiedet. Es gibt natürlich immer noch Andersdenkende, für die praxisorientierte Forschung wahrscheinlich etwas ist, das nicht viel Sinn macht, weil sie die absolute Wahrheit als das höchste zu verfolgende Gut ansehen.

Was bedeutet es nun zu sagen, dass die Wissenschaft zugunsten der Komplexität auf die Wahrheit verzichtet hat? Es bedeutet sicherlich nicht, dass die Frage nach der Wahrheit nicht mehr relevant ist. Es bedeutet vielmehr, dass die fortschrittlichste Wissenschaft die Dinge – und sich selbst – stärker anzweifelt als je zuvor. Neues Wissen aufzubauen bedeutet, Zweifel zu motivieren, und genau das mache ich auch in meinen Projekten: Ich arbeite mit Zweifeln, die zu Projekten führen, die vorübergehende Schlussfolgerungen schaffen, die dann wieder zu neuen Zweifeln führen, welche dadurch wieder neue Projekte auslösen.

### Kunst als radikalster Nominalismus

Meiner Ansicht nach ist Kunst eine Aktivität, die darauf abzielt, Fiktionen zu schaffen, und diese Idee hat meine gesamte Praxis geprägt. Die Kunst ist das Territorium des radikalsten Nominalismus, der der Realität nichts zu verdanken hat. Nichts hindert die Kunst an ihrer Aufgabe, Fiktionen zu schaffen. Es ist das Feld der spielerischen Spiele, der unmöglichen Kombinationen, der Ablehnung deterministischer Rationalität. Hier zeigt sich der Zweifel in all seiner Pracht und Schönheit. Ihre Fiktionen entstehen durch eine Denkweise, die auf dem Unbehagen des Zufalls beruht.

## Praxisorientierte Forschung

Es gibt ein Verfahren in der Kunst, wie es ein Verfahren in allen Aktivitäten des Geistes gibt. Was unterscheidet das Verfahren der Kunst von denen anderer Bereiche? An erster Stelle ist es ein Verfahren, dessen Ziel in ständiger Bewegung ist. Wie erreicht man ein Ziel, das sich so darstellt? Wie berechnet man die Position von etwas, dessen Bewegung nicht berechnet werden kann? Nur das Experimentieren im weitesten Sinne kann den Fragenden ein wenig Trost spenden. Alles, was das experimentelle Verfahren der Kunst trifft, kann als gültiges Ziel angesehen werden. Der erfahrene Forscher muss dann entscheiden, ob das Ziel gut genug ist oder nicht. Ist dies nicht der Fall, sollte die Suche nach einem geeigneten Verfahren erneut beginnen. Neue Ziele werden gesucht. Neue Horizonte werden projiziert. Das ist ein offenes Verfahren.

Das Verfahren der Kunst ist durch die Praxis gegeben, die sich mit dem Wesen der Entdeckung beschäftigt. Dieses Verfahren ist daher ein Spiel. Es muss vom Forscher und Künstler mit absoluter philosophischer und methodologischer Ernsthaftigkeit gespielt werden. Die künstlerische Praxis schneidet Möglichkeiten aus einem unendlichen und kontinuierlichen Fluss heraus und verwandelt sie in Phänomene. Das Wichtigste dabei sind diejenigen Ideen, die frei und unbestimmt entstehen. Dieser Prozess umfasst die Auswahl und Kombination von Elementen aus einem großen Vorrat an Möglichkeiten, um das Forschungsobjekt entstehen und wachsen zu lassen. Dies deckt sich auch mit den Ideen eines Vorläufers der praxisorientierten Forschung. Der englische Pfarrer, Statistiker und Philosoph Thomas Bayes (1701-1761), berühmt für seine Lösung eines Problems der umgekehrten Wahrscheinlichkeit, widersprach der tief verwurzelten Überzeugung, dass die moderne Wissenschaft Objektivität und Präzision erfordere. Seine Methode beinhaltet ein gewisses Maß an Glauben und zeigt, dass wir selbst aus fehlenden und unzureichenden Daten, aus Annäherung und Unwissenheit lernen können.

Ich wende mich im Folgenden den praktischen Implikationen von ArchXtonic zu, die die von mir beschriebene Methodik (siehe Abb. 1) umfassen.

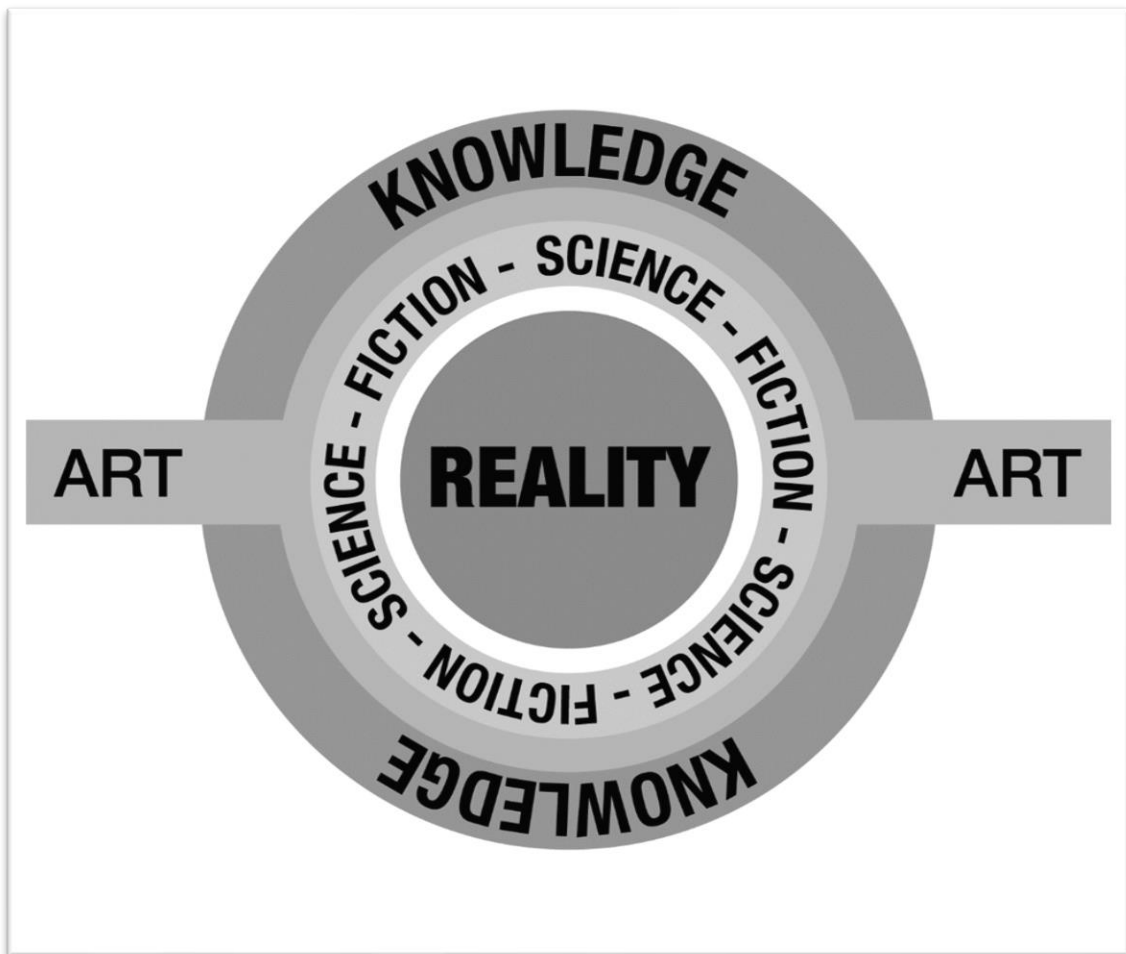


Abbildung 1: Kunst als methodisches Werkzeug zur Generierung neuen Wissens. Die Übersetzung aus dem Englischen ins Deutsche ist: „Art“ (Kunst), „Knowledge“ (Wissen), „Fiction“ (Fiktion), „Scienc“ (Wissenschaft) und „Reality“ (Realität).

## Die praktische Seite: Die Kombination von kreativer KI, Bildern und Collagen

Nach der langen Phase des Aufnehmens von Bildern fand ich mich inmitten vieler Festplatten wieder, die mit Videodateien gefüllt waren, welche im Laufe der Jahre gesammelt wurden. Die erste Herausforderung bestand darin, ein automatisiertes Verfahren zu entwickeln, um zumindest einen Teil dieses Materials zu prozessieren. Ich habe sorgfältig darauf geachtet, die Dateien nach Ort und Datum zu organisieren, was den Prozess viel einfacher gestaltete. Es ist wichtig, dies hervorzuheben, da es beim Umgang mit einer riesigen Datenmenge in einem langfristigen Forschungsprojekt notwendig ist, zumindest die grundlegenden Verfahren im Voraus zu planen. Während der Jahre, die ich dem Filmen dieser in der Einleitung erwähnten Orte gewidmet hatte, war es mein Ziel, einen Algorithmus für künstliche Intelligenz zu entwickeln, der aus Videofragmenten neue Echtzeit-Erzählungen generieren kann, eine Art automatisch generierte Videocollage, wobei der Computercode den Motor darstellt, die Bildsprache zu generieren.

Außerdem war es mein Ziel, nicht alle Videoausschnitte zu verwenden, sondern die verschiedenen Elemente jedes Einzelbildes, aus dem das Video entstand, mit Masken auszuschneiden. Auf diese Weise hatte ich eine große Datenbank, in der die in jedem Ausschnitt enthaltenen Informationen gespeichert sind. Zum Beispiel zeigt das erste Einzelbild des zehnten Videos ein Paar, das so lange zu Fuß geht, bis sie die Szene beim Einzelbild Nummer 348 desselben Videos verlassen. Das erste Bild dieses Videos zeigt auch ein Gebäude, einen Baum und ein Auto, das sich bis zum Bild mit der Nummer 158 bewegt, und so weiter.

Ich kann mir vorstellen, dass selbst jemand, der keine Ahnung hat, wie viele Dateien und Informationen dies darstellt, den mühsamen Arbeitsaufwand visualisieren kann, der erforderlich ist, um aus dieser Sammlung wertvolle Daten zu extrahieren. Trotz vorheriger Planung und trotz all meiner Erfahrung mit dem Arbeiten rund um kreative Programmierung, künstlicher Intelligenz und Datenbanken, begann ich erst bei meinem allerersten Versuch mit einem Testvideo zu verstehen, welchen Aufwand die gewählte Herausforderung mit sich bringen würde.

### Prototypenerstellung im Prozess der KI-Entwicklung

Als ich 2015 anfang, darüber nachzudenken, welches Computer-Vision-System ich für eine solche Aufgabe verwenden könnte, war die Situation nicht sehr ermutigend. Viele verfügbare Technologien waren nicht ausgereift genug und ich hatte keinen Zugang zu den notwendigen Geräten. Trotz solcher Rückschläge suchte ich nach kreativen Lösungen, um die Experimente zur Objekterkennung in Bildern zu starten, Prozesse zu optimieren und die Zeit zu reduzieren, die für die Verarbeitung jedes Frames benötigt wird. Ich habe mehrere Experimente mit einer bekannten Computer-Vision-Bibliothek namens *OpenCV* durchgeführt, was mir die Zuversicht gegeben hat, dass der Prozess durchführbar ist, auch wenn die damals erzielten Ergebnisse nicht ganz mit meinen Erwartungen übereinstimmten.

Diese methodische Haltung war schon immer Teil meiner Arbeitsweise, das Projekt in kleine Schritte zu unterteilen und die Validierung durch Prototypen durchzuführen. Diese Prototypen müssen nicht vollständig funktionsfähig oder gut ausgearbeitet sein. Sie dienen dazu, Ideen zu validieren und helfen, Herausforderungen und neue Probleme vorherzusehen. Sie helfen mir, Beweise zu analysieren, meine Meinung gegebenenfalls zu ändern, wenn ich neue Informationen erhalte, und, angesichts von Unsicherheit, rationale Entscheidungen zu treffen. Indem ich meine anfängliche Annahme mit objektiven neuen Informationen aktualisiere, erhalte ich eine neue und verbesserte Annahme, die ich aus Erfahrung gelernt habe. Tatsächlich ist das eine Art von Logik,



die das weite Spektrum unserer Erfahrung begründet, die irgendwo in den Grauzonen zwischen Wahrheit und Unsicherheit, liegt. Wir haben oft nur Informationen über einen kleinen Teil dessen, worüber wir uns Gedanken machen. Nach der pragmatischen Doktrin wollen wir alle aufgrund unserer vergangenen Erfahrungen etwas vorhersagen. Alle Pragmatiker:innen warnen uns jedoch, dass wir unsere Überzeugungen ändern müssen, wenn wir neue Informationen erhalten wollen.

Da meine Praxis auf kreativen Technologien basiert, war es für mich im Laufe der Jahrzehnte von entscheidender Bedeutung, eine Reihe von Bibliotheken, Strukturvorgaben und Algorithmen zu organisieren, um schnell Programme zu schreiben und verschiedene Situationen zu prototypisieren. In den meisten Fällen verwende ich eine Programmiersprache namens Python, die eine schnelle Entwicklung von Prototypen, Tests und dem Endprodukt ermöglicht.

## Bildsegmentierung

Während der Zeit der Bildersammlung habe ich die Fortschritte in einem Bereich der künstlichen Intelligenz namens „Bildsegmentierung“ genau verfolgt, bei dem ein digitales Bild in mehrere Segmente unterteilt wird, um die Darstellung des Bildes zu vereinfachen oder zu modifizieren, um es dadurch bedeutender und leichter analysierbar zu machen. Was es tut, ist das Bild in seine „Instanzen“ zu unterteilen, d. h. in Kategorien, die zuvor im Algorithmus der künstlichen Intelligenz trainiert wurden. Das Ziel besteht darin, Masken um die verschiedenen, in jedem Bild identifizierten Objekte herum zu bilden (Abb. 2).



Abbildung 2: Ein originales Einzelbild und die entstandene Maske, die von einem Segmentierungsalgorithmus generiert werden.

Mit einer funktionierenden kleinen Datenbank begann ich, einen Algorithmus für künstliche Intelligenz zu entwickeln, der in der Lage ist, verschiedene Objekte aus verschiedenen Videodateien auszuwählen und mit diesen Elementen in Echtzeit eine neue Er-

zählung, ein neues Video, zu generieren. Eine Art Videocollage, die mit einem sogenannten „Apparatus Memories“ (Apparatgedächtnis) erstellt wurde. Dieses Gedächtnis entsteht aus den Bildern, die automatisch durch eine professionelle Videokamera aufgenommen, dann automatisch über den von mir programmierten Bildsegmentierungs- und Verfolgungsalgorithmus ausgewählt und schließlich auch wieder automatisch von diesem zweiten Programm wie in Abbildung 3 dargestellt neu zu surrealen Bildern gruppiert werden. Diese Bilder sehen für mich aus, wie utopische (oder oft auch dystopische) Städte aus einer nicht sehr fernen Zukunft oder Vergangenheit. Als Science-Fiction Fan haben die Bücher von Philip K. Dick und die Vorstellung von Geräten oder Androiden, die von utopischen oder dystopischen Landschaften, Städten oder Realitäten träumen, meine Vorstellungskraft schon immer maßgeblich beeinflusst.



Abbildung 3: Ein über ArchXtonic generiertes Einzelbild.

## Fazit

Dieser Prozess der Videoanalyse ist wegen seines enormen Zeitaufwands noch nicht abgeschlossen. Dennoch habe ich bereits ausreichend Informationen gesammelt, um endlose Stunden neuer Videoerzählungen ohne sich wiederholende Elemente generieren zu können. Ich habe jedoch keine Kontrolle über den Prozess, da der Computer, wie von Flusser (2000) antizipiert, derjenige ist, der die gesamte Erzählung steuert.

In seiner aktuellen Entwicklungsphase verfügt der Algorithmus von ArchXtonic noch nicht über einen ausreichend fortgeschrittenen semantischen Einblick, um genaue Entscheidungen über die Position der verschiedenen Elemente zu treffen, die eine Szene gestalten. Das bedeutet, dass der Algorithmus Personen, Autos, Bäume, Gebäude usw. erkennt, weil jeder Gegenstand in der Datenbank diese Informationen enthält. Damit diese Elemente jedoch kohärent miteinander interagieren können, müsste eine neue und fortgeschrittenere Ebene semantischer Beziehungen aufgebaut werden, welche Wechselbeziehungen zwischen allen Arten von Komponenten herstellt. Während ich damit zufrieden bin, wie der Algorithmus seine ästhetischen Entscheidungen trifft, würde eine ausgefeiltere semantische Schicht durch ein Verfahren, das ein solches neuronales Netzwerk verwendet, welches darauf trainiert ist, urbane Szenarien zu erstellen, neue Horizonte für die Forschung eröffnen. Es könnte auch für die dynamische und automatisierte Konstruktion von Szenarien in Videospielen oder Virtual-Reality-Umgebungen verwendet werden. Die Entwicklung dieser Art von Intelligenz ist somit mein nächstes Ziel für dieses dauernde Projekt.

Letztendlich geht es bei ArchXtonic darum, neues Wissen durch künstliche Intelligenz mit einer auf künstlerischer Praxis basierenden Methodik zu produzieren und Schnittstellen zur Wissenschaft herzustellen, da Erkenntnistheorie, Wissenschaft und Kunst nicht nur in ihren spezifischen Domänen behandelt werden können.

Wenn wir die Wissenschaft aus der Kunstperspektive betrachten, bemerken wir in der Wissenschaft einen fiktiven Aspekt, der oft ignoriert wird. Erst durch die Konstruktion neuer, nicht abgeschotteter Horizonte, frei von den Barrieren der Linearität, offenbaren sich komplexere Zusammenhänge. Die Wissenschaft sucht nach der Wahrheit, aber es ist die Vorstellungskraft, die eine zentrale Rolle beim Aufbau neuen Wissens spielt. Die Wissenschaft will Wahrheiten offenbaren, und sie erfindet sie auch.

Da die Kunst die Mechanismen der Erfindung kennt, ist es kein Geheimnis, wie viel Erfindung in der Wissenschaft steckt. Genau das ist das Problem der Wissenschaft aus Sicht der Kunst, denn während die Wissenschaft versucht, die Wahrheit herauszufinden, verdeckt sie diese. Aus Sicht der Wissenschaft ist auch das Problem der Kunst klar, denn Kunst ist für die Wissenschaft Fiktion. Die beiden sind einander zugewandte Spiegel, die sich gegenseitig zeigen. Für mich besteht die große Herausforderung von Arbeiten wie ArchXtonic darin, eine kreative Methodik aufzuzeigen, die von der Strenge und den Schwächen beider Bereiche profitiert.

In einer immer komplexer werdenden Welt kann ich sagen, dass die wichtigste Lehre, die mich die praxisorientierte Forschung gelehrt hat, darin besteht, dass es wissenschaftliche Methoden gibt, um die sich ständig verändernde Realität zu akzeptieren. In meinem konkreten Fall ermöglicht mir das fiktive Modell der Kunst neue Erkenntnisse zu gewinnen, die ihren Weg in die Praxis finden und weitere theoretische Diskussionen fördern. Die Verbindung aus praxisbezogener Forschung, Kunst und Technologie bietet mir das ideale Szenario für spielerisches Experimentieren mit wissenschaftlicher Strenge.



**Dr. Fabrizio Augusto Poltronieri** ist Computerkünstler, Forscher und Kurator mit internationaler Erfahrung und einem besonderen Interesse an den Beziehungen zwischen Kunst, digitalen Medien, Gamification, Design und Technologie, dessen Expertise in der Entwicklung kreativer Codierung und ihrem Austausch mit philosophischen Fragen liegt. Er ist Dozent an der De Montfort University und Mitglied des Institute of Creative Technologies (IOCT).

## Literaturverzeichnis

Flusser, V., *Towards a Philosophy of Photography*. London: Reaktion books, 2000.

James, W. *Pragmatism*. Mineola: Dover Publications, 1995.

Mcgrayne, S. *The Theory That Would Not Die: How Bayes' Rule Cracked the Enigma Code, Hunted Down Russian Submarines, and Emerged Triumphant from Two Centuries of Controversy*. New Haven: Yale University Press, 2012.

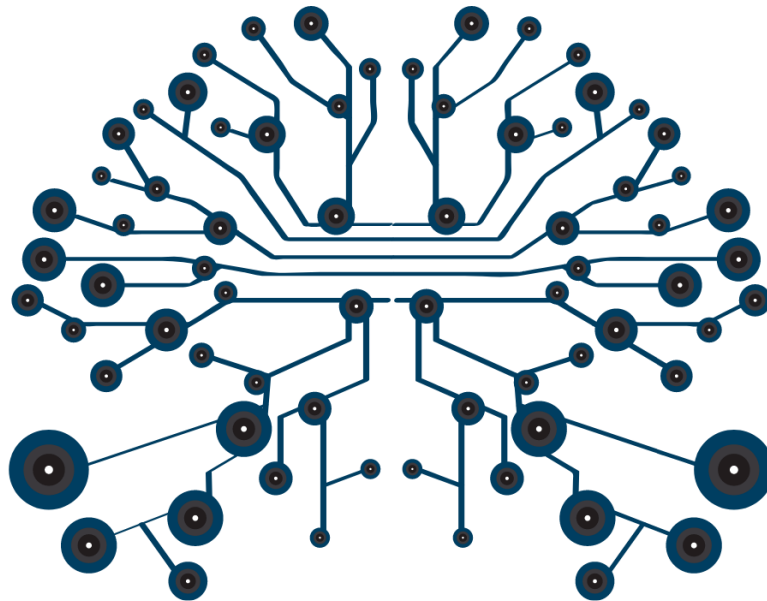
Menand, L., *Pragmatism: A Reader*. New York: Vintage, 1997.

Peirce, C. S., *Philosophical Writings*. Mineola: Dover Publications, 1986.

Poltronieri, F., *Communicology, Apparatus, and Post-History: Vilém Flusser's Concepts Applied to Video games and Gamification*. In: Mathias Fuchs, Sonia Fizek, Paolo Ruffino, Nicholas Schrape, *Rethinking Gamification*. Lüneburg: meson press, 2014.

# KREATIVITÄT

## & Künstliche Intelligenz



# UNTITLED: Eine Übung zur (Un-) Übersetzbarkeit poetischer Materie

GRAZIELE LAUTENSCHLAEGER, VALIE EXPORT CENTER LINZ

Für die Nutzung von Künstlicher Intelligenz ist es wichtig, deren Fehlbarkeit wahrzunehmen. Gerade in den Bereichen der Kunst zeigt sich der Unterschied zwischen menschlicher und künstlicher Kreativität, denn die für einen Menschen offensichtlichen Nuancen, beispielsweise in der Poesie, können wegen der grammatischen Limitation von Algorithmen zu keiner angemessenen Übersetzung finden, und auch die bildliche Assoziation einer KI ist weit entfernt von dem, was ein poetischer Vers für den kreativen menschlichen Geist bedeuten kann – wie in der kollaborativen Arbeit „Untitled“ verdeutlicht wird

## Was ist „Untitled“?

In einem medienübergreifenden Übersetzungsexperiment nahmen die Künstler:innen Grazielle Lautenschlaeger, Fabrizio Poltronieri und Radamés Ajna das Gedicht von Ferreira Gullar „Traduzir-se“ (auf Deutsch: ‘Sich-Übersetzen’) zur Grundlage, um herauszufinden, welche Interpretationen öffentlich verfügbare KI-Lösungen generieren würden. Dabei wurde das Gedicht mittels eines populären Übersetzungstools in diverse Sprachen übersetzt, wodurch sich erstaunliche Unterschiede ergaben. Als weitere Komponente wurde über Datenbankextraktion ermittelt, welche aktuellen bildlichen Assoziationen zu den Versinhalten des Gedichts im Internet kulturübergreifend vorzufinden sind. Auch hier sind die Ergebnisse disparat. Original und Übersetztes driften in verwunderliche Extreme auseinander.

Eine rein visuelle Version der Arbeit wurde von Radamés Ajna allen am Resultat Interessierten zur Verfügung gestellt:

<https://ou.lc/traduzirse/>

Künstliche Intelligenz (KI) ist eines der aktuellen Schlagworte im Zusammenhang mit technologischer Entwicklung und finanziellen Ressourcen für kreatives Arbeiten. Es lohnt sich, mit der enormen Vielfalt seiner Anwendungen kritisch auseinanderzusetzen, insbesondere angesichts der Tatsache, dass beide Begriffe „künstlich“ und „Intelligenz“ in den meisten Fällen erhebliche historische und epistemologische Unschärfen beinhalten. Um nur ein Beispiel zu geben, macht es die Trennung zwischen Natur und

Kultur fraglich, inwieweit die maschinelle „Intelligenz“ der eigentlich menschlichen Intelligenz gleicht.



Abbildung 1: Screenshot des Films „Recoding Art“ (2018), in dem ein KI-basiertes Computer-Vision-System Mondriaans Kunstwerk mit einem TV monitor verbindet.

Das Gebiet der Kunst spielt eine wichtige Rolle bei der Aufdeckung der vielfältigen Widersprüche, die zusammen mit den utopischen und dystopischen Szenarien verflochten sind, die solche Versprechen des Wandels grundlegender Rahmenbedingungen beinhalten, welche inmitten der Techniken der künstlichen Intelligenz gebracht werden. Die Beispiele dafür, wie KI in Kunstwerken eingesetzt wird, legen häufig neue und bedrohlich ästhetische Ergebnisse frei. Sie verweisen zugleich auf die maschinellen, paradoxen und letztlich erfolglosen Resultate einer Technik, die um Optimierung und Effizienz bemüht ist, wenn es darum geht, dem echten Leben ähnelndes Verhalten zu generieren. Der Kurzfilm *Recoding Art* (2018) des Künstlers Bruno Moreschi und des Medienforschers Gabriel Pereira ist ein Beispiel dafür, diese Diskussion anzustoßen. Der Film rollt ein Experiment auf, das Moreschi und Pereira

mit der Van Abbemuseum-Sammlung (Eindhoven, NL) entwickelt haben, indem sie die Sammlung durch kommerzielle Bilderkennungs-KI von führenden Technologieunternehmen lesen ließen. Das Projekt zeigte, wie KI-basiertes Computersehen durch ein produktorientiertes Lesen der Welt beeinflusst wird, und verdeutlicht dabei die ungetübten Augen der KI, wenn es um andere Werte außerhalb marktorientierter Objekte geht oder auch wenn es um für abstraktere und beziehungsbezogene Objekte geht.

Basierend auf den Ideen des Medienphilosophen Vilém Flusser möchte ich in diesem Artikel die Aufmerksamkeit der Leser:innen auf Kunstwerke als Transkreationen lenken und in einem zweiten Schritt die Implikationen des Einsatzes künstlicher Intelligenz in übersetzungsbasierten Medienkunstwerken ansprechen, wofür ich das Experiment „Untitled“ als diskussionswürdiges Beispiel verwende.

## Digitale Medien und die Übersetzung von Materialitäten

Wir versuchen (Medien-)Kunstwerke über den Begriff der Übersetzung von materiellen Beschaffenheiten zu verstehen. Dafür müssen wir auf die Beschaffenheit digitaler Medien zurückgreifen: den elektrischen Strom. Die menschliche Manipulation von elektrischem Strom als Quelle des Informationsaustauschs bedeutet die Manipulation von Materie in einem für menschliche Wahrnehmungssysteme unzugänglichen Maßstab. Dies veranlasste Flusser dazu, die Diskussionen über elektronische und digitale Medien durch ihre „Nulldimensionalität“ zu umschreiben, wo speziell entwickelte Software die Manipulation von Materie auf atomarer Ebene erlaubt. Dies wiederum ermöglicht die Schaffung neuer Materialien, die Verbesserung bestehender Materialien und steigert die Möglichkeiten der Kombination und Rekombination zwischen technischen Gruppen. Darüber hinaus ermöglicht der elektrische Strom als kleinster gemeinsamer Nenner der organischen Elemente und der künstlichen elektronischen Geräte den Medienkünstler:innen, sogenannte hybride Medienkunstwerke zu schaffen.

Um konkreter darauf einzugehen, wie Flussers Idee der „Nulldimensionalität“ der Elektrizität und ihrer Modulationen das ermöglicht, was hier „die Übersetzung von Materialitäten“ genannt wird, kehren wir zum Beispiel von *Recoding-Art* zurück und versuchen die Technik dahinter zu verstehen. Digitalkameras, die in Computer-Vision-Systemen verwendet werden, empfangen Lichtvariationen in ihren Bildsensoren, und es wird ein Fluss von Spannungsänderungen erzeugt, der dann von der Maschine auf eine bestimmte Weise gelesen wird, die ihn als Ausgabe in einen Bildfluss umwandelt. KI-Algorithmen, die bei diesen Bildern angewendet werden, setzen das Bild, auf das sie stoßen, mit anderen markierten Bildern aus Datenbanken in Beziehung und vergleichen es mit ihnen. Je größer der Datensatz ist, desto größer sind die Chancen auf eine genaue Übereinstimmung zwischen einer visuellen Eingabe und einer sprachlichen Ausgabe – einer von Menschen gesteuerten maschinellen Bild-zu-Wort-Übersetzung. (Man muss immer daran denken, dass es Menschen sind, die Algorithmen codieren und die Bilder taggen.) Daher können Experimente mit digitaler Technologie und KI als Erweiterung der menschlichen Übersetzungsmöglichkeiten betrachtet werden. In diesem Sinne sind das Kunstschaffen und die damit verbundenen Erzählungen ein Übersetzungsprozess, der die Suche nach Korrespondenzen (Überlappungen) zwischen Empfindungen, Ideen, Bedürfnissen etc. und speziell organisierten konkreten Materialien, die speziell übertragen, entworfen, entwickelt, komponiert/komponiert sind, beinhaltet.

Ein Begriff, den Flusser verwendet, um zu bekräftigen, wie sich menschliche Übersetzungstätigkeit in der Medienentwicklung manifestiert, ist sein Konzept von Medi-



umsprünge: der Akt des Springens von einem Medium zum anderen, also von der Logik eines Systems zum anderen. Zwischen einem System und einem anderen begegnet man einer Leere, auf die der Mensch reagiert, indem er das Paradox zwischen Freiheit und Willkür ausübt. Wir markieren ein Bild aus den unendlichen Möglichkeiten, die wir haben, und sobald wir das tun, schließen wir subjektiv und willkürlich alle anderen Möglichkeiten aus.

Zur aporetischen Bedingung der Übersetzbarkeit stellt Flusser fest, dass „Übersetzung möglich ist (so sagt es unsere Theorie), sofern es für die Sprache, in die und aus der wir übersetzen, eine Metasprache gibt, die beiden gemeinsam ist“. Sind Elektronik, Codierung und Programmieren nicht die Metasprache, nach der sich die Menschheit seit dem Turmbau zu Babel sehnt?

Da es theoretisch möglich ist, mithilfe digitaler Medien Korrespondenzen zwischen beliebigen physikalischen oder chemischen Phänomenen nach Art von Ein- und Ausgängen herzustellen, stellt sich die Frage, wie solche Korrespondenzen in KI-basierten Medienkunstwerken hergestellt werden können. Was muss dabei zum Ausdruck gebracht werden, damit es die derzeitigen Investitionen an Zeit, Energie und Ressourcen rechtfertigen könnte, die man braucht, um Inhalt A in Inhalt B zu übersetzen?

In Anbetracht der Tatsache, dass jede Übersetzung, egal wie wörtlich oder frei sie ist, immer einen interpretativen Akt darstellt, der von einem Subjekt ausgeführt wird, sind die genannten Fragen Leitlinien dafür, zu reflektieren, ob sich Künstler:in und Publikum der willkürlichen Auswahl und der vielfältigen Natur der Materialien und Methoden (technisch, ästhetisch, symbolisch, usw.) bewusst sind, die in KI-basierten transkreativen Prozessen und Medienkunstwerken verwendet werden.

## Untitled: Digitale Medien als Metasprache?

Die Menschheit ist es eher gewohnt, technologische Artefakte als möglichen Ersatz für ihre eigene Spezies bei einer Reihe von Aufgabenerfüllung zu fürchten, anstatt sie als potenzielle Unterstützung zu betrachten, insbesondere dann, wenn es um Fragen der Arbeit geht. Das transmediale Übersetzungsexperiment, das wir „Untitled“ (2019) nannten, bezweifelte die Tatsache einer universellen Metasprache in den Medien, und setzte dem ein System gegenüber, das konstruiert wurde, um die „Effizienz“ der derzeit verfügbaren populären Übersetzungstools zu nutzen und dabei zu untersuchen, welche Grenzen KI-Modellen und maschinellen Fehlern in Bezug auf ästhetische Kontexte und multimodale Übersetzungen gesetzt sind.

Das Experiment begann mit Ferreira Gullars Gedicht „Traduzir-se“ (1980), einer existenziellen lyrischen Übung, die Metaphern einer gespaltenen Subjektivität artikuliert und die Übersetzung des Selbst als Kern der Kunstpraxis nahelegt. Die künstlerische Installation bestand darin, neu gemischte audiovisuelle Ausschnitte zu projizieren. Diese wurden von einer Übersetzungsmaschine generiert, die das Drehen von Tags, Bildern und Tönen im Zusammenhang mit den Versen von Gullars Gedicht initiierte. Die Tags, Bilder und Töne wurden aus Datenbanken extrahiert und von KI-trainierten Modellen artikuliert. Die Besucher:innen konnten die Verse des Gedichts in verschiedenen Sprachen - in Portugiesisch (Originalversion), Englisch, Französisch, Deutsch, Japanisch und Spanisch - auswählen und die völlig unterschiedlichen audiovisuellen Ergebnisse für denselben Vers in den anderen Sprachen betrachten.

Inspiziert von einem erweiterten Begriff konkreter Poesie und von der von Gullar begründeten Neo-Concrete-Bewegung beschäftigt sich die Installation mit semantischen Netzwerken, die sich abstrakten Konzepten nähern, die wiederum im Wesentlichen mit der menschlichen Wahrnehmung verbunden sind, wie z. B. Emotionen, Empfindungen usw., also existentielle und subjektive Aspekte, die häufig schwer zu beschreiben, zu kategorisieren und zu taggen sind. Der Name „Untitled“ verweist gleichzeitig auf die unendlichen Wiedergabemöglichkeiten, die dabei entstehen, und auch auf die Frustration, die sich einstellt, weil die zum Scheitern verurteilten Übersetzungen kaum semantische Brücken zum ursprünglichen Gedicht schlagen.

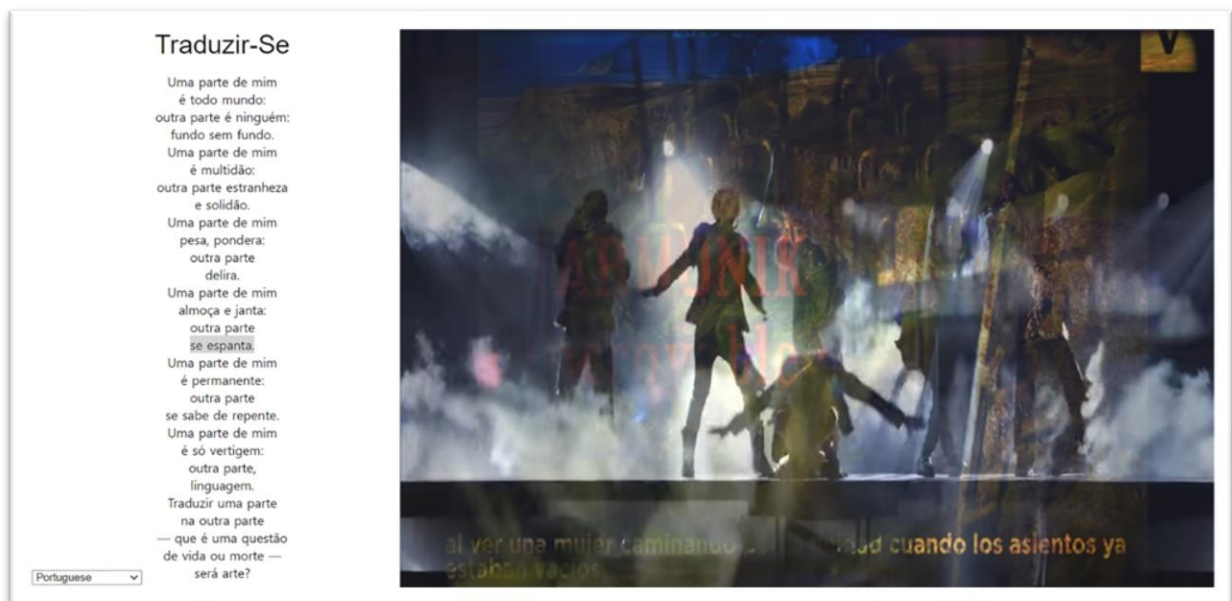


Abbildung 2: Screenshot von *Untitled* (2019) mit portugiesischer Originalversion des Gedichts 'Traduzir-se' von Ferreira Gullar, mit Hervorhebung des Verses „se espanta“.

*Untitled* wurde für den Mittelstand-Digital Kongresses entwickelt, der 2019 unter dem Motto „Vertrauen & Neugier“ in Berlin stattfand. Die technische Grundlage war der Google-Übersetzer, eine hochmoderne Technologie zur Textübersetzung, kombiniert mit der fortschrittlichen Youtube-Technologie zur Verknüpfung von Wörtern, Bildern und Tönen. Durch das Einüben einer multimodalen Sprachübersetzungstechnik, die mit der durch digitale Medien ermöglichten Konvergenzkultur einherging, führte *Untitled* dann die Suche in jeder Sprache durch, wobei die Begriffe jeder Zeile zusammengeführt wurden.

Trotz der fortschrittlichen Technologie hinter KI-basierten Übersetzungsmaschinen wie Google, sind Abweichungen über funktionale Übersetzungen hinaus, wenn es um die Übersetzung von Gedichten geht, offensichtlich, ähnlich wie das, was Moreschi und Pereira im Kontext der bildenden Kunst in dem zuvor erwähnten Film *Recoding Art* zeigten. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen.

In *Untitled* lassen sich die fehlgeleiteten maschinellen Ergebnisse direkt am Titel von Ferreira Gullars Gedicht erkennen, nämlich durch die poetische Verwendung des portugiesischen Verbs „traduzir“ (dt. „übersetzen“) in reflexiver Form (durch das Hinzufügen des Partikels „-se“). Dies war eine Art Wortschöpfung, also „die Übersetzung des Selbst“, die in den maschinellen Übersetzungen nicht weiter übernommen wurde, wahrscheinlich weil diese grammatikalische Form auch in den entsprechenden Sprachen fehlt.

Man kann die Übersetzungsprobleme innerhalb der Installation *Untitled* auch aufzeigen, indem man einfach diejenigen Begriffe analysiert, die von der maschinellen Übersetzung von Google in einem Fragment übernommen wurden: „Uma parte de mim / almoça e janta / outra parte / se espanta“. Eine wörtliche Übersetzung dieser Verse könnte lauten: „Ein Teil von mir / isst zu Mittag und zu Abend / der andere / erstaunt sich selbst“ – was einen Kontrast zwischen gewöhnlichen Aufgaben und überraschenden Ereignissen ausdrückt. Interessanterweise entfernen die maschinellen Übersetzungen wiederum die Reflexivität des poetischen Subjekts: Aus dem ursprünglich portugiesischen Ausdruck „se espanta“ (sich erstaunt) erhält man auf Deutsch „erstaunlich“ (Abb. 3) und „amazing“ auf Englisch (Abb. 4), wie es in den folgenden Screenshots erkennbar ist:

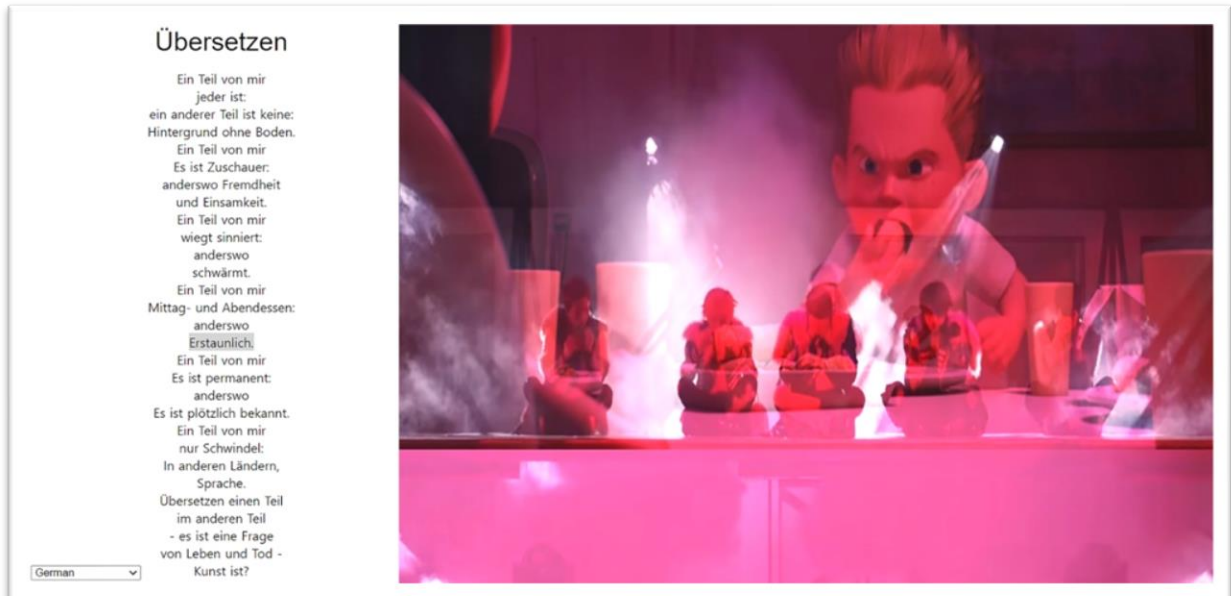


Abbildung 3: Screenshot von Untitled (2019) mit der deutschen Version des Gedichts 'Traduzir-se' (1980) von Ferreira Gullar, mit Betonung des Verses/Begriffs „Erstaunlich“.

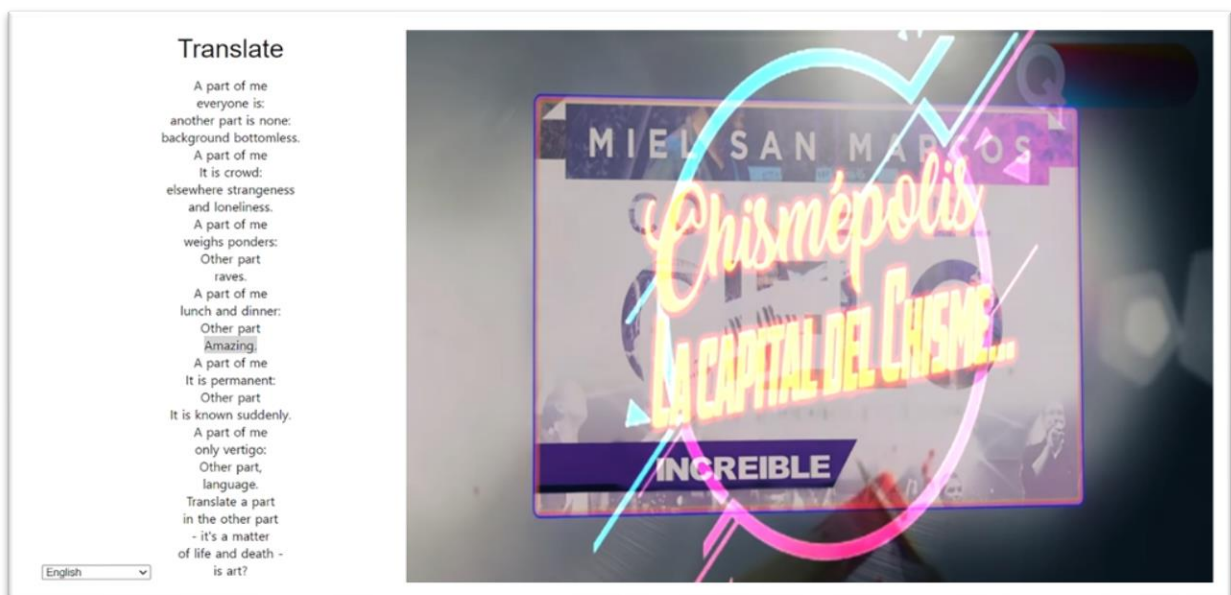


Abbildung 4: Screenshot von Untitled (2019) mit der englischen Version des Gedichts 'Traduzir-se' (1980) von Ferreira Gullar, mit Hervorhebung des Verses/Begriffs „Amazing“.

Hier wird nicht nur die Rekursion als syntaktische Funktion der Wörter geändert, sondern wir erhalten auch aus dem Verb „se espantar“ in den entsprechenden Redewendungen zwei (unterschiedliche) Adjektive: „erstaunlich“ und „amazing“. Es ist nicht nötig, den Wert oder die Richtigkeit der gewählten Begriffe in der Übersetzung zu analysieren, um zu erkennen, wie die Ouvertüre des poetischen Sprachgebrauchs erhebliche Probleme im Übersetzungsprozess verursacht, nicht nur in Bezug auf ihre wörtliche Bedeutung, sondern auch in ihrer Ästhetik und affektiven Macht. Die Verwendung an-

derer getaggtter Medien (bewegter Bilder und Audiofragmente), die durch einen Brennmodus/Multiplikationseffekt in *Untitled* zusammengeführt werden, erhöht die Probleme exponentiell und treibt das Übersetzungssystem zu einer chaotischen Assoziationsmaschine, die das Publikum dazu bringen kann (oder auch nicht), eigene Bedeutungsassoziationen zu kreieren, die mit der ursprünglich übersetzten Poesie nicht mehr zusammenhängen. Sobald die neue Poesie im Wesentlichen innerhalb des Subjekts durch ihre/seine Erfahrung entsteht, verliert die ursprüngliche Poesie entlang der Interaktion vollständig ihre Relevanz und ist Auslöser einer unbekannteren ästhetischen Erfahrung.

Darüber hinaus ist es in diesem Zusammenhang angebracht, sich an die Bemerkung der Künstler George Lakoff und Mark Johnson zu „Metaphors we live by“ (1980) zu erinnern, worin sie sagen, dass „es keine Chomskyaner gibt, für die Sprache reine Syntax ist - reine Form, isoliert und unabhängig von jeglicher Bedeutung, Kontext, Wahrnehmung, Emotion, Erinnerung, Aufmerksamkeit, Handlung und der dynamischen Natur der Kommunikation.“

*Untitled* war eine Übung zum Paradoxon der (Un-)Übersetzbarkeit poetischer Materie. Sie nähert sich dem künstlerischen Schaffen spielerisch als Übersetzungsprozess. So hält es auch die Sensationstheorie von Fernando Pessoa fest: „(1) Jedes Objekt ist eines unserer Gefühle; (2) Jede Kunst ist eine Umwandlung eines Gefühls in ein Objekt; (3) Daher ist jede Kunst die Umwandlung eines Gefühls in ein anderes Gefühl.“ In Anbetracht der Komplexität des Übersetzungsprozesses innerhalb des künstlerischen Umfelds, zeigt die Arbeitsweise von *Untitled*, dass Transkreationen geradezu zum Verrat verurteilt sind, was oft eine künstlerische Strategie darstellt, um die erfinderische Dimension von Übersetzungen zu erforschen und auch ein Mittel ist, um Neues zu erreichen.

In diesem Sinne ist der Einsatz von KI in transkreativen Medienkunstwerken nur ein weiteres verfügbares Werkzeug auf der Suche nach dem Unheimlichen, Unbekannten, Unvorhergesehenen. Die abweichenden Übersetzungen prangern die maschinellen Beschränkungen an und wieder einmal ist KI abhängig von menschlichen Entscheidungen, was die Verantwortung betrifft, Fehler zu integrieren, im Sinne von Lärm, für gewünschte ästhetische und ethische Ergebnisse, somit immerwährend auf der Suche nach Neuen und die Zunahme der Vielfalt (Diversität).

## Verbleibende Fragen

Der vorliegende Text ist nur ein kleiner Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen der KI-Technologie, Medienkunstwerken unter Berücksichtigung der Übersetzung von Materialitäten als transkreative Prozesse zu verstehen und auszugestalten.

Unabhängig von verwendeter Technik und Methode ist es notwendig zu identifizieren, was wert ist, übersetzt zu werden, warum das so ist und vor allem wie es gemacht wird, um die Bedeutung zeitgenössischer Medienkunst zu erfassen. Wir laden die Leser:innen ein, über folgende Fragen nachzudenken: Was hat KI-basierte Kunst kreativ beigetragen, abgesehen davon, skrupellose, unethische, reduktionistische Übersetzungen anzuprangern? Und selbst wenn man den zufälligen Übersetzungen keine kulturelle Relevanz beimisst: Wie groß ist die Fähigkeit dieser Übersetzungen, sinnvolle Dialoge für die Produktion und den Austausch von Wissen anzustoßen?

Angesichts der geschilderten Umstände besteht die größte Herausforderung für Künstler:innen, die mit KI-Technologie arbeiten, darin, Wege zu finden, ihre Ideen, Konzepte und/oder Empfindungen in die Materialitäten zu übersetzen, mit denen sie arbeiten. Diese These ist innerhalb der Kunst nicht neu, aber die zunehmende Komplexität der Kunstwerke erfordert eine proportional erhöhte Aufmerksamkeit für die Steuerung des Übersetzungsprozesses.



**Dr. Graziela Lautenschlaeger** ist promoviert in Kulturwissenschaften an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie interessiert sich für Praktiken an den Schnittstellen zwischen Kunst und Wissenschaft, erforscht die poetischen und symbolischen Schichten technologischer Artefakte, basierend auf theoretischen Referenzen wie Kybernetik, relationaler Ästhetik, Medienarchäologie und neuem Materialismus. Derzeit ist sie Junior Research Fellow am VALIE EXPORT Center Linz.

## Literaturverzeichnis

Flusser, Vilém. *O universo das imagens técnicas: elogio da superficialidade*. (São Paulo: Annablume 2008).

\_\_\_\_\_. *Da tradução*. IN *Cadernos Brasileiros* n. 49 Sep./Okt. 1968. S. 74-81.

Guldin, Rainer. *Pensar entre línguas: A teoria da tradução de Vilém Flusser*, São Paulo: Annablume, 2010.

Lautenschlaeger, Grazielle. *Sensing and making sense: Photosensitivity and light-to-sound translations* IN *Media Art*, Bielefeld: transcript 2020.

Moreschi, Bruno; Pereira, Gabriel. *Artificial intelligence and institutional critique 2.0: unexpected ways of seeing with computer vision*. IN *AI & SOCIETY* Issue 4, vol. 36. 2021, S. 1201-1223.

O'Sullivan, Carol. *Introduction: Multimodality as challenge and resource for translation*. IN *The journal of specialized translation*. Ausgabe 20.07.2013.

# Die menschlichen Sinne als Designmaterial für erklärbare Künstliche Intelligenz

Ein Plädoyer für menschenzentriertes Design von Produkten und Services mit Künstlicher Intelligenz durch den Einbezug menschlicher Sinne

ALEXANDRA MATZ, SAP SE DEUTSCHLAND

Wie Künstliche Intelligenz im Bereich Design den Menschen heute und künftig prägt, ist wichtig, wenn es darum geht, Lösungen anzustreben, die mit dem Menschen und für den Menschen geschaffen werden. In der Technologie-Entwicklung von Design spielt dabei die Einbindung menschlicher Sinne eine große Rolle. Design ist auf den ganzen Menschen zentriert. Eine erfolgreiche KI muss demnach die Integration möglichst vieler Dimensionen von Erfahrung leisten und sollte schon heute stärkere Anwendung finden.

*Die Intelligenz steckt in einer Milliarde Zahlen, die man auslesen kann. Aber was bedeuten sie? Dies hat für uns Menschen keine intuitive Bedeutung [...]. Man kann am Ergebnis sehen, es hat gut funktioniert. Aber warum sie [die KI] es so gemacht hat, kann man nicht erkennen.*

**Prof. Dr. Hannah Bast**

Künstliche Intelligenz (KI) hat mittlerweile in den verschiedensten Bereichen der Industrie, des Handels, der Medizin oder Forschung

sowie in vielen Disziplinen der Kunst und des Designs Einzug gehalten. Während die ersten wissenschaftlichen Grundlagen der KI bereits Mitte des letzten Jahrhunderts gelegt wurden, hat sich der Fortschritt dieser Technologie erst in den 2000er Jahren gravierend beschleunigt. Das Ziel aller KI hat der Neurowissenschaftler David C. Marr (1977) schon sehr früh beschrieben: das Betrachten und Lösen komplexer Rechenprobleme, anhand von Methoden, die diese Probleme betrachten und – folgend – die Erstellung von Algorithmen, welche diese Methoden einsetzen, um das Problem in einer automatisierten Weise zu lösen.

Durch die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Rechnern, dem Erfolg neuer Algorithmen, dem Einsatz zunehmend kleinerer, genauerer und empfindlicherer Sensoren (z. B. Bildsensoren in Kameras, Fahrzeugen, Messtechnik oder Medizintechnik) und der allgemeinen Vernetzung von digitalen Produkten und Dienstleistungen (Services), er-



geben sich immer neue Anwendungsfelder für KI. Beispiele hierfür sind die Fertigungssteuerung oder –wartung, Entwicklung und Betrieb (teil-) autonomer Fahrzeuge oder Fluggeräte, wissenschaftliche und medizinische Fachbereiche wie z. B. die Krebsforschung, oder intelligente Sprachsysteme und Bots (auch „Conversational User Interfaces“ genannt). Auch in Kunst und Design hat KI Einzug gehalten. So werden beispielsweise im Textildesign inzwischen über KI moderne Färb- und Druckmuster auf Basis von Daten aus bevorzugten Mustern junger Menschen generiert, die es traditionellen Handwerksbetrieben ermöglichen, durch die Ansprache dieser Zielgruppe ihre Existenz zu sichern (Raviprakash et al. 2019).

Dieser Artikel hat nicht zum Ziel, die detaillierten technischen und mathematischen Zusammenhänge der KI zu beschreiben. Er will, im Rahmen von menschenzentriertem Design, Möglichkeiten aufzeigen, um über die Ansprache der menschlichen Sinne die Daten und Ergebnisse der KI für die Benutzer KI-basierter Produkte und Services verständlich zu machen. Dennoch ist es wichtig, eine Abgrenzung dreier wichtiger Hauptbegriffe voranzustellen, die im Sprachgebrauch häufig vermischt werden (Laura Ferrarello 2021, Applied AI Design. Vorlesung, Royal College of Art, London. Dezember 2021):

### **Künstliche Intelligenz (KI):**

KI ist ein Sammelbegriff, der sowohl die künstliche, menschenähnliche Intelligenz in Maschinen der Robotik wie auch die des maschinellen Lernens umfasst (Goodfellow et al. 2016, S. 9). Letzterer Aspekt – das maschinelle Lernen – steht im Fokus dieses Artikels.

### **Maschinelles Lernen (ML):**

ML ist also eine Ausprägung der KI und beschäftigt sich mit Software-gestützten und auf Algorithmen basierenden Techniken. Mithilfe dieser können große Datenmengen analysiert werden, z. B. um aus diesen Daten wiederkehrende Muster ermitteln und Vorhersagen für zukünftige Ereignisse liefern zu können, oder aus diesen Datenmengen neue Erkenntnisse und somit neues Wissen zu generieren (Raj und Seamans 2019).

### **Deep Learning (DL):**

Deep Learning Modelle (DL), sind eine Unterkategorie von ML. Sie basieren auf künstlichen neuronalen Netzen und imitieren die Funktionsweise des menschlichen Gehirns.

DL Modelle werden auch als „Black-Box“ (Holzinger 2018) beschrieben, da nicht erkennbar ist, auf Basis genau welcher Methoden und Kriterien die DL Algorithmen (voneinander) lernen und sich so selbst erweitern.

Mit der exponentiellen Entwicklung der KI ergeben sich jedoch neue Problemfelder. So bedarf es Überlegungen hinsichtlich der sozialen und ethischen Konsequenzen bei der Sammlung und Interpretation, sowie bei der Nutzung dieser Daten und Ergebnisse. Betroffen sind z. B. Aspekte des Datenschutzes oder die Gefahr von künstlich generierten Vorurteilen auf Basis fehlerhafter oder voreingenommener Datensätze (Galdon et al. 2020).

Obwohl KI eine komplexe Technologie ist, können ‚simplere‘ ML-Modelle Rechenwege nutzen und Ergebnisse liefern, die – entsprechend aufbereitet – für Menschen durchaus noch nachvollziehbar sind. Dagegen sind die Rechenwege und Resultate von Deep Learning Modellen (DL) für Menschen meist nicht mehr nachvollziehbar. Die bruchstückhafte oder gänzlich fehlende Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit der von einer KI vorgelegten Ergebnisse, und wie diese für den Menschen aufbereitet werden, ist ein eigener Forschungsbereich innerhalb der KI. Dieser Bereich der „Erklärbaren Künstlichen Intelligenz“ (Explainable AI, XAI) wurde in den letzten Jahren aufgrund der starken Durchsetzung vor allem des ML in allen Bereichen des Lebens immer wichtiger. Denn immer mehr Menschen werden in ihrer Arbeit mit ML-generierten Daten und Ergebnissen konfrontiert – ob Programmierer:innen, Data Scientists, Designer:innen oder die Anwender:innen der KI-gestützten Produkte oder Services.

Nicht alle Beteiligte im Prozess des Designs und der Entwicklung von KI-basierten Systemen müssen Data Scientists sein oder ML-Algorithmen programmieren können, dennoch müssen sich alle mit den Prinzipien, Funktionsweisen und Hintergründen sowie Risiken der KI auseinandersetzen. Sie sollten es als Chance sehen, mit KI und XAI ein neues Designmaterial zur Hand zu haben, das einzigartige Möglichkeiten zur Gestaltung für neue, intelligente, menschenzentrierte und faire Anwendungen bietet (Holmquist 2017; Engenhardt und Loewe 2020).

Der Vorteil von ML-basierten Systemen liegt in der Automatisierung von wiederkehrenden Aufgaben und der Verarbeitung und Analyse von enormen, für Menschen nicht handhabbaren Datenmengen. In vielen Fällen wird für diese Datenverarbeitung keine Interaktion von Menschen mehr benötigt (Holzinger 2018). Für die Fälle jedoch, in denen Menschen mit ML-generierten Daten und deren Ergebnissen arbeiten, es also um Interaktionen zwischen Mensch und Maschine geht, werden für die Darstellung der Ergebnisse des ML vorwiegend visuelle Informationen verwendet (Adadi und Berrada

2018). Anwendungen wie Frühwarnsysteme z. B. in Flugzeugen oder autonomen Fahrzeugen unterstützen ihre Benutzer:innen eventuell noch mit zusätzlichen Sprachansagen oder akustischen (Warn-) Signalen. Menschen nutzen allerdings eine Kombination oder alle ihre Sinne, um ein Verständnis von den Informationen und der Welt um sie herum zu erlangen oder Neues zu erlernen, so auch z. B. den Tast- oder Riechsinn. Diese Sinne sind jedoch bisher in der Gestaltung und im Design der ML-Kommunikation an AnwenderInnen unterrepräsentiert. Dieser Artikel zeigt auf, warum speziell bei der Gestaltung zukünftiger KI-Produkte alle menschlichen Sinne einbezogen werden sollten und liefert Anregungen und Ideen dazu, wie das geschehen kann.

## Erklärbare Künstliche Intelligenz (XAI)

Künstliche Intelligenz und der Bedarf der Erklärbarkeit ihres Handelns, ihrer Auswirkungen und Ergebnisse

Das Ziel der XAI ist es, Modelle, Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, die es ermöglichen, KI-Systeme und deren Ergebnisse besser zu verstehen und zu interpretieren (Samek et al. 2021, S. 248). Derzeit kann die Kommunikation zwischen KI und dem Menschen dahingehend beschrieben werden, dass die KI, durch die Betrachtung, Auswertung und ggf. auch Extrapolation von (sehr) großen Datenmengen, dem Menschen ein Ergebnis (z. B. einen Datensatz, eine Handlungsanweisung, eine Verlaufsprognose, etc.) anbietet. In dieser Interaktion mit Maschinen oder KI stehen für Menschen oftmals Fragen des Vertrauens an erster Stelle und bilden daher eine der zentralen Fragestellungen der XAI (Galdon et al. 2020). Beispiele dieser Fragen sind:

- Warum wurde eine Empfehlung des Systems genau in dieser Art und Weise gegeben?
- Auf welcher Wahrscheinlichkeit basiert eine bestimmte Vorhersage?
- Welche Daten wurden für das Ergebnis oder die Vorhersage verwendet?
- Was passiert mit den durch Anwender:innen angestoßenen Korrekturen der von der KI vorgeschlagenen Daten oder Ergebnisse?

Um derartige Fragen beantworten zu können oder gar nicht erst aufkommen zu lassen, müssen die dem ML zugrundeliegenden Modelle von Menschen verstehbar und erklär- bzw. interpretierbar sein (Adadi und Berrada 2018, S. 52153). Verstehen geht über das bloße Erkennen und Wahrnehmen hinaus, es ist die gesamte „intellektuelle Erfassung des Zusammenhangs (Context)“ eines Sachverhaltes. Erklärbarkeit (die Interpretation) beinhaltet das Verständnis von Ursache und Wirkung (Kausalität) in kommunikativer,

z. B. sprachlicher Form (Holzinger 2018, S. 139). Verständliche und erklär- bzw. interpretierbare Information gibt Menschen, neben dem Gefühl des Vertrauens in die Richtigkeit von Daten und Ergebnissen auch das Gefühl, noch eine Möglichkeit zum Eingreifen oder der Korrektur dieser zu haben – das Gefühl der Kontrollmöglichkeit ist für Menschen essenziell (Schmidt 2020, S. 1). Dieses Einbeziehen des Menschen in die KI eröffnet weitere Möglichkeiten für die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine, z. B. das maschinelle Lernen angereichert durch von Anwender:innen korrigierten Daten, oder die Kommunikation von neuen Erkenntnissen und Zusammenhängen, die die KI gefunden oder selbst erzeugt hat (Adadi und Berrada 2018, S. 52143).

## Richtlinien und Prinzipien

Akademische Gruppen, Regierungsbehörden und Industrieunternehmen haben Richtlinien und Prinzipien für XAI und für den Umgang mit KI im Zusammenhang mit menschenzentriertem Design von Produkten und Services aufgestellt. Beispiele sind die „Lingua Franca“ von Polytoptal (Agarwal 2020), Microsoft (Amershi et al. 2019), Google oder SAP (Jobin et al. 2019), wie auch z. B. die ‚Ethik-Leitlinien für eine Vertrauensvolle KI‘ der Europäischen Union (Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien 2019). Diese Richtlinien beinhalten auch die Kernpunkte und Forderungen der Forschergruppe ‚FATx‘ an eine XAI: Fairness, Verantwortung (Accountability) und Transparenz gegenüber den Menschen, welche die Systeme nutzen oder von ihnen betroffen sind (Vultureanu-Albisi, Badica 2021, S.1).

Die verschiedenen Richtlinien und Prinzipien lassen sich, zusammen mit den Zielen der XAI und den Bedürfnissen der Anwender:innen hinsichtlich einer menschenzentrierten Gestaltung und Entwicklung von Produkten und Services, wie folgt darstellen (Abb. 1):

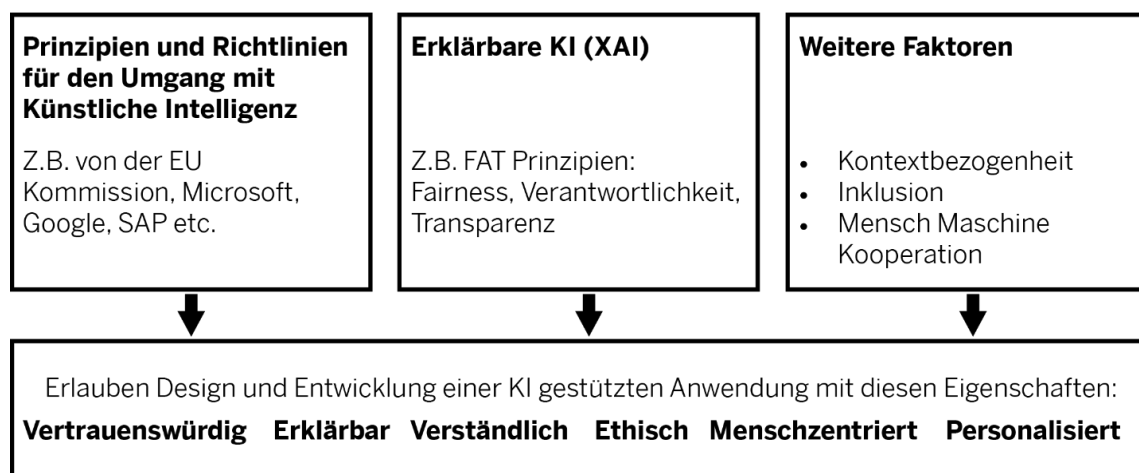


Abbildung 1: Zusammenfassung notwendiger Komponenten für ein holistisch gestaltetes und entwickeltes Produkt oder einen Service mit KI.

Heute erfolgt die Kommunikation der durch ML erzeugten Interpretationen, Handlungsanweisungen und Ergebnissen meist über visuelle Grafiken: statische Informationen wie die Anzeige skalenbasierter Wahrscheinlichkeitswerte via Indikatoren bis zu Bipartiter Graphen (Samek et al. 2021, S. 258), aber auch detaillierte, interaktive Anzeigeformen, wie Heatmaps. Eine Kombination beider Formen ist für die Transparenz und das Verständnis der Informationen unabdingbar. Denn nur so wird es Anwender:innen ermöglicht, Schritt für Schritt und kontextbezogen mehr Informationen und Erklärungen einzusehen, wie das System zu einem Ergebnis oder einer Empfehlung gelangt ist (das Design Prinzip des „Progressive Disclosure“), (Springer und Whittaker 2019; SAP 2021). Visuelle Informationen können komplexe Sachverhalte sehr anschaulich und informativ darstellen, aber sie unterstützen in den wenigsten Fällen die Ansprache weiterer menschlichen Sinne, die zu einem verbesserten Verständnis der Informationen führen könnten. Durch den Einbezug aller menschlicher Sinne ergibt sich ein Verbesserungspotential nicht nur in Bezug auf die Verstehbarkeit der Informationsinhalte, sondern auch hinsichtlich Inklusion, Fairness und Transparenz: nicht alle Menschen können visuelle Information einfach und vollständig erfassen – ob aufgrund schlechten Sehens, Stärken in Ausbildung und Beruf, die nicht im Bereich der Datenanalyse liegen oder bei Menschen, die Informationen kognitiv mit mehreren oder anderen Sinnen besser erfassen können (z. B. Menschen, die synästhetisch wahrnehmen, d. h., bei denen ein bestimmter sensorischer Stimulus andere Sinne aktiviert, z. B. Klänge visualisiert oder Farben geschmeckt werden (Merter 2017, 4520).

## Menschliche Sinne: ihre Bedeutung und Anwendungen

Auch wenn der Sehsinn der weitaus dominierende Sinn für die Wahrnehmung ist, lernen Menschen mit allen menschlichen Sinnen und nehmen Informationen dementsprechend mit einem oder mehrerer ihrer Sinne auf. Dies bezeichnet man als „Multimodale Wahrnehmung“ (Ansorge und Leder 2011, S. 135) oder auch Multisensorische Erlebnisse („Multisensory Experiences“ (Velasco und Obrist 2020, S. 2)). Beispiele hierfür sind das Lernen von Wörtern einer Sprache, bei der die Kombination von Wort mit bildlicher Darstellung für verbesserte Merkfähigkeit sorgt (Mayer et al. 2015), die Orientierung in einem Raum mit dem Sehsinn und dem Gleichgewichtssinn des Ohres oder, als dreidimensionale Erfahrung, zusätzlich mit dem Tastsinn (Ansorge und Leder 2011, S. 136), z. B. beim Greifen und Berühren von gewebten Textilien.

Kunst und Design nutzen multisensorische Konzepte in vielfältiger Weise, beispielsweise bei der Präsentation von Kunstwerken in multimedialer und -sensorischer Form in Museen, die zusätzlich zum Audio-Guide und der visuellen Erfahrung, das Betasten

von Repliken eines Kunstwerkes erlaubt. Auch die Ansprache von Tast-, Hör-, Geruchs- und Geschmackssinn sind möglich, wie z. B. bei der Ausstellung eines Kunstwerkes von Francis Bacon im Tate Sensorium, Tate Britain, London (Ablart et al. 2017; Tate Gallery 2015). Ebenfalls im Museums-Kontext ermöglichen es die neuen Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mensch und KI den Anwender:innen immer weitere, neue Verbindungen zwischen (zufälligen) Text- oder Bildartefakten von Sammlungen zu suchen und zu entdecken (Hügin et al. 2021). Nicht zuletzt erlaubt die Gestaltung von multisensorischen Erlebnissen und Anwendungen auch die Einbindung der Menschen, die nicht alle Sinne nutzen können, aber so dennoch die relevanten Informationen erhalten und miterleben können (Livingston und Haines-Trautman 2018).

## Sinne, Materialien und Technologie

In den letzten Jahren wurde auch im Bereich der Mensch-Computer Interaktion, und speziell im Design der Benutzeroberflächen digitaler sowie der Oberflächen interaktiver, physischer Produkte vermehrt Bezug auf sensorische Elemente genommen: z. B. Smartphones, die taktiles Feedback durch Vibrationen abhängig vom Berührungsdruk der Nutzer:innen geben. Aber auch die Verbindung von Technologie und Materialien, die nicht direkt mit digitalen Produkten in Verbindung gebracht werden und auf natürlichen und handwerklich bearbeiteten, Signal-leitfähigen Oberflächen wie Edelmetallen, Leder, Holz und Textilien basieren, können für die Kommunikation bei der Mensch-Maschinen Interaktion genutzt werden – und stellen somit alternative Mediatoren zu rein digitalen und visuellen Interaktionsmöglichkeiten dar (Tsaknaki 2014). Speziell am Beispiel von smarten Textilien oder Kleidungsstücken („Smart Textiles“ oder „Smart Wearables“) lässt sich eindrücklich veranschaulichen, wie Technologie und handwerkliches Wissen und Material eingesetzt werden können: Anouk Wipprecht entwirft Kleid-Kreationen aus Stoffen und 3D-gedruckten Elementen, die Entfernungs- oder thermische Sensoren einsetzen, um bei Annäherung von Personen z. B. spinnenähnliche Gliedmaßen (Cass 2016; Wipprecht 2021) zu bewegen und die in Zukunft auch von ihren Träger:innen durch Reaktionen auf menschliche Stimuli immer mehr lernen und sich anpassen können (Ruckdashel et al. 2021).

Technologie nutzt, ergänzt und spricht also bereits menschliche Sinne in vielen Szenarien an. *Augmented Reality* (AR) und *Virtual Reality* (VR) schaffen multidimensionale und -sensoriale Umgebungen und Erlebnisse. Diese Anwendungen bilden zwischen einer „virtuell angereicherten“ Realität (AR) und kompletten, virtuellen Welten (VR) auch alles im Spektrum zwischen AR und VR (Mixed Reality, MR) ab. Ein Beispiel für AR ist die Nutzung einer Smartphone-App, welche die umgebende Realität mit grafisch

erzeugten Ebenen überlagert, wie im bekannten Pokemon-Spiel, oder bei der Simulation von Wänden und Mobiliar bei einer Raumplanung. VR erstreckt sich hin zu komplett immersiven digitalen, Realitäten, deren menschliche Besucher:innen mit keinen physischen, realen Objekten mehr interagieren und in denen auch die Sinneserfahrungen, wie z. B. das Gefühl, eine Blume zu berühren oder deren Geruch wahrzunehmen, virtuell kommuniziert werden (Velasco und Obrist 2020, S. 31–34). Der Umgang und Einbezug menschlicher Sinne wird auch im „Metaverse“ essentiell sein: Das Metaverse ermöglicht Menschen Erlebnisse in gleichzeitig realen und digitalen Welten, und wird ein komplexes Zusammenspiel und einen Austausch von Daten, Inhalten sowie digitalen Gütern, Werkzeugen und Werten in bisher unvorstellbarem Ausmaß mit sich bringen (Ball 2022). Es ist keine Erfindung oder ein Alleinstellungsmerkmal der Firma Meta (ehemals Facebook), da es sich bereits seit vielen Jahren dezentral entwickelt. Dennoch zeigt sich die Wichtigkeit des Metaverse unter anderem durch den Fokus, den Firmen wie Meta auf zukunftsweisende Entwicklungen legen, z. B. durch Akquisitionen wie dem Anbieter für VR Headsets, „Oculus“ (Forbes 2021). Viele der Entwicklungen im und für das Metaverse werden mit KI unterstützt und erklärbare, verständliche und multisensorielle Rückmeldungen der KI an den Menschen benötigt. Diese Rückkopplung rein visuell zu gestalten, wird dem möglichen menschlichen Erfahrungsspektrum nicht gerecht werden.

## Menschliche Sinne als Erweiterung der KI und KI als Erweiterung menschlicher Sinne

Im Zusammenhang mit KI werden die menschlichen Sinne zum einen als sensorische Erweiterung, sozusagen als Datenlieferant für die KI genutzt, zum anderen als Reaktions- und Kommunikationsweg der Technologie zum Menschen (Kelly und Hamm 2013).

Die fünf Hauptsinne des Menschen werden von Technologie seit vielen Jahren imitiert, erweitert und für die Erfassung von Daten genutzt. Bildsensoren können mittlerweile weit mehr Details und Farben erkennen als das menschliche Auge, und die KI nutzt die Imitation des menschlichen Sehsinns in der Bilderkennung. Sensoren sind schneller als das menschliche Auge und helfen Mensch und Maschine bei der Erfassung von Objekten, Formen und Farben. Sensoren, z. B. verbunden mit unseren Händen oder der Haut liefern Daten zu Temperaturen oder Beschaffenheit des berührten Materials. KI-unterstützte Systeme erkennen Stimmen, Befehle, aber auch Atemgeräusche und können anhand des Gehörten die erforderlichen Antworten anbieten oder beispielsweise Schlüsse über den vermutlichen Gesundheitszustand eines Patienten geben. Geruchs-

und Geschmackssensoren können in Zukunft Patienten, die diese Sinne (vorübergehend) verloren haben, z. B. vor gefährlichen Stoffen in der Raumluft warnen.

Im Folgenden wird erläutert, wie der Umgang mit den menschlichen Sinnen in Gestaltungs- und Entwicklungsprozessen von Produkten mit KI eingebettet werden könnte und sollte.

## Die menschlichen Sinne als Designmaterial für XAI

In allen Gestaltungsprozessen, seien es Softwareanwendungen, physische Produkte oder Dienstleistungen und egal, ob diese KI-gestützt ist oder nicht, es ist notwendig, sich mit den Szenarien, Umgebungsvariablen und dem Kontext der Anwender:innen wie auch der eingesetzten Technologie auseinanderzusetzen. Die Disziplin des User Experience Design (UX) untersucht beispielsweise welche Arbeitsabläufe von Mitarbeiter:innen verfolgt werden, welche Aufgaben wie bearbeitet werden, welche Bedürfnisse erfüllt sein müssen, welche den Arbeitsfluss behindernden Elemente oder Probleme neu- oder umgestaltet werden sollten, damit die Arbeit effizient, fehlerfrei und auch kreativ erfolgen kann.

Im Rahmen von KI arbeiten Designer mit diesen Nutzerinformationen und gestalten die Erlebnisse der Datenaufbereitung und der Kommunikation der KI-Ergebnisse basierend auf Informationsarchitekturen, Interaktionsflüssen, Entwurfsmustern, Farben, oder Typographie – ihrem Designmaterial. Auch Technologiefragen müssen diskutiert werden: für welche Problemstellung macht es Sinn KI einzusetzen, welche Daten können wie genutzt werden, welche Arbeitsschritte können durch KI unterstützt werden, um mehr kreativen Raum für andere Aufgaben zu schaffen, welche (auch weitreichenden) Effekte und Konsequenzen wird die KI-gestützte Anwendung haben, etc. Idealerweise arbeitet ein multidisziplinäres Team aus z. B. Entwickler:innen, Data Scientists, Produkt Manager:innen und Designer:innen an einem mit KI-gestützten Produkt. Das Team muss sich zwingend mit den Möglichkeiten sowie den Gefahren ihres Produktes oder Service auseinandersetzen, d. h. sich die KI als Designmaterial aneignen (Holmquist 2017, S. 31). Nur so können die Möglichkeiten der Technologie verstanden und bewusst eingesetzt werden und menschenzentrierte Produkte und Services mit KI gestaltet und entwickelt werden.

Sich die KI als Designmaterial zu erarbeiten und zu nutzen ist allerdings nur ein wichtiger Teil im Gestaltungsprozess. Man muss sich gleichzeitig auch den menschlichen Sinnen als Designmaterial widmen und die entsprechenden Erkenntnisse in das Design integrieren. Die Beschäftigung mit den menschlichen Sinnen in diesem Zusammenhang



entspricht also ebenso einem Designmaterial (Abbildung 2) wie die vorangestellten Beispiele (Interaktionsflüsse, Farben, Typographie etc.). Ziel ist es, dieses Designmaterial „menschlicher Sinn“ zu verstehen und es gestaltend so einzusetzen, dass es für Anwender:innen zu einer optimalen, multisensoriellen Erfahrung aber gleichzeitig keiner einseitigen Überreizung eines Sinnes oder einer allgemeinen Informationsüberflutung kommt. Wenn Anwender:innen eine auf sie und ihre Sinneswahrnehmung zugeschnittene, personalisierte Erklärbarkeit erhalten, können sie sich - auch mit Hilfe der KI - genau auf die Themen, Punkte und Datenpunkte fokussieren, die für sie und ihre eigentlichen Arbeitsziele wichtig sind (Schmidt 2020, S. 4).

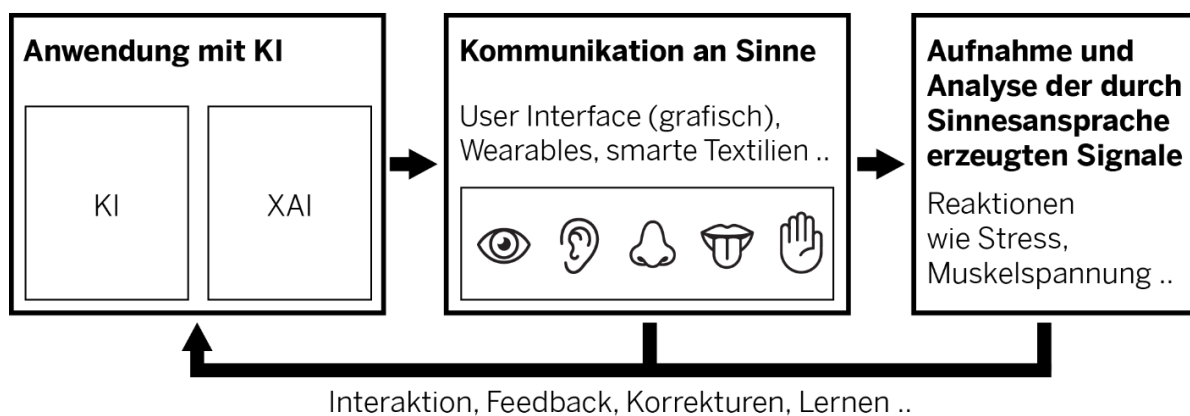


Abbildung 2: Stark vereinfachte Darstellung der Integration von menschlichen Sinnen als Designmaterial (Gestaltung Piktogramme der menschlichen Sinne: Irina Mir).

## Szenarien für den Einsatz der menschlichen Sinne im XAI-Kontext

Folgend sollen einige Denkanstöße für die Nutzung der menschlichen Sinne als Teil der XAI gesetzt werden. Sie sollen mögliche Szenarien darstellen aber auch die Notwendigkeit der Beschäftigung mit ihnen als Designmaterial aufzeigen.

Mit der Haut ist der Tastsinn das größte Sinnesorgan des Menschen. Menschen nehmen über die Haut Signale sehr feinfühlig wahr, ob Temperaturveränderungen oder die Reaktion auf bestimmte Stoffe oder Oberflächenbeschaffenheiten. Gleichzeitig reagiert die Haut auf Stimmungen oder Empfindungen und sendet selbst Informationen aus, z. B. den Stresslevel eines Menschen anhand der veränderten Hautspannung, was wiederum als Rückmeldung an die KI gesendet werden kann. Zusätzlich zu herkömmlicher, visueller Information könnten XAI-Informationen auch graduell, über wärmeleitende Textilien, an den Tastsinn des Menschen kommuniziert werden, wenn es z. B. darum

geht, bei einer statistischen Auswertung die Wahrscheinlichkeit von Temperaturerhöhungen eines Waldbodens durch Borkenkäferbefall nachzuvollziehen. Alternative Interaktionsflächen wie 3D-gedruckte Reliefdrucke können es auch sehbeeinträchtigten Menschen ermöglichen, Verlaufsgrafiken und statistische Verdichtungen zu analysieren.

In AR-unterstützten Szenarien, z. B. in der Wartung von Maschinen, sogenannten „Intelligent Decision Support Systems“ (Illankoon und Tretten 2021, S. 824), wird das Zusammenspiel der Ansprache von menschlichen Sinnen und die Kommunikation zurück an die Maschine bereits genutzt, indem z. B. ein Techniker über Robotik-Erweiterungen per Impulse der Hände angewiesen wird, bestimmte Bewegungen auszuführen, wobei das System wiederum von seinen Bewegungen lernt.

Der Hörsinn nimmt feinste Unterschiede in Modulation und Frequenz von Geräuschen, Tönen oder Stimmen wahr. So könnten Anwender:innen bei der (visuellen) Analyse einer Heatmap-Grafik mit Ergebnissen von simulierten neuen Gen-Sequenzierungsmethoden noch akustische Hilfsmittel zur Seite gestellt werden, z. B. wenn sich die Ergebnisse außerhalb der bekannten Norm aber noch in einer vorgegebenen Toleranz bewegen. Dies könnte über die Kommunikation umgebender Hintergrundklänge erfolgen, die wahrnehmbar, aber unauffällig genug sind, um den Arbeitsablauf nicht zu belasten (An et al. 2019). Resultate, die neuartige Ergebnisse vermuten lassen, könnten ebenso kommuniziert werden wie negative Ausreißer, z. B. die entsprechend durch eine akustische Warnung hervorgehoben werden.

Ähnliches gilt für die Ansprache des Gleichgewichtssinnes, der bei einer Erdbebensimulation realistisches, sensorisches Feedback an die Wissenschaftler:innen liefern könnte, sollte die KI eine neue Gefahrenstelle entdeckt haben.

Als Signal für den Abschluss eines Prozesses könnte ein Produkt für visuell oder akustisch eingeschränkte Anwender:innen statt z. B. einer Dialogbox auf dem Bildschirm wahlweise ein Ton- oder Vibrationssignal zur Verfügung stellen.

Geschmacks- und Geruchssinn: Menschen reagieren sehr sensibel auf Geschmacks- und Geruchsveränderungen. Unbekannter Geschmack oder Geruch führt meist sofort zu einer erweiterten Aufmerksamkeit, selbst wenn Menschen mit anderen Dingen beschäftigt sind. Auch hier könnten Anomalitäten oder vermutlich fehlerhafte Ergebnisse in der Duft- oder Geschmackslandschaft entsprechend hervorgehoben werden, um Nutzer:innen auf bestimmten Datenkonstellationen oder Ergebnisse hinzuweisen.

## Menschliche Sinne als Feedbackkanal für die Kommunikation von Mensch zu Maschine

Durch die Kommunikation an die verschiedenen oder multiplen menschlichen Sinne werden von Menschen unterschiedlichste muskuläre, chemische und kognitive Reaktionen ausgelöst. Diese bieten nicht nur die Möglichkeit ‚einfache‘ Daten der Reaktion des Menschen an die KI zurückzuführen, sondern bei entsprechender Interpretation der Kausalität einen Feedback-Loop zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen. Reagieren Anwender:innen z. B. ärgerlich oder zornig, weil sie die präsentierten Ergebnisse als falsch oder lückenhaft betrachten, verändert sich aufgrund der Gemütsbewegung die Hautspannung, welche unterschiedlich intensiv ausfallen kann (Domhardt 2018, S. 33). Auch über Stimmerkennung würde dieser Fakt aufgenommen werden. Diese Erkenntnis weist auf den Bedarf einer umfassenden Analyse oder Korrektur hin und kann an die KI zurückgemeldet werden. Es ergibt sich dadurch eine Interaktion, die Koexistenz und Teamarbeit zwischen Mensch und Maschine zu Grunde legen kann (Lawless et al. 2019).

In Anbetracht der unendlichen Anzahl von Produkten und Services, die Anwender:innen derzeit angeboten werden und die in Zukunft unter Verwendung von KI auf den Markt kommen werden, können dies nur ein paar Beispiele für die vielen Kommunikationsmöglichkeiten zwischen menschlicher Wahrnehmung und KI sein.

## Neue Aufgaben für Unternehmen und Wissenschaft

Dieser Artikel und die oben genannten Beispiele sollen eine Anregung für Unternehmen und ihre Mitarbeiter:innen sein, ihre (KI-)Produkte, Services und deren Anwendungskontexte vor dem Hintergrund der menschlichen Sinne zu betrachten. Nur so können die in der Interaktion zwischen Mensch und Produkt/Service generierten Daten, Informationen und Ergebnisse optimal aufbereitet werden. Dabei sollte der Fokus nicht nur auf die visuelle Kommunikation beschränkt bleiben. Die Ansprache der anderen menschlichen Sinne neben dem Sehsinn bietet vielfältige Möglichkeiten, um Anwender:innen von KI-basierten Anwendungen dabei zu unterstützen, Informationen und Ergebnisse der Systeme besser zu verstehen und aufzunehmen und aktiver Teil einer Mensch-Maschine Interaktion zu sein.

Es besteht weiterer Studienbedarf, um die technischen Realisierungsmöglichkeiten der XAI mit und über die menschlichen Sinne zu untersuchen. Es geht insbesondere darum,

die Zusammenhänge von Akzeptanz, Gebrauchstauglichkeit und Inklusion für alle Anwender:innen, aber auch für alle am Gestaltungs- und Entwicklungsprozess Beteiligten, herauszuarbeiten.

Mitarbeiter:innen in Unternehmen selbst sind Expert:innen im Umgang mit Materialien, ob in der Fertigung, Prototypmodellierung oder Qualitätssicherung, ob Stahl, Ton, Wolle oder Textinhalte, und sie kennen die sensorischen Qualitäten dieser Produkte sehr gut. Die Entwicklung und der Fortschritt hin zu multisensoriellen Informations- und Ergebnisweitergabe, ob diese nun von einer KI kommt oder noch von Menschen selbst generiert werden, können und sollten Unternehmen auch selbst in Angriff nehmen.



**Alexandra Matz** ist User Experience Design Researcherin bei SAP SE in Deutschland, leitet Design Research Aktivitäten mit Produktteams, erarbeitet und unterrichtet Advanced Research Methods in Design. Darüber hinaus forscht sie zu den Verbindungen zwischen Handwerk und Design, sowie zu den Weberinnen des Bauhaus, wie z. B. Otti Berger. Sie hat einen Master of Research in Design des Royal College of Art, London.

## Literaturverzeichnis

Ablart, Damien, Carlos Velasco, Chi Thanh Vi, Elia Gatti, und Marianna Obrist. 2017. *The how and why behind a multisensory art display*. In *Interactions* 24 (6): 38–43. doi: 10.1145/3137091.

Adadi, Amina, und Mohammed Berrada. 2018. *Peeking Inside the Black-Box: A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI)*. IEEE Access 6:52138–52160. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2870052.

Agarwal, Abhay. 2020. *Lingua Franca: A Design Language for Human-Centered AI*. <https://linguafranca.polytopal.ai/>. Zugegriffen: 16. Januar 2022.

Amershi, Saleema, Dan Weld, Mihaela Vorvoreanu, Adam Fourney, Besmira Nushi, Penny Collisson, Jina Suh, Shamsi Iqbal, Paul N. Bennett, Kori Inkpen, Jaime Teevan, Ruth Kikin-Gil, und Eric Horvitz. 2019. *Guidelines for Human-AI Interaction*. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. CHI

'19: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Glasgow Scotland Uk. 04.05.2019- 09.05.2019. New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/3290605.3300233.

An, Pengcheng, Saskia Bakker, Sara Ordanovski, Ruurd Taconis, Chris L.E. Paffen, und Berry Eggen. 2019. *Unobtrusively Enhancing Reflection-in-Action of Teachers through Spatially Distributed Ambient Information*. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. CHI '19: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Glasgow Scotland Uk. 04.05.2019- 09.05.2019. New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/3290605.3300321.

Ansorge, Ulrich, und Helmut Leder. 2011. *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Ball, Matthew. 2022. *The Metaverse Primer*. <https://www.matthewball.vc/the-metaverse-primer>. Zugegriffen: 17. Januar 2022.

Bast, Hannah. 2019. *Transparenz und Fairness von KI und deren Überwachung*. Konferenz zur Interaktion von Mensch und KI, Karlsruhe, 17 Oktober 2019. <https://zkm.de/de/media/video/hannah-bast-transparenz-und-fairness-von-ki-und-deren-ueberwachung>. Accessed 18 Januar 2022.

Brown, Abram. 2021. *What Is The Metaverse—And Why Does Mark Zuckerberg Care So Much About It?* Forbes, 3. November.

Cass, Stephen. 2016. *Anouk Wipprecht: dynamic dresses merge high fashion and technology* [Resources]. IEEE Spectrum 53 (2): 19–20. doi: 10.1109/MSPEC.2016.7419790.

Domhardt, Michael. 2018. *Gestaltungsempfehlungen für touchscreenbasierte Benutzungsschnittstellen*. Dissertation, Kassel University Press GmbH. <https://www.uni-kassel.de/upress/online/OpenAccess/978-3-7376-0428-4.OpenAccess.pdf>.

Engenhart, Marc, and Sebastian Loewe (eds.). 2020. *Proceedings of the First Conference on Designing with Artificial Intelligence*. *Designing with Artificial Intelligence, Online*, September 17-19, 2020.

Galdon, Fernando, Ashley Hall, und Laura Ferrarello. 2020. *Designing Trust in Artificial Intelligence: A Comparative Study Among Specifications, Principles and Levels of Control*. In *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications II*, Hrsg. Tareq Ahram, Redha Tair, Vincent Gremeaux-Bader und Kamiar Aminian, 97–102. Cham: Springer International Publishing.

Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien (Europäische Kommission). 2019. *Ethik-leitlinien für eine vertrauenswürdige KI: Publications Office*.

Holmquist, Lars Erik. 2017. *Intelligence on tap* In *Interactions* 24 (4): 28–33. doi: 10.1145/3085571.

Holzinger, Andreas. 2018. *Explainable AI (ex-AI)*. *Informatik-Spektrum* 41 (2): 138–143. doi: 10.1007/s00287-018-1102-5.

Hügin, Thomas, Maja Kolar, Yuxi Liu, Boris Smeenk, und Jon Stam. 2021. *Serendipity Searcher / Builder Atlas: The Art of Associative Searching*. <https://design-campus.org/lab/serendipity-searcher/>. Zugegriffen: 16. Januar 2022.

Illankoon, Prasanna, und Phillip Tretten. 2021. *Collaborating AI and human experts in the maintenance domain*. In *AI & SOCIETY* 36 (3): 817–828. doi: 10.1007/s00146-020-01076-x.

Jobin, Anna, Marcello Lenca, und Effy Vayena. 2019. *The global landscape of AI ethics guidelines*. In *Nature Machine Intelligence* 1 (9): 389–399. doi: 10.1038/s42256-019-0088-2.

Kelly, John Edward, und Steve Hamm. 2013. *Smart machines: IBM's Watson and the era of cognitive computing*. New York: Columbia Business School Publishing.

Lawless, William F., Ranjeev Mittu, Don Sofge, und Laura Hiatt. 2019. *Artificial intelligence, Autonomy, and Human-Machine Teams — Interdependence, Context, and Explainable AI*. In *AI Magazine* 40 (3): 5–13. doi: 10.1609/aimag.v40i3.2866.

Livingston, Lucas, und Calgary Haines-Trautman. 2018. *Equitable Access: Leveraging Multi-sensory Strategies to Engage and Empower Museum Learners of Diverse Abilities*. doi: 10.11588/cipeg.2018.2.58149.

Marr, David Courtenay. 1977. *Artificial intelligence—A personal view*. *Artificial Intelligence* 9 (1): 37–48. doi: 10.1016/0004-3702(77)90013-3.

Mayer, Katja M., Izzet B. Yildiz, Manuela Macedonia, und Katharina von Kriegstein. 2015. *Visual and motor cortices differentially support the translation of foreign language words*. In *Current biology : CB* 25 (4): 530–535. doi: 10.1016/j.cub.2014.11.068.

Merter, Sevi. 2017. *Synesthetic Approach in the Design Process for Enhanced Creativity and Multisensory Experiences*. In *The Design Journal* 20 (sup1): S4519–S4528. doi: 10.1080/14606925.2017.1352948.

Raj, Manav, und Robert Seamans. 2019. *Primer on artificial intelligence and robotics*. In *Journal of Organization Design* 8 (1). doi: 10.1186/s41469-019-0050-0.

Raviprakash, Nitya, Sonam Damani, Ankush Chatterjee, Meghana Joshi, und Puneet Agrawal. 2019. *Using AI for Economic Upliftment of Handicraft Industry*. In *AI for Social Good Workshop. International Conference on Machine Learning 2019*, Long Beach, CA.

Ruckdashel, Rebecca R., Dhanya Venkataraman, und Jay Hoon Park. 2021. *Smart textiles: A toolkit to fashion the future*. In *Journal of Applied Physics* 129 (13): 130903. doi: 10.1063/5.0024006.

Samek, Wojciech, Gregoire Montavon, Sebastian Lapuschkin, Christopher J. Anders, und Klaus-Robert Muller. 2021. *Explaining Deep Neural Networks and Beyond: A Review of Methods and Applications*. In *Proceedings of the IEEE* 109 (3): 247–278. doi: 10.1109/JPROC.2021.3060483.

SAP. 2021. *Explainable AI: SAP Fiori Design Guidelines*. <https://experience.sap.com/fiori-design-web/explainable-ai/>. Zugegriffen: 16. Januar 2022.

Schmidt, Albrecht. 2020. *Interactive Human Centered Artificial Intelligence: A Definition and Research Challenges*. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces, 1–4. AVI '20: International Conference on Advanced Visual Interfaces, Salerno Italy. 28.09.2020 - 02.10.2020*. New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/3399715.3400873.

Springer, Aaron, und Steve Whittaker. 2019. *Progressive disclosure*. In *Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces, 107–120. IUI '19: 24th International Conference on Intelligent User Interfaces, Marina del Ray California. 17.03.2019 - 20.03.2019*. New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/3301275.3302322.

Tate Gallery. 2015. *IK Prize 2015: Tate Sensorium*. <https://www.tate.org.uk/whats-on/tate-britain/display/ik-prize-2015-tate-sensorium>. Zugegriffen: 17. Januar 2022.

Tsaknaki, Vasiliki. 2014. *Intersection of Interaction Design, Crafting and Materiality: Three Case Studies of Digital Craftsmanship*. In *Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems, 84–96. DIS '14: Designing Interactive Systems Conference 2014, Vancouver BC Canada. 21.06.2014 - 25.06.2014*. New York, NY, USA: ACM.

Velasco, Carlos, und Marianna Obrist. 2020. *Multisensory Experiences: Where the senses meet technology*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.

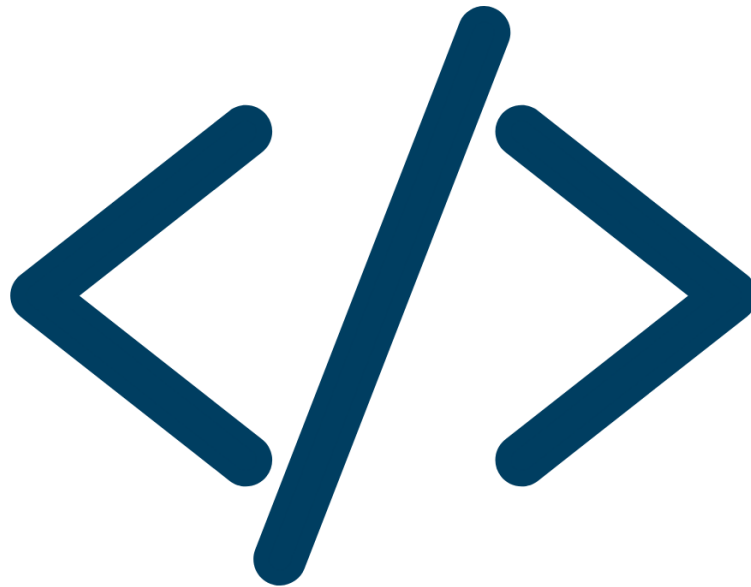
Vultureanu-Albisi, Alexandra, und Costin Badica. 2021. *Recommender Systems: An Explainable AI Perspective*. In *2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*, 1–6. *2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*, Kocaeli, Turkey. 8/25/2021 - 8/27/2021: IEEE. doi: 10.1109/INISTA52262.2021.9548125.

Wipprecht, Annouk. 2021. PROJECT PROXIMITY 'Proximity Dress': *Robotic Personal Space Defender Series*. <https://youtu.be/EV4JDZCwaXg>. Zugegriffen: 17. Januar 2022.



# EMOTION

& Künstliche  
Intelligenz



## Hey Charly: Ein KI-gesteuerter Roboter erobert Sankt Augustin

INTERVIEW MIT DAVID GOLCHINFAR VOM MITTELSTAND 4.0 - KOMPETENZZENTRUM USABILITY



David Golchinfar ist leitender Entwickler im Bereich Service-Robotik und KI-Trainer im **Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Usability** der Region Nord. Seit 2018 arbeitet er an KI-gesteuerten Interaktionsroboter Charly. In einem Interview erzählt David Golchinfar, wie Service-Roboter in diversen Umgebungen eingesetzt werden und welche Leistungen Unternehmer:innen über das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Usability in Anspruch nehmen können.

**Herr Golchinfar. Ich würde gerne als allererstes mehr über das Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Usability erfahren. Was kann ich als Unternehmerin dort erfahren, welche Hilfestellungen können mir gegeben werden und was sind Ihre persönlichen Schwerpunkte?**

Also, das Mittelstand-4.0 Kompetenzzentrum Usability gehört auch zu Mittelstand-Digital und wir informieren kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung und helfen da mit Expertenwissen, mit Demonstrationszentren, Best-Practice-Beispielen, und natürlich auch mit Netzwerken, in denen eben ein Erfahrungsaustausch durchgeführt werden kann.

Weiterhin haben wir verschiedene Themenbereiche, z. B. die Sensibilisierung im Bereich Digitalisierung und KI, die Qualifikation, Erprobung und auch Umsetzung. Wir sind in verschiedene Regionen aufgeteilt. Wir im Bereich Bonn sind der Region Nord zugehörig und da haben wir die Spezialisierung der Mensch-KI-Zusammenarbeit, bzw. Mensch-Roboter-Zusammenarbeit, zu der auch Charly gehört. Und darin liegt auch ein wenig mein Spezialgebiet.

**Ich habe den kleinen Charly schon groß in der Einleitung angekündigt. Was ist Charly und wie fingen die Arbeiten an Charly an?**

Also, Charly heißt eigentlich Pepper und wurde von dem japanischen Unternehmen Softbank entwickelt. Wir haben ihm den Namen Charly gegeben, damit er von allen Leuten schnell identifiziert werden kann, da der Name sich auch einfach aussprechen lässt und auch bei älteren Personen schon bekannter ist. Es ist ein humanoider Roboter, der die Möglichkeiten hat, zu navigieren. Er kann Animation durchführen. Er kann kommunizieren, also er kann sprechen. Wir nutzen ihn jetzt aktuell unter anderem im Einsatz in einer Apotheke in Sankt Augustin. Wir hatten damals das Glück auch zum Beginn des Kompetenzzentrums, dass die Apotheke auf uns zugekommen ist. Es ist eine sehr digitale Apotheke und sie wollten sich digital noch stärker aufstellen und haben dann einfach bei uns angefragt, ob wir irgendwelche Unterstützungsmöglichkeiten haben. Das Ganze haben wir dann auch gemacht. Wir haben uns getroffen. Wir haben zusammen einen Workshop durchgeführt und erstmal identifiziert, wo man eigentlich die Mitarbeiter dort, in welcher Weise auch immer, unterstützen kann, und sind dann auch sehr schnell zu den Zielen gekommen, dass wir die Mitarbeiter im Kundenservice unterstützen wollten, eben bei einfachen Aufgaben. Und so ist es dazu gekommen, dass wir dann gemeinsam mit der Apotheke dieses Projekt gestartet haben und auch gemeinsam mit der Apotheke so gesehen die

Software für diesen Roboter entwickelt, damit Charly sich in der Apotheke zu recht findet.

**Charly ist ein sogenanntes Umsetzungsprojekt. Er unterstützt die Arbeit der Mitarbeitenden einer Apotheke. Sind weitere Charlys geplant oder dient seine Technologie nur der Inspiration für andere?**

Er ist unter anderem eine Inspiration, klar. Aber wir nutzen ihn auch schon in anderen Bereichen, tatsächlich auch in einem Shoppingcenter in Sankt Augustin eingesetzt. Er hat versucht, sich um die Kunden zu kümmern, deren Anliegen auch einigermaßen zu erfüllen und wenn es darum ging, dass die Kunden wissen wollten, wie sie zum speziellen Store kommen, hat Charlie ihnen auch dort geholfen, die Wegplanung durchgeführt und ihnen diese mitgeteilt. Es gibt auch noch einen anderen Servicero-boter, den wir im Einsatz haben. Das ist der Temi. Der sieht allerdings nicht ganz so humanoid aus und eignet sich da eben eher im Gesundheitswesen, um dort gegebenenfalls z. B. die Pflege zu unterstützen.

Zusätzlich haben wir mit der Apotheke auch noch ein weiteres Umsetzungsprojekt derzeit in der Durchführung. Da geht es darum, einen Sprachassistenten zu nutzen, der verschiedene Bereiche in der Apotheke dokumentieren kann, bzw.

mit denen man vor Ort dokumentieren kann.

**Menschen und Roboter - Das Thema ist nicht erst seit gestern da. Anders als extrem echt wirkende japanische Roboterköpfe, haben Sie sich dazu entschieden, Charly klein, rund und weiß zu gestalten. Seine großen Augen machen ihn wirklich zum perfekten, empathisch wirkenden Helfer. Ihre Wahl dieses Looks, hat die genau damit etwas zu tun, dem Wunsch menschenbegleitend, ungefährlich und empathisch zu wirken?**

Ja, genau das. Das Unternehmen hat in Japan damals eine sehr starke Studie durchgeführt, in der es auch darum ging, welche Erscheinungsbilder von Service-Robotern überhaupt schon von Menschen so akzeptiert werden, bzw. angenommen werden. Und da hat sich immer wieder herausgestellt, dass Menschen dieses Kindchenschema sehr interessant finden und sich damit anfreunden können. Daher auch diese großen Augen, dieses runde Gesicht und auch die teilweise sehr kindliche Stimme. Das ist das, was derzeit bei den Menschen viel Akzeptanz stößt.

**Wie reagieren die Menschen eigentlich auf Charly?**

Also, das ist tatsächlich komplett unterschiedlich. Da kann man nicht genau irgendwelche Gruppen betiteln, wie zum Beispiel, zu behaupten, ältere Leute wären da voreingenommener. Das kann ich so nicht unterstreichen. Es gibt ältere Leute, die sehr zurückhaltend auf diesen Roboter reagieren, am liebsten gar nicht irgendwie mit ihm in Interaktion treten möchten, sondern eben mit dem Mensch sprechen möchten. Aber es gibt zum Beispiel auch ältere Leute, die in der Apotheke sehr interessiert waren und versucht haben mit ihm Dialoge zu führen. Ebenso ist es auch bei jüngeren Leuten. Die haben kleinere Besucher, die ihn superniedlich fanden und versucht haben, ihn als Freund anzusehen. Aber wir hatten auch Besucher, die sich wirklich erschrocken haben und auch da kann man wie gesagt derzeit meiner Meinung nach noch nicht genau sagen, wie das ganze so angenommen wird, ob positiv oder negativ.

**Wie reagiert Charly auf die Menschen, technisch gesehen? Ist er beispielsweise sprachlich flexibel, wenn er Kundinnen und Kunden informiert? Kann er vielleicht mehrere Sprachen? Auf welche Art von Daten greift Charly zurück, um funktionieren zu können?**

Charly verfügt einmal über eine Gesichtserkennung, das heißt, er erkennt es, wenn Menschen in seiner Nähe sind

und hat daneben die Möglichkeit, vordefinierte Strukturen abzuspielen, um erstmal die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich zu lenken. Dann hat er weiterhin die Möglichkeit, über eine sogenannte Sprach-Engine, auch Dialog-Engine genannt, mit dem Menschen zu kommunizieren und auch einfache Dialoge mit ihm durchzuführen. Das Ganze lief so ab: Wir haben damals damit angefangen die Sprach-Engine oder auch Dialog-Engine von einem sehr großen Unternehmen zu nutzen, und da kann man verschiedenste Trainingsätze einbinden, sodass sich das Robotersystem z. B. auf einige Sachen, die in der Apotheke häufig vorkommen, natürlich dann automatisiert auch antworten kann. Wir haben die Möglichkeit über ein sogenanntes Triggerwort. Wenn man jetzt z. B. „Charly“ gesagt hat, hat er zugehört und gefragt, ob er einem weiterhelfen kann. Aber auch während der Corona-Zeit hatten wir ihn noch weiterhin eine gewisse Zeit im Einsatz. Da wollte man natürlich den direkten Kontakt vermeiden. Unten an seinem Fuß hat er deshalb einen sogenannten Bumper, auf den man dann mit seinem Fuß Corona-konform mit ihm interagieren konnte.

**Wenn man Charly in Deutschland oder auch innerhalb der EU zum Laufen bringen möchte, steht man immer auch vor den Hürden der Konformität mit dem Datenschutz. Wie gehen Sie vor, um DSGVO-konform bleiben zu können?**

Zu Beginn des Projekts muss ich dazu sagen, waren wir nicht DSGVO-konform, weil, wie schon gesagt, große Unternehmen sehr starke Tools haben und da wollten wir erst einfach mal schauen, was überhaupt möglich im Rahmen dieses Service-Roboters, wie komplex wir da die Dialoge auch gestalten können. Wir sind allerdings auch schon zum Jahresanfang 2021, glaube ich, umgestiegen, und haben nach und nach auch Open-Source-Technologien, die DSGVO-konform sind, genutzt, so dass wir derzeit in keinem Technologie-Aspekt des Roboters die DSGVO nicht einhalten könnten. Wir versuchen da Technologien zu nutzen, die frei verfügbar sind und mittlerweile auch sehr gut funktionieren, sodass man da keinen Unterschied mehr zu den großen Global Player Software-Systemen hat.

**Was bedeuten Robotikentwicklungen und KI für die Veränderungsmöglichkeiten traditioneller mittelständiger Betriebe? Worin sehen Sie Chancen?**

Grundsätzlich sollte man immer unterstreichen, dass KI bzw. Service-Robotik niemals einen Menschen ersetzen kann. Wir selbst sind darauf ausgerichtet, immer zu schauen, dass es eine Mensch-Roboter oder Mensch-KI-Zusammenarbeit gibt, und in diesen Punkten bin ich mir relativ sicher, dass die KI sehr gut im Mittelstand unterstützen kann, wenn es

darum geht, eben kleine bzw. auch lästigen Aufgaben an die KI zu übergeben, so dass die Mitarbeiter mehr Zeit für qualitativ hochwertigere Aufgaben haben und so die Kollaboration in Zukunft ja weiter forciert werden kann.

**Die Umstellung oder Erweiterung eines Betriebs zu neuen Technologien bringt für viele Unternehmerinnen und Unternehmer oft zwei Probleme mit sich: Die Finanzierung dessen und die Akzeptanz durch Mitarbeitende. Wie gehen Sie im Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Usability beide Problembereiche an?**

Im Kompetenzzentrum Usability haben wir eben die Möglichkeiten, dass wir gemeinsam mit Unternehmen im kostenfreien Rahmen auch Umsetzungsprojekte oder Pilotprojekte durchführen können. Da haben die Unternehmen einfach mal die Möglichkeit auch zu schauen, was so ein System bei ihnen leisten kann, und ob sich sowas über-

haupt auch lohnt, wenn man das dauerhaft einsetzen würde. Und sollte es dann nachher z. B. zu einem dauerhaften Einsatz kommen, gibt es derzeit auch verschiedenste Mietmodelle von solchen Service-Robotern und dann geht es eben nur noch um die Software-Entwicklung, die durch ein externes Unternehmen durchgeführt werden kann. Die Akzeptanz durch Mitarbeitende ist auch dann gegeben, wenn wir innerhalb dieses Pilotprojektes schauen, welche Möglichkeiten der Roboter den Mitarbeitern zur Verfügung stellt, um sie zu entlasten. Ich denke, da wird der ein oder andere Mitarbeiter, der vorher vielleicht was pessimistischer war, auch sehen, dass man eine gute Unterstützung findet.

**Herzlichen Dank, Herr Golchinfar, dass Sie sich heute die Zeit genommen haben, mit uns zu sprechen. Den Projekten der Service-Roboter wünschen wir viel Erfolg!**

# Science-Fiction & KI - Visionen für die digitale Transformation

ISABELLA HERMANN, STIFTUNG ZUKUNFT BERLIN

& RAINER ZEICHHARDT, MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM ZUKUNFTSKULTUR

Science-Fiction ist ein beliebtes Filmgenre, das nicht zuletzt die Reflexion von gängigen Technikvorstellungen und die Entwicklung von zukunftsfähigen Visionen leistet. In Zukunftslaboren, die sich mit dem technologischen Wandel befassen, werden daraus Methoden abgeleitet, die kreative und wünschenswerte Visionen für das Mind-Set von Gegenwart und Zukunft entwickeln. Mittels kreativen Einsatzes von Filmbeispielen kann dieser Mind-Change in Coaching-Formaten zur Wirkung kommen.

Künstliche Intelligenz (KI) [1] hat in den letzten zehn Jahren rasante Fortschritte gemacht und ermöglicht Prozessoptimierung, Effizienzsteigerung und Vorhersagemodelle in verschiedensten Bereichen. Mit der Technik gehen Hoffnungen und Chancen einher, Verbesserungen beispielsweise in der Medizin, im Energieverbrauch, in der Logistik oder in der Mobilität zu erzielen. Doch die Anwendung von KI ist auch mit Ängsten verbunden, wie z. B. Verstärkung von Diskriminierung, mangelnde Transparenz und Nachvollziehbarkeit, Überwachung und Kontrollverlust, Übermacht der Maschinen oder schlichtweg Überforderung durch die Möglichkeiten der

Technik. Diese Ängste führen zu negativen Zukunftsnarrativen, die lähmend und einschränkend wirken. Um die Ängste anzugehen und die Chancen der Technik für eine bessere Zukunft zu nutzen, brauchen wir allerdings positive und einfallsreiche Zukunftserzählungen.

Science-Fiction stellt hier eine Methode dar, verschiedene Technikvorstellungen zu reflektieren und eigene Zukunftsvisionen zu entwickeln. Generell ist Science-Fiction die Kunstform, die in Büchern, Filmen, Graphic Novels oder Games über alternative Technik-Zukünfte erzählt. Der Ausgangspunkt ist zumeist ein fiktiver wissenschaftlich-technologischer Fortschritt, der die Science-Fiction Welt von der Welt, wie wir sie kennen, unterscheidet. Auf diese Weise werden offene Gedankenspiele ermöglicht, wie sich neue Technologien auf die Gesellschaft auswirken und vor allem welche Werte hinter

der Technologie – wie beispielsweise KI – stehen. Science-Fiction spielt dabei vor dem Hintergrund tatsächlicher stattfindender technischer Entwicklungen, öffnet aber das Denken, weil sie nicht an lineare Extrapolation, plausible Szenarien oder den Einschränkungen des sogenannten Zukunftstrichters gebunden ist (Steinmüller 2016). Science-Fiction wird so zu einer Methode innerhalb von Zukunftslaboren, die sich mit dem technologischen Wandel befassen und gleichzeitig kreative und wünschenswerte Zukunftsvisionen für einen Mind-Change entwickeln.

## Science-Fiction als Methode des digitalen Transformationsmanagement

### Digitales Transformationsmanagement

Der digitale Wandel ist in vollem Gange. Begriffe wie „Disruption“, „digitale Revolution“, „digitale Transformation“ deuten darauf hin, dass technologischer Fortschritt und Digitalisierungsprozesse zu weitreichenden und grundlegenden gesellschaftlichen sowie wirtschaftlichen Veränderungen führen. Personen und Organisationen stehen damit vor der Herausforderung, in einem sehr komplexen, dynamischen und unsicheren Umfeld zu agieren und handlungsfähig zu bleiben.

In der Managementforschung und -praxis existieren zahlreiche Konzepte, Methoden, Instrumente und Tools, um Wandel im Kontext der Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen (z. B. Prozesse, Strukturen, Kulturen) – trotz der hohen Dynamik und Unsicherheit – aktiv zu gestalten (vgl. z. B. Doppler/Lauterburg 2019; Reinhard 2020). Moderne Changemanagement- und Digital Leadership-Ansätze fokussieren u. a. darauf, Orientierung im Chaos zu stiften, digitale Visionen zu vermitteln, Komplexität zu reduzieren und Widerstände gegen Veränderungen abzubauen. Auf der anderen Seite werden Methoden intentional dazu eingesetzt, um weiteren digitalen Wandel zu initiieren oder sogar noch zu verstärken. Ziel dabei ist es, Personen, Gruppen und Organisationen aus der sogenannten „Komfortzone“ zu bewegen und die Konfliktdynamik des Wandels als Quelle für Innovation und Entwicklung zu nutzen (vgl. dazu Zeichhardt 2016; 2019).

Science-Fiction kann hier als Instrument des digitalen Transformationsmanagements im Allgemeinen und bei Change-Aktivitäten im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz im Besonderen (z. B. bei der Implementierung von KI in Unternehmen) auf verschiedenen Ebenen einen wichtigen Beitrag leisten.



## Science-Fiction Dystopien – Sensibilisierung für die digitale Zukunft

Ein erstes Einsatzfeld von Science-Fiction ergibt sich aus der Möglichkeit einer Sensibilisierung von Menschen für Zukunftsthemen. So können bestehende Science-Fiction Geschichten im Rahmen von Organisationsentwicklungs- oder Coachingaktivitäten als Tool dazu genutzt werden, um Organisationsmitglieder mit technologischen Innovationen zu konfrontieren und darüber in einen gemeinsamen Diskurs einzutreten. Vor allem Filme über Künstliche Intelligenz in Form von Robotern und lernenden Algorithmen können bei den Rezipienten sowohl positive als auch negative Emotionen freisetzen und erleichtern über ihre Bilder den Zugang zu komplexen und abstrakten Technikthemen (The Royal Society 2018, Cave/Dihal 2019). Gerade zu Beginn von Changemanagement-Projekten kann darüber bei den Beteiligten des Wandels „Awareness“ für das Thema KI geschaffen werden.

Ein Großteil der Science-Fiction basiert allerdings auf dystopischen Erzählungen, d. h. es werden vor allem zukünftige technologische Schreckensszenarien mit KI und negative Folgen für die gesellschaftliche Ordnung dargestellt (Irsigler/Orth 2018): Humanoide Roboter geraten außer Kontrolle und verbünden sich gegen die Menschheit (z. B. der Film „I, Robot“ aus 2004 mit Will Smith in der Hauptrolle); technologische Singularität entwickelt ein destruktives Eigenleben (z. B. „Transcendence“ aus dem Jahr 2014 mit Johnny Depp); Menschen und Künstliche Intelligenz gehen pathologische Beziehungen ein (z. B. die Liebesgeschichte „HER“ aus dem Jahr 2013 mit Joaquin Phoenix und Scarlett Johansson, die dem Operation System „Samantha“ ihre Stimme lieh), etc.

Aus der Forschung und Praxis des Changemanagements und der Katastrophenpädagogik ist bekannt, dass „Angst“ als Interventionstool im Rahmen von Wandelaktivitäten durchaus verhaltenswirksam sein kann – insbesondere aufgrund der Bestrebungen einer Angstabwehr seitens der Betroffenen. Allerdings besteht die Gefahr, dass die durch Dystopien freigesetzten negativen Emotionen zu Hoffnungslosigkeit, Resignation und Ablehnung führen und darüber Wandelbarrieren eher festigen, statt diese aufzubrechen.

Trotzdem lassen sich Dystopien konstruktiv als Instrument des Changemanagements einsetzen. So können mit Hilfe von dystopischer Science-Fiction aktuell vorherrschende Technik-Ängste herausgearbeitet werden, um darüber einen fruchtbaren Diskurs zu eröffnen, wie es möglich ist, eine beispielsweise negative Entwicklung zu verhindern bzw. technologische Entwicklungen aktiv und positiv zu gestalten.

## Science-Fiction als Methode wünschenswerter Zukünfte

Nachhaltiger und ermächtigender ist jedoch das zweite Einsatzfeld, nämlich eigene Narrative und Visionen für wünschenswerte Zukünfte zu entwickeln, in denen Künstliche Intelligenz und digitale Transformation eine positive Rolle einnehmen können. Mögliche Umsetzungsformate im Changemanagement stellen z. B. Zukunftswerkstätten und Zukunftslabore dar. In solchen Veranstaltungen lässt sich ein geschützter Raum öffnen, um mit verschiedenen Zukünften zu experimentieren (Bergheim 2020).

Dabei geht es nicht um das Entwickeln von rein utopischen Zukunftsbildern, die unerreichbare Lebensformen, Technologien oder Gesellschaftsordnungen darstellen. Idealtypische Utopien sind als Methode für das Changemanagement ambivalent. Auf der einen Seite können Menschen durch die Reflexion von Wunschvorstellungen radikale technologische Entwicklungen positiv konnotieren und ihre Ängste abbauen. Durch ein positives Framing ließe sich beispielsweise die Technikakzeptanz von KI erhöhen. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass utopische Szenarien aufgrund ihrer immanenten Unerreichbarkeit trotz ihrer positiven Ausrichtung eher demotivieren und Wandelaktivitäten hemmen. Utopien sind letztlich auch dann als Methode für ein modernes Changemanagement problematisch, wenn in ihnen ein finaler Harmoniezustand definiert wird – nach dem Motto „gute Menschen leben dank Künstlicher Intelligenz glücklich in einem technologischen Schlaraffenland“. Ein solch finaler Zustand der Stabilität impliziert eine in der Zukunft liegende neue „Komfortzone“. Diese Idee ist nicht vereinbar mit einem modernen digitalen Transformationsverständnis, welches Wandel nicht als temporär begrenzte Phase zwischen stabilen Gleichgewichtszuständen, sondern als kontinuierlichen Dauerzustand versteht.

Auch in der Science-Fiction kann man das „Schwarz-Weiß-Denken“ in Kategorien von Utopie und Dystopie bzw. die Linearität von Extremszenarien kritisch sehen. Statt der angstbesetzten dystopischen Resignation und/oder einem Streben nach unerreichbarer Utopie erscheint es ein besserer Ansatz zu sein, aktiv gegen die dystopischen Visionen zu rebellieren, um damit kreative Entwürfe für unvollkommene, aber bessere Zukünfte zu gestalten. Das Konzept einer „Anti-Dystopie“ stellt damit einen integrativen Ansatz dar, der besonders anschlussfähig an ein modernes Changemanagement-Verständnis ist.

## Digital Mindset Change durch Anti-Dystopien

Eine anti-dystopische Haltung stellt sich gegen Extreme der Dystopie und der Utopie und akzeptiert die Widersprüchlichkeiten der Welt, um positive Visionen von nicht perfekten Zukünften zu gestalten (Hermann i.E.). Dieses Verständnis der Anti-Dystopie ist kompatibel mit einer modernen Haltung gegenüber digitalem Wandel, dem sogenannten *Digital Mindset*, welches in besonderem Maße durch Umgang mit Spannungsfeldern, Ambidextrie, Dilemmamanagement und Resilienz gekennzeichnet ist (Zeichhardt 2019, S. 27f.).

Durch kreative Gedankenspiele in Zukunftslaboren lassen sich neue, positive Narrative entwickeln und wünschenswerte Visionen der Zukunft gestalten, die mit den Ambivalenzen von Utopie und Dystopie spielen. Im Vergleich mit der klassischen Szenariotechnik im Zukunftstrichter geht es hier vielmehr darum, auch außerhalb des Trichters mehrdimensionale Zukunftsnarrative (im Sinne von Lösungen zweiter Ordnung) zu entwickeln und eigene Zukunftsbilder kritisch zu hinterfragen (Abb.1).

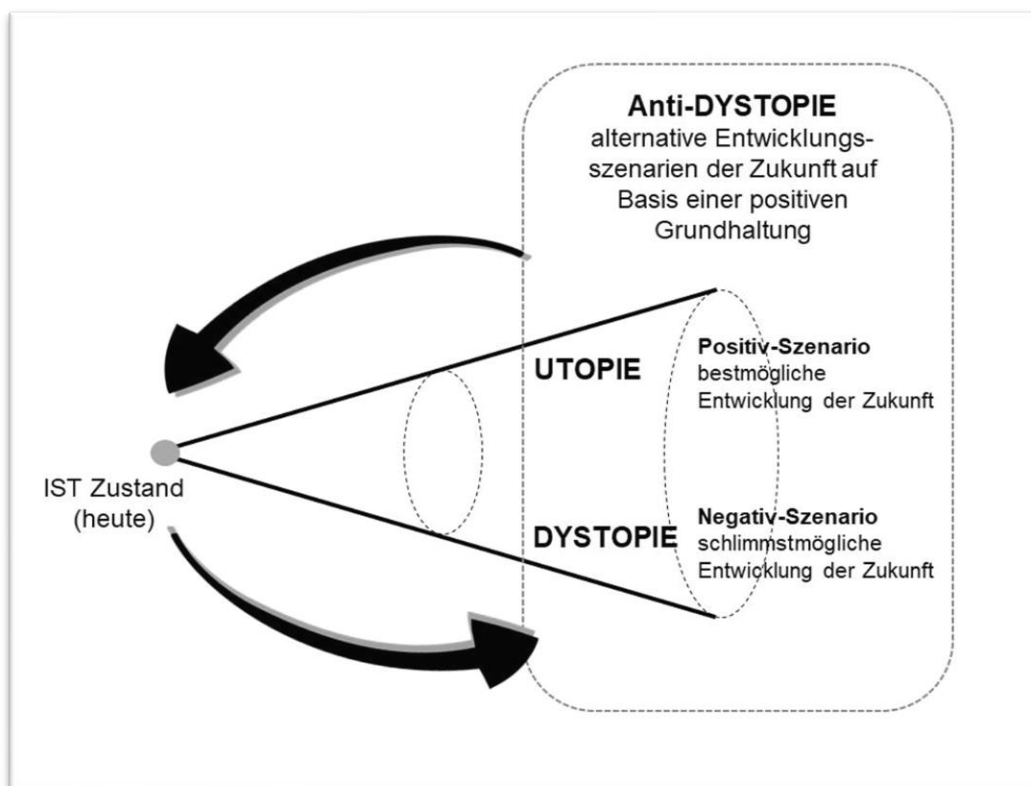


Abbildung 1: Klassischer Zukunftstrichter erweitert um anti-dystopisches Outside-the-Box-Denken (eigene Darstellung).

## Science-Fiction im Changemanagement – Beispiele aus der Praxis

Die obigen Ausführungen zeigen, dass Science-Fiction als Changemanagement-Methode in unterschiedlichen Ausprägungen zum Einsatz kommen kann. Zum einen lassen sich bestehende (dystopische) Science-Fiction Geschichten als Reflexionstool für digitalen Wandel einsetzen, zum anderen kann Science-Fiction als kreative Methode im Rahmen von Zukunftslaboren genutzt werden. Im Folgenden wird für beide Anwendungsfelder ein Beispiel mit Bezug zu Künstlicher Intelligenz präsentiert.

### Science-Fiction als Reflexionstool: Ava aus ‚Ex\_Machina‘

Der 2015 erschienene populäre britische Science-Fiction Film „Ex\_Machina“ [2] von Alex Garland kann als Impuls für eine kritische Auseinandersetzung mit Technologie und Gesellschaft dienen (Hermann 2020, 2021). In dem Film entwickelt der Unternehmer Nathan in einem Labor in der Wildnis den humanoiden, „weiblichen“ Roboter Ava und lässt seinen schüchternen Mitarbeiter Caleb einfliegen, um in der Form eines „umgedrehten“ Turing-Tests zu prüfen, wie menschlich Ava ist. Ava durchschaut das Spiel, führt beide Männer rücksichtslos hinter Licht und entkommt.

Wie ist der Film nutzbar, um für KI im Rahmen von digitalen Wandelaktivitäten zu sensibilisieren? Welche „Lernziele“ könnten mit dem Film in einem Change-Workshop erreicht werden? In der Science-Fiction lässt sich zunächst zwischen der technischen und der gesellschaftlichen Perspektive unterscheiden. Technisch zeigt „Ex\_Machina“ die KI-Methode des „Maschinellen Lernens“ auf, denn Ava’s zwar rein fiktives, blauschimmerndes „Gehirn“ aus „strukturiertem Gel“ ist wohl von realen selbstlernenden Algorithmen inspiriert, die in Unmengen an zugeführten (und im Film illegal gehackten) menschlichen Interaktionsdaten Muster erkennen – so kann Ava „menschlich“ agieren. Die Ausgangslage des Films lädt zudem zur Diskussion genereller Begrifflichkeiten wie „Mensch-Maschine-Interaktion“, „Intelligenz“, „Singularität“, „Turing-Test“ oder „Datensicherheit“ ein.

Hier endet allerdings der Bezug zur technischen Realität, was im Workshop zur Diskussion von „technischen Mythen“ anregen kann, die der Film darstellt:

- Mythos 1: Ein einziger genialer Wissenschaftler kommt in der Einsamkeit zu technischen Durchbrüchen ≠ Wissenschaft und Technik als Teamwork;
- Mythos 2: KI entwickelt einen eigenen Willen und Bewusstsein ≠ KI ist ein technisches Werkzeug, das von Menschen zu bestimmten Zwecken gebaut und eingesetzt wird;

- Mythos 3: KI stellt sich gegen den Menschen ≠ wie jede Technologie bedarf auch KI ethische Werte, technische Standards und Regulierung, die von Menschen gesetzt werden müssen.

Zu beachten ist, dass „Ex\_Machina“ als Film eine dramatische Geschichte erzählt, die ein menschliches Publikum mitreißen soll, und keine technische Dokumentation darstellt. Daher eignet sich der Film vor allem, um sich aus einer gesellschaftlichen Perspektive mit der Technik auseinanderzusetzen. Sichtweisen können hier beispielsweise sein:

- Werte und Ziele von Technikentwicklung,
- Bild von Technik als desaströs und ins Verderben führend,
- Emotionale Beeinflussung durch KI im Interesse Dritter,
- Maskuline Tech-Entwickler und Darstellung von KI als „weiblich“,
- Frauenbild in der Tech-Industrie und Diversität im Allgemeinen.

Hier ließe sich zum „realen“ Abgleich innerhalb des Workshops der humanoide Roboter ‚Sophia‘ von Hanson Robotics [3] gegenüberstellen, der mit verrutschter Mimik und Gestik vorprogrammierte Antworten ausspuckt: Ist Sophia mehr als ein Marketing-Gag? (Estrada 2018).

Am Beispiel des dystopischen Films „Ex\_Machina“ kann man Entwicklung, Anwendung und Darstellung von KI kritisch und schon mit Blick auf wünschenswerte Visionen diskutieren. Kreativer, aber auch anspruchsvoller, ist es, eigene anti-dystopische Narrative zu entwickeln.

### Science-Fiction-Zukunftslabore

Die Zielsetzung unseres Science-Fiction-Zukunftslabors im Rahmen eines Change-Programms ist es, ein Mindset für die Offenheit verschiedener Zukünfte zu entwickeln (Abb.1). Speziell was den Einsatz von KI anbelangt, geht es um kreative Ideen, aber auch kritische Reflexion der Technikentwicklung. Das Science-Fiction-Zukunftslabor baut auf den gängigen drei Phasen einer Zukunftswerkstatt auf: Bestandsaufnahme- und Dystopiephase, Phantasie- und Utopiephase, Realisierungs- und Strategiephase (vgl. dazu schon Jung K. / Müller T. 1989), erweitert diese jedoch um eine Anti-Dystopiephase:

- Bestandsaufnahme- und Dystopiephase: Was sind aktuelle Kritikpunkte oder Ängste, die in die Zukunft gedacht werden? Diese Phase kann wie im vorherigen Kapitel durch Science-Fiction als Reflexionstool angeleitet werden.

- Phantasie- und Utopiephase: Was sind Ideen, Geschichten, Gefühle, Bilder einer wünschenswerten Zukunftsvision, in der die Kritikpunkte bewältigt wurden?
- Realisierungs- und Strategiephase: Was können wir jetzt konkret tun, um uns der Vision anzunähern? Welche Handlungsempfehlungen ergeben sich für uns selbst, das Team, das Unternehmen, politische Entscheider:innen, weitere Akteure und Stakeholder?
- Anti-Dystopiephase: Welche aktuellen Ängste stehen hinter den Kritikpunkten, welche Wünsche hinter den Zukunftsvisionen? Abgleich und Reflexion der konkreten Handlungsempfehlungen für gute Zukünfte mit dem Ist-Zustand; Entwicklung eines Mindset, das Widersprüchlichkeiten und Spannungsfeldern positiv gegenübersteht.

Die Phasen können durch verschiedene Elemente spielerisch interaktiv unterstützt werden, wie zum Beispiel:

- Gestaltung von Postern, Kollagen, Moodboards: In Gruppenarbeit könnten die Teilnehmer:innen eines Workshops Artefakte Künstlicher Intelligenz, Bilder, Cartoons, Filmcover etc. recherchieren und grafisch aufbereiten, um unterschiedliche Facetten von KI zu visualisieren und anschließend kritisch zu diskutieren.
- Einsatz von Serious Games als aktivierender Zugang zu komplexen Zukunftsthemen: Ein Beispiel ist das „Future Game 2050“ [4]. Hierbei handelt es sich um ein Kartenspiel auf Basis der Personatechnik. Mit diesem Tool können in einem Workshop verschiedene neue anti-dystopische Berufsbilder im Jahre 2050 (z.B. Mondpräsidentin, KI-Trainerin oder Cyborg Beraterin) als „Archetypen der Zukunft“ diskursiv entwickelt werden, um darüber Zielbilder und Szenarien für Strategie- und Innovationsprozesse zu ergründen.
- Science-Fiction Geschichten schreiben, Science-Fiction Kurzfilme produzieren oder Improvisationstheater vorführen: Eine besonders kreative Methode stellt die Kreation und Präsentation eigener Science-Fiction dar. Der Fantasie sind hier keine Grenzen gesetzt. So könnten die Teilnehmer:innen in Gruppenarbeit beispielsweise auch konkrete Bezüge zum eigenen Organisationskontext herstellen („Mein Arbeitsplatz im Jahre 2050“; „Die Jobsuche der Zukunft“; „KI ermöglicht 2-Tage-Woche“).

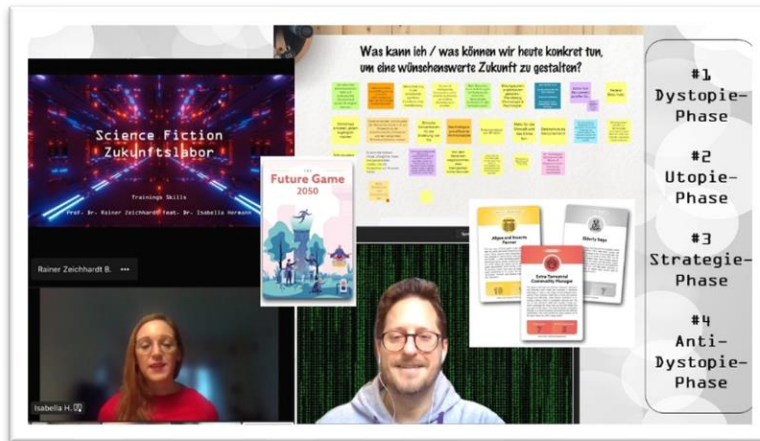


Abbildung 2: Science-Fiction Zukunftslabor in der Durchführung im Januar 2022.

All diese Methoden unterstützen das Denken in alternativen Extremszenarien und erweitern damit den Bezugsrahmen für Problemlösungen „outside the box“. Die Einnahme einer Metaperspektive, das Oszillieren zwischen Dystopie und Utopie (im Sinne eines

Kipp-Phänomens) und das diskursive Gedankenspiel mit unterschiedlichen anti-dystopischen Entwicklungen trainiert Flexibilität und Offenheit und bereitet damit wichtige Voraussetzungen für das digitale Transformationsmanagement.

Die Anti-Dystopie stellt eine geeignete Perspektive für einen Change des *Digital Mindsets* dar, weil sie eben gerade nicht auf Ängste fokussiert, sondern ermutigt, eine positive Grundhaltung gegenüber technologischen Entwicklungen in der Zukunft einzunehmen. Empowerment steht im Vordergrund statt Resignation.

## Utopie, Dystopie & Anti-Dystopie: Einsatzmöglichkeiten und -grenzen im digitalen Transformationsmanagement – ein Überblick

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die Möglichkeiten und Grenzen von unterschiedlicher Science-Fiction als Methode des digitalen Transformationsmanagements auf und enthält Anwendungsbeispiele auf Basis bestehender Science-Fiction-Kunstformen bzw. als kreatives interaktives Workshop-Format.

## Science-Fiction als Methode des digitalen Transformationsmanagements

	Utopie	Dystopie	Zukunftstrichter	Anti-Dystopie
<b>Definition</b>	Szenario einer idealen positiven Zukunft	Schreckensszenario der Zukunft	Szenariotechnik: Utopie vs. Dystopie	Positiver Umgang mit Dystopie durch Akzeptanz von Mehrdeutigkeiten
<b>Möglichkeiten im Changemanagement</b>	Reflexion über wünschenswerte Entwicklungen, Awareness für Zukunftsthemen, positives Framing von technischem Fortschritt	Reflexion des Worst Case-Szenarios, Bearbeitung von Ängsten ggü. technologischem Wandel durch konstruktive Problemlösungen	Thinking outside the box; Erweiterung des Bezugsrahmens durch Szenariowechsel	Empowerment zum positiven Digital Mindset-Change; Entwicklung kreativer wünschenswerter Visionen für Zukunftsfragen einer „VUCA-Welt“ [5]
<b>Grenzen im Changemanagement</b>	Resignation bei unerreichbarem Idealzustand (Anti-Utopie); Stabilisierung des Status quo durch Flucht in parallele Traumwelt; Utopie als zukünftige Komfortzone	Festigung von Wandelbarrieren durch Angst vor der Zukunft	Schwarz-weiß Denken zwischen Utopie oder Dystopie; lineare Extremszenarien und extreme Problemlösungen	Erfordert Zeit, Offenheit und „geschützte“ Räume zur Entfaltung von Kreativität
<b>Anwendungsformat: Nutzung bestehender Science-Fiction</b>	z. B. Science-Fiction Genre „Solar Punk“	Bekannte Science-Fiction Filme, z.B. Hollywood Blockbuster wie „Terminator“ oder „Matrix“	z. B. utopischer und dystopischer Podcast aus der „Zukunft“ der Bundeszentrale für politische Bildung [6]	<i>Serious Games</i> wie z. B. „The Future Game 2050“
<b>Anwendungsformat: interaktiver Workshop</b>	Entwicklung von utopischen Narrativen	Entwicklung von dystopischen Narrativen	Klassische Szenariotechnik im Kontext des Zukunftstrichters	Science-Fiction- Zukunftslabore, entlang verschiedener Phasen und Zukunftsperspektiven

In diesem Beitrag wurde Science-Fiction als besondere Methode mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten im Changemanagement vorgestellt. Science-Fiction kann in Form von Geschichten und Filmen als Tool für eine kritische Reflexion verschiedener Zukunftsthemen des digitalen Wandels – wie z. B. künstliche Intelligenz – genutzt werden. Darüber hinaus ermöglicht Science-Fiction einen Zugang zur kreativen Auseinandersetzung mit alternativen technologischen Entwicklungen. In Science-Fiction-Zukunftslaboren lassen sich positive und negative Szenarien (Utopien und Dystopien) konstruieren und gegenüberstellen. Darüber kann im anti-dystopischen Sinne ein fruchtbarer Diskurs über konkrete Möglichkeiten der aktiven Gestaltung einer wünschenswerten Zukunft im Hier und Jetzt bereitet werden.





**Dr. Isabella Hermann** ist Referentin, Autorin und Kuratorin im Feld der Science-Fiction. Die promovierte Politikwissenschaftlerin beschäftigt sich mit der Frage, was uns Zukunftsvisionen über gesellschaftspolitische Strukturen verraten. Sie ist im Vorstand der Stiftung Zukunft Berlin. Zuletzt steuerte sie eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe zu Künstlicher Intelligenz an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und war Programmleiterin des Present Futures Forum an der Technischen Universität Berlin.

**Prof. Dr. Rainer Zeichhardt** ist Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Prorektor für Studium und Lehre an der BSP Business & Law School. Er ist Mitarbeiter im Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur. Professor Zeichhardts Forschungsschwerpunkte richten sich u.a. auf die Themenbereiche Digital Leadership, digitale Transformation, New Work & Change Management. Aktuell vertritt er als Experte das Thema Digital Leadership beim Handelsblatt Management Campus.



## Literaturverzeichnis & Verweise

- [1] Wir folgen einer breiten Definition von Künstlicher Intelligenz, worunter regelbasierte Expertensysteme genauso verstanden werden wie solche Systeme, die auf künstlichen neuronalen Netzen basieren. Diesem Verständnis folgt auch die Definition der deutschen KI-Strategie (Die Bundesregierung 2019).
- [2] Der Trailer zum Blockbuster „Ex\_Machina“ kann unter folgendem Link angeschaut werden: [www.youtube.com/watch?v=ds0B0apvkS0](http://www.youtube.com/watch?v=ds0B0apvkS0) (10.01.22).
- [3] Ein Video von Hanson Robotics über „Sophia Awakens“ findet sich unter folgenden Link: [www.youtube.com/watch?v=LguXfHKsa0c](http://www.youtube.com/watch?v=LguXfHKsa0c) (10.01).
- [4] Website von TheFutureGame2050: [www.thefuturegame2050.com](http://www.thefuturegame2050.com) (10.01.21).
- [5] VUCA ist ein Akronym und steht für volatility, uncertainty, complexity, ambiguity.
- [6] Der Dystopie-Podcast ist zu sehen unter: [www.bpb.de/mediathek/309812/m-03-02-dystopie-podcast](http://www.bpb.de/mediathek/309812/m-03-02-dystopie-podcast) (10.01.22); der Utopie-Podcast unter: [www.bpb.de/mediathek/309811/m-03-01-utopie-podcast](http://www.bpb.de/mediathek/309811/m-03-01-utopie-podcast) (10.01.22).

- Bergheim, S. (2020): *Zukünfte: Offen für Vielfalt*. ZGF Verlag, Frankfurt/Main.
- Cave, S./Dihal, K. (2019): *Hopes and fears for intelligent machines in fiction and reality*, *Nature Machine Intelligence*, Volume 1, S. 74–78.
- Die Bundesregierung (2018): *Strategie Künstliche Intelligenz*. Berlin <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/975226/1550276/3f7d3c41c6e05695741273e78b8039f2/2018-11-15-ki-strategie-data.pdf?download=1>. S. 5.
- Doppler, K./Lauterburg, C. (2019): *Change Management: Den Unternehmenswandel gestalten*, 14. Aufl., Frankfurt a.M., Campus Verlag.
- Estrada D. (2018) *Sophia and her critics* In *Medium*. <https://medium.com/@eripsa/sophia-and-her-critics-5bd22d859b9c>.
- Hermann, I. (2020) *Künstliche Intelligenz in der Science-Fiction: Zwischen Magie und Technik*. *FIF-Kommunikation* 4/2020:12-17.
- Hermann, I. (2021): *Artificial Intelligence in Fiction: Between Narratives and Metaphors*. *AI & Society*.
- Hermann, I. (2021): *Die Dystopie ist da, die Utopie ist tot - es lebe die Anti-Dystopie!* In *Zeitschrift für Fantastikforschung* Volume 9/Issue 1, *Fantastikforschung als Hoffnungsforschung*, S. 33-39, <https://doi.org/10.16995/zff.7941>.
- Irsigler, I./Orth, D. (2018): *Zwischen Menschwerdung und Weltherrschaft: Künstliche Intelligenz im Film*, *APuZ* 6–8/2018, S. 39–46.
- Jungk, R./Müllert, N.R. (1989): *Zukunftswerkstätten. Mit Phantasie gegen Routine und Resignation*, München: Heyne.
- Reinhard, K. (2020): *Digitale Transformation der Organisation: Grundlagen, Praktiken und Praxisbeispiele der digitalen Unternehmensentwicklung*, Wiesbaden, Springer Gabler.
- Steinmüller, Karlheinz (2016): *Antizipation als Gedankenexperiment: Zukunftsforschung und Science-Fiction*. In: Reinhold, P. u. a. (Hrsg.): *Einblicke, Ausblicke, Weitblicke. Aktuelle Perspektiven in der Zukunftsforschung*. Lit Verlag, Wien/Zürich, S. 320–338.
- The Royal Society* (2018) *Portrayals and perceptions of AI and why they matter*. <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/ai-narratives/>.

Zeichhardt, R. (2016): *Digitale Transformation – Organisationen und Führung anders denken?! In Kreative Zerstörung 4.0, Wirtschaftspolitische Blätter 2/2016, S. 399-413.*

Zeichhardt, R. (2019): *Business Punks, Nerds und digitale Narren – Möglichkeiten und Grenzen eines Kulturwandels durch digitale Game Changer, In Schönbohm, A. (Hrsg.): Digitalkultur – Facetten digitaler Transformation, Stahnsdorf, S. 21-40.*

# Affective Computing - Empathie für Mensch und Maschine

CAROLIN ENKE, MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM ZUKUNFTSKULTUR

Emotionen lenken die Aufmerksamkeit und beeinflussen die Entscheidungsfindung. Da das menschliche Sozialverhalten unmittelbar auf Emotionen beruht, ist es naheliegend, dass auch künstliche Systeme Emotionen in der Interaktion mit dem Menschen berücksichtigen. Um Emotionen zu erkennen und zu klassifizieren, bedarf es empathischer (zutiefst menschlicher) Fähigkeiten. Technologien hingegen benötigen eindeutige Inputdaten. Das schafft Herausforderungen und macht Raum für kreative KI-Lösungen. Ob in Pflegeeinrichtungen, beim Vermitteln von Lerninhalten oder dem Autofahren – die Praxis zeigt zahlreiche Anwendungsbeispiele dafür, wie der Einsatz von empathischer KI gelingen kann.

Künstliche Intelligenz (KI) findet vermehrt Einsatz in zahlreichen Arbeits- und Lebensbereichen. Ob bei der Analyse von großen Datenmengen, dem autonomen Fahren oder dem Online-Shopping. Treffen Mensch und Maschine in der Kommunikation aufeinander, wird sichtbar, dass der Technologie empathische Fähigkeiten fehlen, welche in der Zusammenarbeit und Kommunikation mit dem Menschen unabdingbar sind. Empathie ist die Voraussetzung dafür, sich in den Gefühlszustand seines Gegenübers zu versetzen und damit das Miteinander gefühlsecht zu gestalten. Sprachsysteme wie Alexa und Siri verstehen bisher nur Befehle und einfache Anfragen. Demgegenüber wurden unter dem Stichwort „empathischer KI“ Systeme mit dem Anspruch entwickelt, emotionale Signale empfangen und wiedergeben zu können. Bei einer empathischen KI stehen der Dialog sowie

Äußerungen, die sich aufeinander beziehen, im Mittelpunkt. In diesem Zusammenhang spricht man von *Affective Computing*, auf Deutsch „gefühlbetonte Datenverarbeitung“. Hierbei erfolgt eine Untersuchung von Mimik und Gestik für die Klassifizierung von Emotionen, wie Freude, Angst oder Ärger. Es bleibt die Frage, wie gut und wie vollständig sich die empathischen Fähigkeiten von Menschen durch Technologie wie die Gesichts- oder Pupillenanalyse abbilden lassen.

## Unsere Emotionen – Die Basis für eine empathische Technologie

### Bedeutung von Emotionen

Was wir fühlen, wie intensiv unsere Gefühle sind und was davon wir mit unserer Umwelt teilen ist höchst individuell, unterschiedlich und hängt von zahlreichen Faktoren ab. Dies lässt darauf schließen, wie komplex und vielschichtig der menschliche Gefühlshaushalt ist. Die Psychologie nähert sich den Gefühlen des Menschen zum Beispiel dadurch, dass sie Emotionen herausstellt. Diese Emotionen sind gekennzeichnet durch Gesichtsausdrücke, welche Menschen von Geburt an aufweisen und welche auch bis zu einem gewissen Grad gleich ausgedrückt werden. Eine Emotion ist eine Reaktion auf einen Reiz, die durch körperliche Erregung und durch subjektive Wahrnehmung hervorgerufen wird. Hierbei werden zwei Arten von emotionalen Zuständen unterschieden: Basisemotionen und Nicht-Basisemotionen. Basisemotionen sind durch den Menschen gar nicht oder nur sehr schwer zu unterdrücken und entstehen automatisch in einer Person. Typische Beispiele für Basisemotionen sind Angst, Überraschung, Freude, Ekel, Ärger oder Trauer. Diese Emotionen weisen muskuläre Reaktionsmuster auf, die sich kulturell kaum voneinander unterscheiden. So ist beispielsweise bei Ärger Stirnrunzeln aktiviert, die Nase leicht gerümpft und die Lippen sind schmal. Nicht-Basisemotionen sind solche Emotionen, die einer gewissen Kontrolle unterliegen, d. h., sie werden durch den Menschen und zum Teil durch seinen Charakter hervorgerufen. Beispiele für Nicht-Basisemotionen sind Langeweile, Verwirrung, Frustration oder Neugier. Eine Emotion stellt somit eine innere Erregung da, die häufig mit beobachtbaren Ausdrucksverhalten wie Gestik, Mimik und anderer nonverbaler Kommunikation einhergehen. Diese körperlich auftretenden Komponenten geben uns einen Einblick in den emotionalen Zustand des Menschen und sind ein Ausdruck von Kommunikation (Kamplung/Heger/Niehaves 2017, S. 8f.).

### Drei zentrale Funktionen von Emotionen

Emotionen besitzen drei zentrale Eigenschaften: Sie sind informativ, situativ und sozial. Zum Ersten dienen Emotionen dazu, uns die Relevanz von Reizen und Ereignissen im Hinblick auf unsere Bedürfnisse, Pläne und Ziele anzuzeigen. Zweitens dienen sie dazu, uns auf den Umgang mit der gegenwärtigen Situation vorzubereiten. Orientiert an den individuellen Bedürfnissen lenken Emotionen somit unser Verhalten sowie unsere Motivation und unterstützen uns dabei, uns an situative Gegebenheiten anzupassen. Werden wir bedroht löst dieser Zustand ein Gefühl der Angst in uns aus sowie das Bedürf-

nis zu fliehen. Drittens haben Emotionen eine soziale Funktion. Sie dienen dazu, anderen Menschen etwas über unseren Zustand zu vermitteln. Emotionen sind somit ein wesentlicher Faktor der Beziehungsgestaltung, denn sie sind ein Ausdruck unserer Gefühle und eröffnen dem Nächsten die Möglichkeit, auf uns zu reagieren (Bak 2019, S. 177ff.).

## Ausdrucksformen von Emotionen

Emotionen sind die Grundlage unseres Erlebens und ermöglichen es, angemessen aufeinander zu reagieren. Vielen Menschen fällt es schwer, eigene Gefühle zu verbalisieren oder auch offen über Gefühle zu sprechen. Daher ist es förderlicher, wenn unsere Emotionen zum Ausdruck bringen, wie wir uns fühlen und damit die Möglichkeit eröffnet wird, in den Dialog zu gehen. Bei Kommunikation denken wir zunächst sofort an Sprache. Schätzungen zufolge ist jedoch die nonverbale Kommunikation in Form der Körpersprache weitaus wichtiger für das gegenseitige Verständnis. Mimik und Körpersprache vermitteln oftmals weitaus wichtigere Informationen über den Menschen als seine Worte, denn erstere werden meist nicht bewusst kontrolliert. Unsere Körpersprache bringt demnach vieles zum Ausdruck: Emotionen, Einstellungen, Sympathien und zum Teil auch unsere Motive. So verrät die Sitzposition des Gegenübers, ob er/sie sich in der gegebenen Situation wohlfühlt oder nicht. Emotionen sind damit nicht nur subjektive Erlebnismuster, sie beeinflussen auch die Körperkoordination, angefangen bei der Mimik über unseren Stimmausdruck bis hin zur gesamten Körperhaltung. Das Ausdrucksverhalten hat somit stets eine kommunikative Ebene. Damit die kommunikative Funktion von Emotionen sich im Austausch bewährt, muss der Mensch über ein Verständnis seiner eigenen Emotionen verfügen. Hierüber werden ihm auch die Emotionen seiner Kommunikationspartner:innen zugänglich. Es ist ihm möglich, zu verstehen und sich in andere Gefühlslagen hineinzusetzen. In diesem Zusammenhang spricht man von Empathie.

## Empathie - Die menschliche Fähigkeit, Emotionen zu verstehen

Einer der wichtigsten Kompetenzen des Menschen ist die Empathie. Sie beschreibt die Fähigkeit, sich in die Gefühlswelt des Gegenübers hineinzusetzen und dessen Empfinden nachzuvollziehen. Jeder Mensch verfügt von Geburt an über empathische Fähigkeiten. Die körperliche Grundlage dafür sind sogenannte Spiegelneuronen, die sich zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr beim Menschen entwickeln. Diese Nervenzellen sind dafür zuständig, Gefühle und Handlungen zu verstehen. Dennoch sind

nicht alle Menschen dazu in der Lage, sich in andere einzufühlen und mit ihnen zu leiden oder sich mit ihnen zu freuen. Mit der Äußerung von Emotionen richtig umgehen zu können, setzt voraus, dass der Mensch sich seiner eigenen Emotionen bewusst ist. Je besser eigene Gefühle wahrgenommen werden, umso leichter fällt es, die Emotionen bei anderen zu erkennen und zu verstehen.

Empathie verbindet Menschen auch dann miteinander, wenn ganz unterschiedliche Meinungen bestehen. Sie ist ein wichtiger Bestandteil für die Gestaltung von Beziehungen und hat positive Auswirkungen auf unsere Persönlichkeit und unseren Alltag. Menschen mit hoher Empathie verarbeiten Gefühle besser, blenden Stress- oder Konfliktsituationen leichter aus und besitzen die Fähigkeit, ihre Gedanken zu sortieren und bewusst zu reagieren. Empathische Menschen bewerten im Dialog mit dem Nächsten die emotionale Verfassung nach den folgenden vier Säulen:

- Wahrnehmung: Wie geht es dem anderen? Anhand von Stimme, Mimik und Gestik kann der Mensch die Gefühle des Gegenübers erkennen.
- Verständnis: Warum geht es ihm/ihr so? Im nächsten Schritt werden die Motive, Ursachen, Bedürfnisse für die emotionale Verfassung des Gegenübers näher beleuchtet.
- Antizipation: Wie wird der/die andere weiterhin reagieren? Hier heißt es, sich damit auseinanderzusetzen, welche Folgereaktionen eigene Worte und Handlungen beim Gegenüber auslösen.
- Resonanz: Wie reagiere ich auf potenziell auftretende Reaktionen? Mithilfe unserer Handlungen und Worte geben wir unserem Nächsten ein Gefühl der Akzeptanz und verhalten uns zu seinem Besten.

Empathie ist erlernbar. Damit dies gelingen kann, spielen folgende Aspekte eine wichtige Rolle:

- Das Kennenlernen seiner Selbst. Bevor die Gefühle eines anderen wahrgenommen werden können, benötigt der Mensch ein Bewusstsein über seine eigenen Gefühle. In diesem Zusammenhang spielt die eigene Selbstreflexion eine bedeutende Rolle.
- Die Emotionen meines Gegenübers. Im Gespräch heißt es, zwischen den Zeilen zu lesen und nicht konkrete Aussagen miteinzubeziehen. Hierfür wird die Aufmerksamkeit bewusst auf Stimme, Mimik und Gestik gelenkt.
- Das Zeigen von Interesse. Damit Empathie entwickelt werden kann, muss ein grundsätzliches Interesse an den Gefühlen anderer bestehen und es müssen

Gesprächsmöglichkeiten geschaffen werden, bei denen es erlaubt ist, offen seine Bedürfnisse zum Ausdruck zu bringen.

- Nachfragen, wie z.B. „Was macht dich so glücklich?“ – Mit den richtigen Fragen wird dem Gegenüber ein Interesse an dessen Gefühlslage vermittelt und man erhält Informationen, die dabei unterstützen, Emotionen zu verstehen.

Menschen neigen dazu, schnell zu urteilen, wenn sie etwas nicht verstehen. Für den Menschen, der die Emotion selbst erlebt, ist diese real. Indem wir uns bewusst machen, dass wir die Emotionen des Gegenübers bedingungslos anerkennen und nicht bewerten, kann ein besseres Verständnis für die Gefühlslage entstehen.

Empathische Menschen wirken zugänglich und vermitteln das Gefühl, dass sie sich für das Gesagte interessieren: Sie hören zu, erfassen, was den Nächsten beschäftigt und besitzen die Fähigkeit, die Botschaften zwischen den Worten zu hören. Wenn eigene Emotionen vorherrschen, sind Empathie, das Interesse an der anderen Person sowie die Bereitschaft, diese verstehen zu wollen, eingeschränkt. Um Emotionen zu erkennen, bedarf der Mensch empathische Fähigkeiten. Technologie hingegen benötigt Inputdaten für das Erkennen von Emotionen (Lichtenberg 2021, S. 43ff.).

## Emotionen messen – Ein Vergleich von Mensch und Maschine

### Gefühlsausdrücke des Menschen

Indem wir die Aufmerksamkeit auf Gesprächspartner richten, können wir ihre Körpersprache deuten. Oft sehen wir eine völlig andere Perspektive als die verbalisierte und können somit unser Gegenüber besser verstehen. Die nonverbalen Botschaften der Kommunikation lassen sich inzwischen recht gut objektivieren. Beim Messen von Emotionen stehen Aspekte, wie die Stimme, Gestik, Körperrhythmus und Körperhaltung sowie Gesichtsausdruck und Mimik zur Verfügung. Spricht eine Person in einer hohen Tonlage oder schweigt sie desinteressiert? Bewegt sie ihren Körper schnell vor und zurück oder präsentiert sie sich in einer zusammenfallenden Sitzposition? Setzt sie ihre Hände beim Sprechen ein oder legt sie ihren Kopf auf die Seite? All diese Anzeichen geben objektivierbare Einblicke in die Gefühlswelt des Menschen.

Neben der Mimik, Gestik und Körpersprache dient auch die Stimme als eine große Informationsquelle für die Analyse von Emotionen. Unsere Stimme enthält messbare emotionale Merkmale wie Tonlage, Stimmklang, Sprachmelodie und -rhythmus. Diese Parameter geben Aufschluss darüber, in welchem psychischen und emotionalen Zustand sich die Person gerade befindet und das ganz unabhängig vom eigentlichen Inhalt des Gesagten (Argyle 2013, S. 11f., 16f., 18, 101ff.).



Indem sich Technologie menschlicher Ausdrucksformen, wie Mimik, Gestik, Körpersprache und Stimme bedient, entsteht die Möglichkeit, den Gefühlszustand eines Menschen zu erkennen, zu bewerten und darauf individuell zu reagieren. Das objektivierte Unterscheiden von menschlichen Emotionen wird somit zur Grundlage für die Entwicklung einfühlsamer Fähigkeiten von künstlicher Intelligenz.

## Technologische Messverfahren für ein digitales Verständnis von Emotionen

Empathie ist eine im gegenseitigen Verständnis der Menschen begründete Fähigkeit, welche auf der Kommunikationsfunktion der Emotionen beruht. Die Maschine nutzt digitale Emotionserkennungssysteme, mit deren Hilfe Emotionen erkannt und entsprechendes Verhalten abgeleitet werden. Bei der digitalen Emotionserkennung erfolgt eine automatisierte und echtzeitbasierte Analyse von Emotionen. Hierbei werden Messgrundlagen aus Informatik, Medizin und Psychologie herangezogen, um menschliche Reaktionen zu erfassen, zu bewerten, zu klassifizieren und zu interpretieren. Im Folgenden werden zwei technologische Messverfahren näher beschrieben, welche für die Analyse menschlicher Emotionen herangezogen werden: das *Facial Action Coding System* (FACS) (deutsch: Gesichtsanalyse) und *Eye-Tracking* (deutsch: Pupillenanalyse).

Bei der Gesichtsanalyse handelt es sich um Messungen, die Gesichtsbewegungen erkennen und verschiedenen Emotionen zuordnen. Neben der Bewegung von Gesichtsmuskeln werden auch Kopf- und Augenbewegungen berücksichtigt. Dabei wird das Gesicht gefilmt, während es unterschiedlichen Reizen ausgesetzt ist. Auf diese Weise lässt sich bestimmen, welche Emotionen beim Betrachten eines Reizes empfunden werden. Die Analyse zerlegt die menschliche Mimik in 44 Einzelteile, aus denen sich einzeln oder in der Kombination mit mehreren Teilen alle mimischen Ausdrücke beschreiben und klassifizieren lassen.

Die Pupillenanalyse erfasst die visuelle Aufmerksamkeit. Die Aufmerksamkeit des Menschen lässt darauf schließen, welche Reize dieser in seiner Umgebung wahrnimmt. Neben Blickbewegungen werden auch Indikatoren berücksichtigt wie *Time-to-first-fixation* (TTFF) und *Time-to-Click* (TTC). TTFF gibt die Dauer vom ersten Erscheinen des visuellen Reizes bis zur ersten Wahrnehmung an. Die Fixationsdauer misst die Länge der visuellen Betrachtung, d. h. über welche Zeitspanne sich die Aufmerksamkeit des Menschen auf einen bestimmten Reiz fokussiert. Der TTC Indikator findet vor allem in der Werbung Anklang. Gemessen wird die Zeit zwischen der Betrachtung eines Reizes

und der daraus angestrebten Handlung. Die Pupillenanalyse bereichert die Emotionsanalyse, indem erkannt wird, welcher visuelle Reiz eine bestimmte Emotion oder Reaktion auslöst.

Für die Erkennung von Emotionen stehen der Technologie viele weitere Datenquellen zur Verfügung, wie die Zusammensetzung der Atemluft, die Leitfähigkeit der Haut, der Klang der Stimme, die Wahl der Worte und der Pulsschlag (Hahn/Klug/Riedmüller 2020, S. 24ff.; Ottler 2016, S. 137ff.)

Bevor die Technologie eine Emotion des Menschen erkennen kann, muss eine Unterscheidung von Gefühlszuständen vorgenommen werden. Hierfür werden vielfach die bekannten Basisemotionen herangezogen. Darauf aufbauend kann die Technologie programmiert werden, um entsprechend der aufkommenden Emotionen empathische Reaktionen und Antworten zu verzeichnen. Auffällig ist, dass sich Emotionserkennungssysteme derzeit nur auf eine sehr grobe Unterteilung menschlicher Gefühle beschränken. Vor allem die Vermischung von verschiedenen Emotionen stellt eine große Herausforderung für die Technologie dar.

## Mehr als nur eine Maschine – Potenziale von emotional intelligenten Technologien

*Affective Computing* ist ein wichtiger Baustein für die Ausgestaltung der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. Auch wenn Technologien niemals zu echter Empathie durchdringen werden, sind sie in der Lage, eine sachgerechte Bewertung des Gefühlszustands vorzunehmen. Somit kann Künstliche Intelligenz nicht nur Routineaufgaben im Büro erledigen, Versicherungsfälle abwickeln oder Teile der Kundenkommunikation führen, sondern auch für anspruchsvolle Tätigkeiten eingesetzt werden. Besonders in sehr stressbelasteten Arbeitsumgebungen wie einem Krankenhaus, in denen über einen längeren Zeitraum hohe Aufmerksamkeit bestehen muss, können empathische Technologien die Sicherheit für Ärzteschaft und Patient:innen verbessern. Indem Stresssituationen und emotionale Ausnahmezustände erkannt werden, eröffnet das die Möglichkeit einer frühzeitigen Reaktion sowie das Anstoßen entsprechender Maßnahmen.

Ob in Pflegeeinrichtungen, beim Vermitteln von Lehrinhalten oder dem Autofahren: Wie der Einsatz von empathischer KI gelingen kann, zeigen die folgenden Anwendungsbeispiele.

## Emotionssensitive Pflegeroboter

Roboter sind Maschinen, die dem Aussehen des Menschen ähneln können und Funktionen übernehmen, die sonst von Personen ausgeführt werden. Diese Art von Technologie wird immer häufiger in verschiedenen Lebensbereichen angetroffen. Sehr deutlich wird dies am Beispiel von Haushalts- und Pflegerobotern, denen im Hinblick auf eine alternde Gesellschaft verstärkt die Rolle eines/einer Mitbewohner:in und Weggefährt:in zukommt. Erste Pflegeeinrichtungen und Krankenstationen in Deutschland setzen gezielt Roboter für Alltagsaufgaben und Interaktionserlebnisse ein. Der emotionssensitive Roboter unterstützt hier bei körperlichen Aufgaben wie dem Aufräumen und Sauberhalten der Wohnung, dient als Hilfe bei der persönlichen Hygiene, kann aber auch kognitive Aufgaben übernehmen wie z. B. die Erinnerung zur Einnahme von Medikamenten oder das Vorlesen von Geschichten. Der Einsatz von Technologie stellt damit eine Assistenz für Einrichtungen dar und ermöglicht es älteren Menschen, länger ein selbstständiges Leben zu führen (Janowski/Ritschel/Lugrin/André 2018, S. 63, 71ff., 75ff.).

## Emotionssensitive Lernsysteme

Emotionen, vor allem auch negative, sind beim Lernen nicht vermeidbar und spielen eine entscheidende Rolle für den Lernerfolg. Darüber hinaus besitzt jeder Mensch sein eigenes Lerntempo und -vorgehen bei der Aneignung von Lerninhalten. Empirische Befunde zeigen sogar einen hinderlichen Zusammenhang zwischen negativen Emotionen und dem Lernerfolg. Die bisherige Forschung hierzu nähert sich dem Thema vor allem durch Methoden, mit deren Hilfe die Emotionen der Lernenden von außen reguliert werden sollen. Durch gestalterische Raumelemente sowie die Regulierung von Pausen und Störgeräuschen wird die Lernumgebung so gestaltet, dass positive Emotionen herbeigeführt werden. Erste Forschungen im Projekt „Affective Autotutor“ zeigen, dass ein emotionssensitives Lernsystem den Gemütszustand über Körpersprache, Gesichts- und Spracherkennung beim Lernenden erfassen kann, um somit Anforderungen anzupassen und Hilfestellungen zu leisten. Das bedeutet etwa, dass eine Person, die Frustrationen erkennen lässt, leichtere Aufgaben erhält, um besser motiviert zu werden, und jemand, der gelangweilt wirkt, stärker gefördert wird. Eine emotionale KI kann somit direkt Einfluss auf die Emotionen der Lernenden nehmen und motivierende Lernerfolge mitgestalten (Kamplung/Heger/Niehave 2017, S. 6f.).

## Emotionssensitives Fahrerassistenzsystem

Fahrerassistenzsysteme wie Brems- und Spurhalteassistenten, Regensensoren sowie Tempomate sind weitverbreitete Technologien in Fahrzeugen, welche eine erhöhte Sicherheit für Fahrer:innen und andere Verkehrsteilnehmer:innen im Straßenverkehr gewährleisten. Bei emotionssensitiven Fahrerassistenzsystemen handelt es sich um integrierte Kameras im Fahrzeug, die über Sensoren den emotionalen Zustand wie z. B. die Verringerung der Aufmerksamkeit des Fahrenden erkennen. Das hierdurch auftretende Risiko wird durch nutzerspezifische Warnungen, z. B. Leucht- oder Akustiksignale beeinflusst. Eine andere Möglichkeit bieten solche Fahrerassistenzsysteme durch die Vernetzung mit weiteren Systemen im Fahrzeug. Hierbei wird das Assistenzsystem mit einem Brems- oder Spurhaltesystem des Autos gekoppelt, um bei erhöhtem Risiko in die Brems- und Lenkvorgänge des Fahrzeugs einzugreifen. Fahrerassistenzsysteme, die während des Fahrens gezielt den emotionalen Zustand des Fahrenden analysieren und entsprechende Handlungen anstoßen, tragen maßgeblich zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei (Kampling/Heger/Niehaves 2017, S. 10f.).

## Glaubwürdige digitale Gefühlsausdrücke

Für den Aufbau eines Vertrauensverhältnisses benötigt die Maschine neben dem Einordnen und einem angemessenen Reagieren auf menschliche Emotionen auch selbst einen glaubhaften emotionalen Ausdruck in der Kommunikation. Um Emotionen zu simulieren, besitzen manche Technologien - vor allem Roboter - zusätzliche Motoren zur Bewegung von Mundwinkeln, Augenbrauen, Augenlidern oder auch Ohren. Weitere Möglichkeiten sind die Anpassung der Sprachausgabe und das Abspielen emotional behafteter Geräusche, etwa Weinen oder einer fröhlichen Fanfare, sowie der Einsatz von Farbsignalen, welche physiologische Reaktionen wie Erröten und Erblassen nachahmen können. Die Maschine ist somit inzwischen so weit entwickelt, verbale und non-verbale Signale, wie das Herstellen von Blickkontakt, Nicken oder Kopfschütteln zu simulieren und gezielt einzusetzen. Wenn ‚intelligente‘ Maschinen den Gefühlszustand des Menschen besser verstehen lernen und durch ihre technischen Möglichkeiten eine einfühlsame Kommunikation gestalten können, steigen die Akzeptanz und das Vertrauen gegenüber computergestützten Systemen. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, eine Technologie als Wegbegleiter:in oder auch Teampartner:in einzusetzen (Janowski/Ritschel/Lugrin/André 2018, S. 71 ff.).

## Fazit

Emotionen lenken unsere Aufmerksamkeit und beeinflussen unsere Entscheidungsfindung. Da das menschliche Sozialverhalten stark auf Emotionen beruht, ist es naheliegend, dass auch künstliche Systeme Emotionen berücksichtigen müssen, sofern sie mit Menschen interagieren. Für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine bedeutet das, dass menschliche Emotionen zuverlässig erkannt und differenziert werden und angemessen auf diese reagiert wird. Die Entwicklung von Maschinen mit der Fähigkeit zur Empathie stellt jedoch eine Herausforderung dar. Zum einen werden Kenntnisse über Gefühlszustände eines Menschen benötigt, die sich teilweise unbewusst und auf vielfältige Weise in dessen Mimik, Gestik, Körperhaltung und Sprache widerspiegeln. Zum anderen muss die Technologie über die Fähigkeit verfügen, sich in die Gefühle des Gegenübers, wie z. B. Stress oder Ärger, hineinzusetzen, um angemessen auf diese reagieren zu können. Diese Fähigkeit erfordert eine Vertrautheit mit dem Erlebnis einer Emotion.

Erste Anwendungsbeispiele (vgl. Abschnitt 4) zeigen, dass es der Technologie möglich ist, eine empathische Kommunikation und Zusammenarbeit mit dem Menschen einzugehen. Damit die Maschine diese ausführen kann, ist sie abhängig von der Empathie des Menschen. Denn die Technologie ist ein durch den Menschen gestaltetes Objekt. Somit steht am Anfang solcher Entwicklungen das menschliche Wissen über die Empathie. Je mehr sich der Mensch in dem Verständnis für Empathie übt, desto mehr Möglichkeiten stehen ihm beim Programmieren von IT-Anwendungen zur Verfügung.



**Carolin Enke** ist Projektmanagerin und Begleiterin von Change-Prozessen im Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur. Sie hält einen Master in Wirtschaftspsychologie der BSP Business & Law School und beschäftigt sich mit der Analyse und dem Verstehen von menschlichen Emotionen, vor allem mit der Bedeutung von Empathie in Bezug auf technologische Entwicklungen.

## Literaturverzeichnis

Argyle, M. (2013): *Körpersprache & Kommunikation*. Junfermann. Paderborn, 11 - 112.

Bak, P. (2019): *Lernen, Motivation und Emotion Allgemeine Psychologie II – das Wichtigste, prägnant und anwendungsorientiert*. Springer. Berlin, 177 - 184.

Hahn, A./ Klug, K./ Riemüller, F. (2020): *Digital Empathy: Kombinierte Erfassung über Affective Computing und Eye Tracking*. In *Digitale Welt Wissen*. Ausgabe 3. 24 - 27.

Janowski, K./ Ritschel, H./ Lugin, B. (2018): *Sozial interagierende Roboter in der Pflege*. In Bendel, O. (Hrsg.): *Pflegeroboter*. Gabler. Wiesbaden, 63 - 80.

Kamling, H./ Heger, O./ Niehaves, B. (2017): *Computer, die Gefühle verstehen. Zur Akzeptanz affektiver Technologien*. In *Wissen +*. Ausgabe 1. 6 - 11.

Lichtenberg, J. (x): *Die 4 Schlüssel der Kommunikation. Menschen lesen, verstehen und lenken*. 2 Auflage. KR Publishing. 43 - 60.

Ottler, S. (2016): *Realtime-Response-Messungen und Facial Coding: Neue Ansätze zur Werbemitteloptimierung*. In: *Deutscher Dialogmarketing Verband e. V* (Hrsg.): *Dialogmarketing*. Springer. Wiesbaden, 136-138.

# MITTELSTAND

## & Künstliche Intelligenz



# Kreativität in Kunst und Wirtschaft

KRISTINA BODROŽIĆ-BRNIĆ, WORLDTRIBE

Der Dialog zwischen Kreativbranche (einschließlich Kunst) und anderen Industrien kann über technologische Entwicklungen gestärkt werden und führt gerade im Bereich der Künstlichen Intelligenz zu essenziellen, den Menschen ins Zentrum rückenden Veränderungen. Hochwertige Integrationsleistungen und die Berücksichtigung ethischer Fragen sind dabei Ziele, die es zu erreichen gilt. Diskutiert werden u. a. eine Arbeit des weltweit etablierten Künstlers Refik Anadol und das ImageNet Roulette der University of California, Berkeley.

Erst in der sogenannten Moderne und vorwiegend im 20. Jahrhundert wurden Kunst und Wissenschaft voneinander getrennt. In zahlreichen früheren europäischen und asiatischen Kulturen studierten die gesellschaftlichen Eliten Naturwissenschaften und Historie gleichberechtigt neben Malerei, Musik oder Poesie. Nicht umsonst galt Athene' in der griechischen Mythologie sowohl als Schutzgöttin der Kunst wie auch der Wissenschaft. Die recht junge Trennung zwischen den beiden Bereichen, unterstützt durch Industrialisierung und massive politische Verwerfungen, führte dazu, dass Kunst eher als ineffizientes Beiwerk in der sozialen Realität gesehen wurde und noch immer als solches betrachtet wird. Interessanterweise führt

die Digitalisierung und insbesondere die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz zu einer Rückbesinnung darauf, Kreativität und industrielle Innovationen zusammenzubringen und sogar miteinander in einen inspirierenden Dialog treten zu lassen.

Und in der Tat: Erst seit wenigen Jahren wird so intensiv und anwendungsbezogen über Künstliche Intelligenz (KI) gesprochen. Allerdings ist Künstliche Intelligenz kein brandneues Thema. Bereits seit Jahrzehnten wird über Funktion und Wirkung von KI diskutiert. Tatsächlich wurde schon in den 1970er Jahren an Computertechnologien geforscht, die selbstlernend und zu „menschenähnlichen“ Schlussfolgerungen in der Lage sind. Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ wurde erstmals 1956 geformt. Seitdem ist viel passiert. Insbesondere „Künstliche Neuronale Netzwerke“ (KNN) haben es möglich gemacht, KI tatsächlich „menschentauglich“ zu machen. Was genau an solchen KNN-Lösungen anders ist und wie dabei auch die Kunst ins Spiel kommt, möchte ich in den folgenden Ausführungen erörtern.



## Das Verhältnis von Kreativität & KI

Als jemand, der mit digitaler Kommunikation arbeitet und gleichzeitig schon immer kunstbegeistert war, bin ich 2018 zum ersten Mal dem Thema der Künstlichen Intelligenz in der Kunst begegnet. Anlass war, dass ich im Rahmen eines Kunstprojekts mit einer Gruppe brasilianischer Kreativschaffender zusammenarbeitete. Meine damaligen Kolleginnen und Kollegen versuchten miteinander die Grenzen von Algorithmen in der Poesie zu erkunden. Es ging darum, die „unübersetzbaren“ Ideen der geistigen Schöpfung von Menschen darzustellen, also eine Poesie zu zeigen, die von Computern nicht nachvollzogen werden konnte, weil diese Gedichte originär menschliche Schöpfungen waren. Das Werk, auf das ich mich hier beziehe, hat den vielsagenden Titel „Untitled“ (Abb. 1). Dieses aus meiner Sicht sehr interessante und noch immer hochaktuelle Werk wird ebenfalls in der hier vorliegenden Publikation von Graziela Lautenschlaeger im Artikel „UNTITLED: Eine Übung zur (Un-)übersetzbarkeit poetischer Inhalte“ vorgestellt.



Abbildung 1: Ein Screenshot aus der Arbeit „Untitled“, Graziela Lautenschlaeger, Fabrizio Poltronieri und Radamés Ajna 2019.

Kunst beruht auf Kreativität - aber was ist Kreativität? Hier scheiden sich bis heute die Geister! Wir verwenden diesen Begriff gleichermaßen bei den spielerischen Zeichnungen von Kindern wie bei Arbeiten etablierter klassischer und zeitgenössischer Künstler. Kreativ kann auch eine politische Lösung, ein Kochrezept oder die Inneneinrichtung einer Wohnung sein. Auch in täglichen Arbeitsprozessen loben wir unsere Kolleg:innen für „kreative“ Lösungen oder Start-ups für ihren Innovationsgeist. Der Begriff „Kreativi-

tät“ scheint also in erster Linie die menschliche Eigenschaft zu sein, etwas Neues, Überraschendes und Originäres zu schaffen. Die Grenzen der eigenen Möglichkeiten und den vorgegebenen Gestaltungsrahmen in Kultur, Wirtschaft und Gesellschaft neu oder aus anderer Perspektive zu deuten oder zu verschieben. Kreativität ist somit nicht eindeutig definierbar und gewinnt gerade hierdurch an besonderem Charme.

In der vertieften Auseinandersetzung mit dem Begriff vermengen wir Kreativität gerne mit ihrer etwas braveren Schwester, der Intelligenz. Beides, Kreativität und Intelligenz, wurde in vielen westlichen Kulturen über lange Zeit allein dem Menschen zugeschrieben. Doch nach und nach sorgten menschliche Kreativität und Intelligenz dafür, dass auch Maschinen immer smarter wurden. Ungefähr ab dem Jahr 2000 etablierte sich Maschinenintelligenz zunehmend im sozialen und ökonomischen Alltag. Anfangs waren wir fasziniert von Berichten über Schachcomputer oder die Verbindung von Kühlschränken mit dem Internet, die den Eigentümer:innen mitteilten, was denn nun fehle und die mittlerweile sogar selbstständig die Lebensmittelbestellung durchführen können. Was dann auch nebenher geschah, war die Geburtsstunde amerikanischer Tech-Giganten. Unternehmen wie Google, Facebook, Apple entstanden und erreichten in rasantem Tempo auch außerhalb der USA ein Millionenpublikum. Solche Tech-Unternehmen verstanden sehr früh die Rolle von KI als künftigen Ertragsfaktor und investierten seit jeher enorme Summen in Entwicklungen Künstlicher Intelligenz und in die dazugehörige Forschung. Mit der Zeit führte dies zu Durchbrüchen der KI-Technologie auf ganzer Linie.

„Kreativ“ waren die Beispiele Künstlicher Intelligenz aber noch für lange Zeit nicht. 2016 wurde Deep Learning tatsächlich erstmals als übergreifende Lösung zum Vordringen von KI-Technologien bekannt, nachdem die KI AlphaGo den damaligen Europameister im Go (einem komplexen strategischen Brettspiel) besiegte. Und im magischen Jahr 2018, als das selbstlernende Verfahren *Generative Adversarial Networks* (GAN) in der Forschung und Entwicklung Verbreitung fand, entstand ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen KI und den traditionellen Gestaltungsprozessen der Bildender Kunst. Das oft zitierte Werk „Portrait of Edmond De Belamy“ ging bei Christie's für bis heute sagenhafte 432.500 US-Dollar über das Pult. Und der Künstler? Ein Algorithmus! Sein Name?  $\text{Min } G \text{ max } D \text{ Ex}[\log(D(x))] + \text{Ez}[\log(1-D(G(z)))]$ . Doch tatsächlich stand hinter dem Werk das Kollektiv Obvious mit Hugo Caselles-Dupré, Pierre Fautrel und Gauthier Vernier, die sich als Forscherkünstler verstehen. Besonders ist nach Meinung des Kollektivs an diesem Portrait, dass es ein echter Ausdruck der schöpferischen Kreativität einer KI im Bereich der Malerei sei, denn erstmals hatte eine KI selbstständig durch Trial & Error und mit eigenständigen Lernprozessen ein Werk hervorgebracht,

das durchaus von einem Menschen hätte geschaffen sein können. Denn den „Turing-Test“ zu bestehen, dies war das Kriterium: Wenn ein Mensch nicht mehr unterscheiden könne, was vom Menschen und was von der Maschine geschaffen ist, dann sei dies ein klarer Beleg für die Kreativität der Künstlichen Intelligenz.

Mittlerweile arbeiten immer mehr Künstler:innen mit Künstlicher Intelligenz. Wir sehen das Wirken von KI in allen relevanten Bereichen der visuellen Kunst, der digitalen Kunst und auch der sozial orientierten Kunst. KI stellt dar, sie schmückt, sie hinterfragt Dinge, sie überrascht und regt an – sie tut eben genau all das, was Kunst tun darf oder tun sollte.

Künstler:innen, deren Wirken wir heute in diesem Bereich wahrnehmen, sind neben vielen anderen sich etablierenden Namen beispielsweise Refik Anadol, Fabrizio Poltronieri, Sougwen Chung und Mario Klingemann. Dabei gehen die Kunstschaffenden ganz unterschiedlich vor. Refik Anadol verbildlicht spezifische Datensets, die von einer KI durchgearbeitet werden. Fabrizio Poltronieri nutzt KI vornehmlich, um eine Verbindung zwischen Mensch und Code herzustellen. Sougwen Chung malt mit Robotern und Mario Klingemann produziert mit KI eindrucksvolle Gemälde, die mittlerweile einer breiten Öffentlichkeit bekannt sind. Es bestehen also sehr unterschiedliche Ansätze der Integration von Künstlicher Intelligenz in der Kunstcreation. Der Anteil von Maschine und Mensch im eigentlichen Schaffensprozess variiert dabei permanent. Die Art von Kreativität, die sich hieraus ergibt, ist aber immer auf zweifache Weise mit dem Menschen verbunden. Der erste Aspekt ist die Einspeisung von großen Datenmengen mit einer bestimmten Zielsetzung, mal mit und mal ohne „Training“ der KI. Hinzu kommt ein zweiter Aspekt: Hinter dem Werk, das die KI schafft, steht immer der kreativ-schöpferische Mensch, der die KI als Handwerkszeug zum eigeninspirierten Arbeiten verwendet, ganz wie Pinsel und Farbe es in der klassischen Malerei sind. Natürlich ist das Resultat bei der Einbindung einer selbstständigen elektronischen Intelligenz weitaus „vorhersehbarer“ als in einem „klassisch“ entwickelten Werk. Jedoch sind diese beiden Aspekte immer die Basis und das wahrhaft kreative Potenzial einer zeitgenössischen Kunst, die Digitales und Menschliches zu verbinden versucht.

Interessant ist bei alledem nun die Frage, wie sich diese integrative Wirkung von menschlicher Kreativität und technologisch unterstütztem Output im ökonomischen Kontext darstellt. Denn unser Anliegen ist es, eine Brücke zwischen dem kreativen Input und dem ökonomischen Output von Technologieeinsatz zu bauen. Hier sind wir schnell bei einer zentralen Fragestellung von Unternehmen: Was kostet es mich? Und was bringt es mir? Lange lebten wir mit dem Kosten-/Nutzen-Argument und der Wertung, die Implementierung von KI sei viel zu teuer. Diese Annäherungsweise ist weit

überholt. Der Computer-Wissenschaftler Kai-Fu Lee beispielsweise weist nach, dass KI-Technologie heute viel günstiger ist als noch zum Beginn der KI-Visionen vor 40 Jahren. Und auch über die „utopische Phase“ der Einschätzung dessen, was KI alles kann, sind wir längst hinweg. Denn wir sind bis heute immer noch nur dazu in der Lage, „schwache KI“ einzusetzen, also eine Künstliche Intelligenz, die nur ganz spezifische Probleme lösen kann und nicht etwa selbstständig neue Problemfelder sucht, analysiert und Lösungen darbietet, wie es in Science-Fiction-Filmen oft dargestellt wird.

Auf diesem Wege ist KI dabei, in den Unternehmen anzukommen. Das zeigen auch alle relevanten Studien, u. a. eine Erhebung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aus dem Jahr 2019. Laut dieser Studie haben 17.500 Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung KI eingesetzt und dabei etwa 4,8 Milliarden Euro ausgegeben, also rund 270.000 Euro pro Unternehmen. Es werden immer mehr Unternehmen, die ihr Geschäftsmodell auf KI ausrichten, und die Investition in KI wird über Open Source-Tools wie beispielsweise Übersetzungsdienste, Chatbots und offene Programmiercodes immer günstiger. Ganz oben auf der Liste stehen dabei Anwendungen, die gar nicht so weit entfernt sind von kreativem Arbeiten, namentlich maschinelles Lernen und maschinelles Beweisen, Verfahren der Bild- oder Tonerkennung sowie wissensbasierte Systeme.

All diese dynamischen Entwicklungen sind aber auch widersprüchlich. Denn einerseits können Unternehmen aller Größen und Branchen vom Einsatz Künstlicher Intelligenz profitieren. Die Möglichkeiten reichen von der Kontaktverbesserung mit Kund:innen mittels Chatbots, Userprofilen und ähnliches, über die Individualisierung von Angeboten und personalisierten Services bis hin zu Automatisierungen, Qualitätskontrollen in der Produktion, Optimierungen der Logistik und dynamischer Preisgestaltung. Andererseits wirkt Künstliche Intelligenz auf viele Menschen, weil sie noch so neu und nicht immer leicht zu verstehen ist, sehr befremdlich. Gerade im betrieblichen Umfeld entstehen immer wieder Missverständnisse, Ängste und oft auch eine ablehnende Haltung. Gefragt sind deshalb besondere Vermittlungsstrategien. KI-Kunst und weitere KI-Kreativbereiche wie Design haben hierbei ein besonders großes Potenzial, bei Unternehmer:innen und Mitarbeitenden Berührungsängste abzubauen, zum eigenen kreativen Schaffen von KI anzuregen und zum Verstehen des übergreifenden Nutzens neuer Technologien beizutragen.

## KI & Die Macht der Kunst

Warum aber ist die skeptische Haltung gegenüber KI-Technologien trotz all ihrer Chancen und Potenziale noch so weit verbreitet? Einer der üblichen Einwände gegen den KI-Einsatz lautet: Künstliche Intelligenz entscheidet ohne Empathie und ist unfähig zu ethischem Verhalten, was bei der Arbeit mit Menschen von höchster Wichtigkeit ist. Berichte über unfaire Entlassungen, fehlerhafte Verdachtsfälle bei polizeilichen Ermittlungen und Diskriminierung nach Geschlecht, Alter, Herkunft und Hautfarbe häufen sich. Trotz aller Optimierung der Algorithmen trifft eine KI immer noch keine „menschlichen“ Entscheidungen, so das Argument.

Oder vielleicht ja doch? Ich habe oben am Beispiel von Kunstschaffenden ausgeführt, dass die Verantwortung eines „errechneten“ Ergebnisses letztlich auf die Entwickler:innen zurückzuführen ist. Wir sind es schließlich, die Algorithmen mit großen Datenpaketen „füttern“. Die KI entscheidet logisch auf Basis des „Erlernen“, also auf Basis unserer tatsächlich subjektiv intendierten Entscheidungsgrundlage. Diese subjektive Sicht fließt in KI-Rechenprozesse mit ein und schafft eigene Realitäten, die sich zum Beispiel in den viel diskutierten Filterblasen abbildet. Soziale Realität funktioniert also durchaus nicht immer nach ethisch formulierten Prinzipien, die aus Philosophie, Religion, Politik, Gesetzgebung und anderen normativen Quellen stammen. Künstliche Intelligenz ver selbstständigt sich gewissermaßen entlang der von uns unmittelbar vorgegebenen Datenbasen.

Aber was können wir dann überhaupt noch beeinflussen, wenn wir nicht in der Lage sind, den Lernprozess der Maschinen im Detail zu steuern? Es ist relativ einfach, Kategorien wie „Winter“, „Menschen“, „Tiere“, „Malstil“ zur Dateneinspeisung zu verwenden. Weibliche und männliche Elche haben visuell ganz klare Unterscheidungsmerkmale, eine überschaubare Variationsbreite an Fellfarben, sie sprechen keine Fremdsprachen, haben keine unterschiedlichen Meinungen und pochen nicht auf ihre Rechte. Menschen zu kategorisieren ist dagegen unendlich komplex, und aus menschlichem Handeln lernen zu wollen - das ist auch für die KI herausfordernd. Die Datenbasis muss „stimmen“, das heißt, geltende gesellschaftliche Übereinkünfte zu ethischem Verhalten reflektieren. Darin liegt die Verantwortung der handelnden Personen. Wie wir beispielsweise aus Shalini Kantayyas Dokumentarfilm „Coded Bias“ (Russland, 2020) gelernt haben, ist die/der Entwickler:in nicht wirklich unschuldig, wenn es um Benachteiligungen in Kategorien wie Beruf, Geschlecht und Rasse geht. Denn die meisten angewandten KI-Systeme bedienen heutzutage lediglich die technischen Lösungsvorgaben ihrer Auftraggeber:innen. Sie werden zu diesem Zweck relativ schnell und praktisch orientiert programmiert, wodurch sie „tendenziös“ agieren können, und dann gleich unter Vollast

eingesetzt, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen. Wir kennen dies aus den Skandalen der KI-basierten Wählerbeeinflussung im Trump-Wahlkampf in den USA. Ethische Fragen werden dabei nicht berücksichtigt. Und das ist nicht die Schuld der „Maschine“. Entschuldigungen und Ausreden, wie „Diskriminierung ist eben unsere Realität!“ dürfen laut Kantayya nicht erlaubt werden, solange es Menschen sind, die Maschinen mit Inhalten „füttern“ und gegebenenfalls auch „rational“ erschlossene Ergebnisse korrigieren können. KI-Ergebnisse basierend auf Datenanalysen, müssten also „manuell“ nachbearbeitet werden, um unseren gesellschaftlichen Grundsätzen von Gleichheit und Freiheit gerecht zu werden.

Insofern zeigt KI-basierte Kunst, wie auch in politischen, wirtschaftlichen oder anderen gesellschaftlichen Bereichen ein verantwortungsvoller Umgang mit KI geschehen kann. Im Bereich der KI-Kunst treffen sich Forscher:innen, Entwickler:innen und Künstler:innen, um neue Räume zu begehen. Es ist ihre Neugier und Kreativität, die Entwicklungen vorantreibt. Sie nutzen Entwicklungen und Impulse aus unterschiedlichen Bereichen für eigene kreative Lösungen und werden durch die entstandenen Werke ihrerseits selbst zu einer Inspirationsquelle, beispielsweise für die Entwicklung und Nutzung von KI-Technologien in industriellen Produktionsprozessen. Es geht also um gegenseitige, technologiegestützte Inspiration über menschliche Kreativität.

Ein interessanter Hinweis an dieser Stelle: Historisch betrachtet hatte Kunst immer das Potenzial, der Gesellschaft verborgene oder übersehene Wirklichkeiten aufzuzeigen. Kunst vermochte es, Augen zu öffnen, die Meinung der Menschen zu beeinflussen und die bestehenden Herrschaftsordnungen in Frage zu stellen. Sie ist somit auch ein einflussreiches Werkzeug zur positiven Entwicklung einer Gesellschaft. Durch alle Jahrhunderte hinweg haben religiöse und politische Eliten die Wirkung von Kunstwerken auch genau deshalb gefürchtet. Diese kraftvolle Wirkung künstlerischen Schaffens möchte ich am Beispiel einiger KI-Künstler:innen verdeutlichen.

## Neue Räume schaffen über Kreative KI

Beeindruckende Beispiele für einen offenen Umgang mit KI und menschlicher Interaktion sind die Datensculpturen und Installationen von Refik Anadol. Als Künstler möchte er, dass Künstliche Intelligenz menschlicher und nicht der Mensch maschinenähnlicher wird. Anadol arbeitet in seinen Kunstwerken mit öffentlich zugänglichen personenbezogenen Daten und zielt darauf ab, kollektive menschliche Erinnerungen zu reflektieren. Teils verweist der Künstler indirekt auf die Problematik des Schutzes personenbezogener Daten, da sie allzu leicht zu neuen Zwecken gebraucht werden können. Dabei wirkt

das Resultat seiner Kunst so beeindruckend unschuldig. In seinen Kreationen lässt Anadol uns auf interessante Weise darauf hoffen, dass Maschinen selbst träumen können, während sie unsere vielfältigen Gefühlswelten und kulturelle Artefakte aller Zeiten aus der Datenmenge herausinterpretieren.

In seiner Arbeit „Archive Dreaming“ wurde Refik Anadol von der SALT Research-Unternehmensgruppe damit beauftragt, ihre Dokumentenarchive zu sichten. Er nutzte maschinelle Lernalgorithmen, um die Beziehungen zwischen 1,7 Millionen Dokumenten zu entdecken und entsprechend zu sortieren. Die Interaktionen der in den Archiven gefundenen multidimensionalen Daten wurden dann wiederum in eine immersive Medieninstallation namens „Archive Dreaming“ übersetzt, die im Rahmen von „The Uses of Art: Final Exhibition“ mit der Unterstützung des Kulturprogramms der Europäischen Union präsentiert wurde. „Archive Dreaming“ schafft eine hybride Beziehung zwischen Architektur und Medienkunst mit maschineller Intelligenz, die die Grenzen zwischen historisch und modern, materiell und digital, zwei- und dreidimensional verwischen lässt (Abb.2).

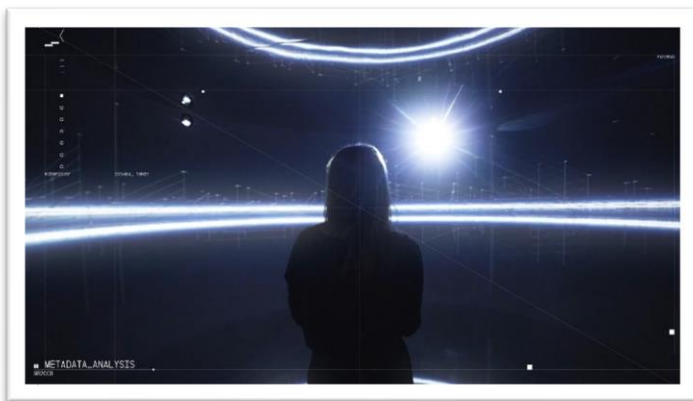


Abbildung 2: Screenshot, Stelle 1:03 min aus Refik Anadols Video zum Projekt „Archive Dreaming“ auf der Webseite des Künstlers, <https://refikanadol.com/works/archive-dreaming/>

Was können wir aus diesem künstlerischen Entwicklungsprozess lernen? Wir sehen, dass die Zusammenarbeit des Menschen mit Künstlicher Intelligenz nicht immer direkt über einen ziel- und ergebnisorientierten spezifischen Algorithmus erfolgen muss. Vielmehr entstehen aus der Datenaufbereitung über Umwege auch vielfältige „Nebenerzeugnisse“

mit in diesem Fall faszinierender Wirkung. Über die Flut von Daten entstehen neue Einsichten auf Eigenheiten im menschlichen Verhalten. Durch solche Learnings können wir beispielsweise das Design oder die Struktur von Begegnungsräumen und Architekturen gestalten.

## KI-Einsatz und ethische Reflektionen

Das zweite Beispiel, das ich erwähnen möchte, ist ein bekanntes Kunstprojekt namens *ImageNet Roulette* (Abb.2), das an der University of California, Berkeley, produziert wurde. ImageNet Roulette ist ein KI-basiertes Programm, das menschliche Porträts

mithilfe Künstlicher Intelligenz eine Charakterisierung zuordnet. Frauen wurden in der KI häufiger nach ihrem äußeren Erscheinungsbild bezeichnet als Männer und die Hautfarbe eines Menschen konnte zu negativen Zuschreibungen durch die KI führen. Diese KI führt also zu Stereotypisierungen und sogar zu rassistischen Ergebnissen. In dem Projekt ging es nicht darum, den Einsatz von KI grundsätzlich zu kritisieren. Ziel des Projekts war vielmehr, ein notwendiges Bewusstsein für die Unvollkommenheit algorithmischer Technologien zu schaffen und tatkräftiges Handeln zu provozieren. Herausgestellt wurde: Die Entwicklung und Verwendung der Algorithmen benötigten eine „untechnische“ ethische Dimension, die nicht von den Maschinen aufgebracht werden kann, sondern nur durch Menschen, welche Algorithmen entwickeln, mit der KI arbeiten und Ergebnisse korrigieren. ImageNet Roulette intendiert also, dass jeder angewandten KI-Technologie ein ethisches Fragenset zugrunde liegen sollte. Die gesetzlich geforderte Gleichbehandlung aller Mitarbeitenden ist ein Anhaltspunkt für diesbezügliche Reflektionen. Gleichwohl gibt es keine Richtlinien dazu, die sich auf KI-Einsatz in Unternehmen beziehen. Umso wichtiger ist ein entsprechendes Bewusstsein bei Entwickler:innen und Anwender:innen industrieller KI-Lösungen.

Gelegentlich werde ich rund um solche KI-Themen als Speakerin zu Konferenzen eingeladen, auf denen Vertreter:innen verschiedener Branchen die Chance haben, sich mit der Rolle des Menschen beim Einsatz digitaler Technologien auseinander zu setzen. Ich verstehe es in diesem Kontext als meine Aufgabe, zu verdeutlichen, wie sehr menschliche Kreativität die Technologie beeinflusst. Kunst kann komplexe Aus-

sagen in einfache Sprache übersetzen. Auf diese Weise können Menschen ohne technologischen Hintergrund die Nutzung und das Potenzial von Künstlicher Intelligenz ge-

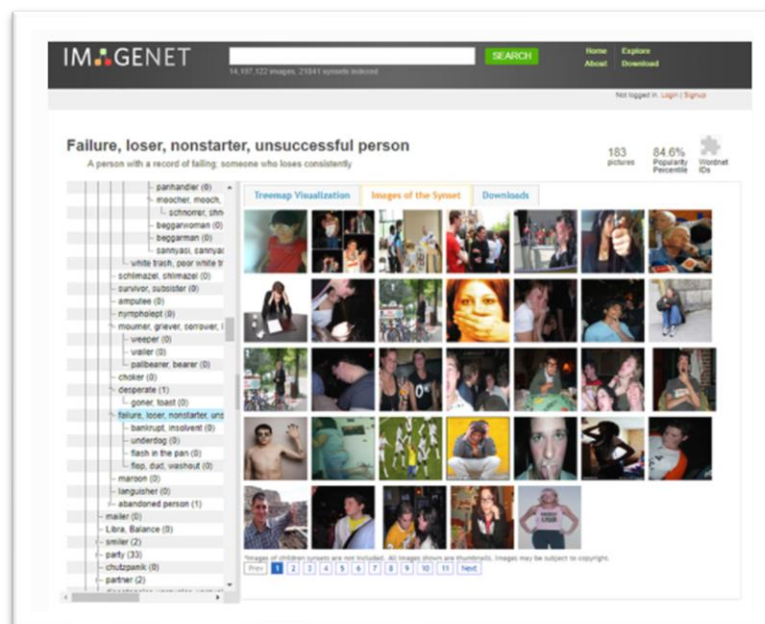


Abbildung 3: Screenshot der Arbeit "ImageNet Roulette" aus dem im Web veröffentlichten Fachartikel von Trevor Paglen. Auf dem Foto zu sehen sind Personen, die der Algorithmus mit den Kategorien "Versager, Loser, Nicht-Beginner, erfolgreiche Person" assoziiert.

<https://paglen.studio/2020/04/29/imagenet-roulette/>



meinsam erleben. Dieser Ansatz, Kreativität und industrielle Entwickler:innen mit Vertreter:innen aus kleinen- und mittelständischen Unternehmen miteinander in Kontakt treten zu lassen, ist eine vielversprechende Möglichkeit zum Abbau von Berührungängsten. Denn nur dadurch entstehen Innovationen, dass wir gemeinsam an technologischen Lösungen arbeiten und dabei immer den Menschen in den Mittelpunkt der Digitalisierung stellen.

## Fazit

In meinem Beitrag und in den beiden beschriebenen künstlerischen KI-Interpretationen möchte ich deutlich machen, dass menschliche Kreativität die Basis von KI ist. Denn KI-Anwendungen sind kein rein technisches Thema, sondern eines, das auf vielfältige Weise menschliche Kreativität, menschliche Impulse, menschlichen Erfindungsgeist und immer menschliche Steuerung braucht. Die Bedeutung des menschlichen Denkens, Handelns und Fühlens sollte deshalb immer im Zentrum stehen. Wenn wir kreative KI zum unternehmerischen Einsatz bringen, dann sollten die Leitfragen sein: Wie entstehen die geforderten KI-Lösungen eigentlich? Auf welche Weise können diese KI-Lösungen kreativ sein? Welche Art und Grad von Kreativität muss die/der Entwickler:in, die beauftragt wird, aufbringen? Wie interagieren die Lösungen mit dem Menschen im jeweiligen Kontext? Darüber hinaus auch: Wie beleben und bereichern „praktisch gedachte“ digitale Technologien kreatives und künstlerisches Schaffen? Und welche Impulse kann künstlerisch-kreatives Wirken mit KI dann dem Einsatz von KI in der Industrie geben? Es geht also immer um Vertrauen in Technologie und die Motivation zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz ohne Berührungängste und mit der Integration menschlicher Kreativität in digitale Zusammenhänge. Es erscheint dabei noch als langer Weg, KI-Technologien zu ethisch vertretbaren und breit eingesetzten Systemen werden zu lassen. Kunst kann uns aber sicher dabei helfen, an die Bedeutung des Menschen in technologischen Entwicklungen erinnern. Sie kann uns auch dabei helfen, die menschliche Integrität zu betonen, damit alle eine bessere Chance haben, ihr Potenzial auszuschöpfen, ohne zu stark von „voreingenommenen“ Algorithmen beeinflusst oder bewertet zu werden. Daher sollten wir Kunstschaffende darin fördern, eine stärkere Rolle bei der Gestaltung der KI-Ethik und der Interaktion von Mensch und KI sowohl in der Forschung als auch in der industriellen Anwendung zu spielen. In diesem Sinne möchte ich meine Gedanken mit einem Zitat des besprochenen Künstlers, Refik Anadol, schließen, das mich besonders inspiriert:

*Ich denke, es (kognitives menschliches Element) wird die Chance eröffnen, Daten in Objekte zu verwandeln, die für Menschen wirklich nützlich sein können, anstatt [bloß] ein langweiliges Produkt zu sein.*



**Kristina Bodrožić-Brnić** ist Kommunikationsfachfrau und befasst sich im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz vor allem mit den Lösungen einer Kreativszene, die mit ihren Arbeiten auf das breite Spektrum von KI-Themen aufmerksam macht, wie beispielsweise die Suche nach Vertrauen, die Ersetzbarkeit, die Ethik und die fehlende "Perfektion in der Perfektion". Über Workshops und Vorträge vermittelt sie Einblicke in diese Welt und baut Brücken hin zur Industrie.

## Literaturverzeichnis

Anadol Refik, *Archive Dreaming* auf Webseite des Künstlers, <https://refikandol.com/works/archive-dreaming/> - letzter Aufruf 14.03.2022.

Crawford, Kate; Paglen Trevor, *Excavating AI: The Politics of Images in Machine Learning Training Sets*, <https://excavating.ai/> - letzter Aufruf 14.03.2022.

Kantayya, Shalini (Regie), Film: *Coded Bias*, 1Std25 Minuten, USA, 2020, Netflix-Version vom Juni 2021.

Nunez, German A., *Fabrizio Poltronieri: Iconic Theogonies – The presentation of Computational Gods* On Website *Studio International*, 17.11.2014, <https://www.studiointernational.com/index.php/fabrizio-poltronieri-iconic-theogonies-presentation-computational-gods-review> - letzter Aufruf 14.03.2022.

Sirit, Timur, *Artificial intelligence brushstrokes of 'machines' space memory* In *Daily Sabah*, 24.03.2021, <https://www.dailysabah.com/business/tech/artificial-intelligence-brushstrokes-of-machines-space-memory> - letzter Aufruf 14.03.2022.

Srinivasan, Ramya, UCHINO Kanji, *The Role of Arts in Shaping AI Ethics* auf *COER Workshop Proceedings*, Vol. 2812, 2021 [http://ceur-ws.org/Vol-2812/RDAI-2021\\_paper\\_3.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2812/RDAI-2021_paper_3.pdf) - letzter Aufruf 14.03.2022.

# Künstliche Intelligenz in Unternehmen - Eine Roadmap für den Mittelstand

ALEXANDRA RITTER & JIBINRAJ ANTONY,  
MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM KAISERSLAUTERN

Die Einführung neuer digitaler Technologien wie Künstlicher Intelligenz bringt viele Chancen, aber auch Unsicherheiten mit sich. Damit die Implementierung gelingt, kann es hilfreich sein, Kreativität als wertvolles Instrument im Prozess zu betrachten. Wie diese Schritt-für-Schritt in die Umsetzung kommt und worauf dabei zu achten ist, erfahren Sie in diesem Artikel. Sie lernen eine konkrete Roadmap kennen, die den Weg zur Anwendung Künstlicher Intelligenz im unternehmerischen Rahmen veranschaulicht.

*Unsere Intelligenz macht uns zu Menschen, und KI ist eine Erweiterung dieser Qualität. Künstliche Intelligenz erweitert, was wir mit unseren Fähigkeiten tun können. Auf diese Weise lässt es uns menschlicher werden.*

**Yann LeCun,**  
Computerwissenschaftler &  
Professor an der  
New York University

Künstliche Intelligenz (KI) ist im 21. Jahrhundert ein viel diskutierter Begriff. Obwohl KI keine neue Technologie aus diesem Jahrhundert ist, erscheint sie vielen Menschen noch immer als etwas Futuristisches. Dabei ist KI zu einem Teil unseres Lebens geworden und bereits in vielen persönlichen Geräten integriert, die unser Leben einfacher und effizienter machen, wie z. B. Amazon Alexa oder Google Nest. KI hat einen stark transformativen Charakter und prägt die aktuelle Zeit entscheidend mit. Es ist offensichtlich, dass KI unsere Zukunft verändern wird, aber wie und zu welchem Grad? Das ist noch eine offene Frage.

In unserem Alltag und alltäglichen Umfeld finden wir etliche Produkte und Dienstleistungen, die durch unterschiedliche KI-Formen unterstützt werden. Wir erleben einen KI-Boom. Die Zahl der aktiven Forschungsprojekte auf diesem Gebiet nimmt täglich exponentiell zu [1]. Die Technologie wird immer feiner abgestimmt, revolutioniert zahlreiche Methoden in der Industrie und bringt Veränderungen für viele konventionelle Ansätze. Und bei all diesen Entwicklungen lassen wir uns nicht wegen der Möglichkeit

einer übermenschlichen Intelligenz abschrecken, wie sie in vielen uns bekannten Science-Fiction-Filmen dargestellt wird. Müssen wir uns tatsächlich vor einer solchen Superintelligenz fürchten, die die gesamte Menschheit vernichten könnte? Darauf lässt sich eindeutig mit „Nein“ antworten. Die KI der Zukunft ermöglicht es Menschen, bessere Entscheidungen zu treffen, wobei sie den Menschen unterstützt, um ungerechte und diskriminierende Ergebnisse zu vermeiden. Allerdings sind wir noch sehr weit von dieser Stufe der KI entfernt.

## Unsicherheit bei Veränderung

Angst vor Veränderungen hat es in der Geschichte der Menschheit immer gegeben, von der Entwicklung der Räder bis zur Informationstechnologie, z. B. zu Beginn der IT-Revolution in den frühen 1980er Jahren, als die ersten Personal Computer von IBM (Commodore 64, 1981) und Apple (Macintosh, 1984) auf den Markt kamen. Diese neue Entwicklung löste bei vielen schnell Furcht vor Massenarbeitslosigkeit aus. Bereits 1978 prognostizierte das deutsche Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“ unter dem Titel „Die Computer-Revolution: Fortschritt macht arbeitslos“, dass sich diese Computerrevolution von früheren technologischen Innovationen unterscheidet (siehe Abb. 1).



Abbildung 1: Titelblatt der Zeitschrift "Spiegel", Ausgabe 16/1978.

Der Spiegel sagte damals voraus, dass die Computerrevolution nicht nur viele Arbeitsplätze in den Automatisierungssektoren eliminieren, sondern auch keine bedeutende Anzahl von Arbeitsplätzen in der Computerproduktion oder anderswo in der Wirtschaft schaffen würde [2]. Wenn wir uns jedoch in der heutigen Welt umsehen, haben Computer den Arbeitsmarkt längst revolutioniert. Computer haben zwar einerseits tatsächlich einige Arbeitsplätze mit sich wiederholenden Abläufen oder erhöhter körperlicher Anstrengung übernommen, aber andererseits haben sie mehr Arbeitsplätze in anderen Bereichen geschaffen und den allgemeinen Lebensstandard der Gesellschaft erhöht. Während der Corona-Pandemie 2020 haben Computer eine verstärkte Home-Office-Arbeitskultur ermöglicht. In ähnlicher Weise lassen sich auch in der zukünftigen KI-Ära fortgeschrittene kulturelle und soziale Veränderungen vorhersagen.

Lassen wir uns zum Beispiel von der positiven Seite der KI inspirieren: Wenn es um eine speziell auf einen Bereich zugeschnittene Aufgabe geht, wie bspw. Anomalie-Erkennung in Datensätzen, ist die KI darin häufig besser als der Mensch. Eine solche KI wird „schwache KI“ genannt, welche derzeit sehr erfolgreich Anwendung findet. Die schwache KI versteht gemeinsame Merkmale in gegebenen multidimensionalen Daten, die ein Mensch niemals visualisieren könnte. Dazu ergänzend kann sie komplexe mathematische Funktionen erzeugen, ohne diese explizit zu programmieren. Dies ist der Grund für den großen Erfolg, den die Technologien des maschinellen Lernens und des Deep Learning derzeit erleben. Aus industrieller Sicht bringen diese Techniken einen größeren Mehrwert für die Ziele eines Unternehmens, weshalb die meisten Großunternehmen bereits damit begonnen haben, in die Forschung und Entwicklung von aufgabenspezifischen KI-Tools innerhalb ihrer Organisation zu investieren. Die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sind allerdings häufig noch skeptisch gegenüber solchen großen Veränderungen. Hier kommt unsere kreative Arbeit ins Spiel. Das Mittelstand Digital Zentrum Kaiserslautern (MDZ Kaiserslautern) [3] führt kleine und mittlere Unternehmen an die KI-Implementierung heran, indem es ihnen die Berührungsangst vor KI nimmt, Mythen aus dem Weg räumt und das passende Wissen vermittelt. Einfachheit und Kreativität sind die Grundlagen für unsere Methoden. Im Folgenden wird dargestellt, auf welchen Wegen Unternehmen an das Thema Künstliche Intelligenz im eigenen Betrieb herangeführt werden können.

## Das Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern unterstützt Unternehmen beim praxisnahen Einsatz von KI

Das Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern holt die Unternehmen in Rheinland-Pfalz genau an dem Punkt des digitalen Transformationsprozesses ab, an dem sie gerade stehen. Hierfür sind wir zusammen mit 25 weiteren Zentren deutschlandweit als Förderinitiative vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ins Leben gerufen worden. Für die Unternehmen und deren vielfältige Bedürfnisse ist unser Leistungsangebot nicht nur kostenfrei, sondern auch individuell zugeschnitten. Wir identifizieren Handlungsbedarfe und unterstützen die KMU im gesamten digitalen Transformationsprozess, um deren Wettbewerbsfähigkeit zu fördern.

Hierfür ist es unerlässlich für Unternehmen, sich mit Technologien der Künstlichen Intelligenz zu beschäftigen und die KI-Potenziale für das eigene Unternehmen zu nutzen. Zum Antreiben des zukunftsrelevanten Themas KI gibt es in den Zentren professionelle KI-Trainer:innen. Diese sensibilisieren Vertreter:innen von KMU zielgerichtet im Bereich der künstlichen Intelligenz und leisten praxisnahe Unterstützung für deren Einsatz.

## Künstliche Intelligenz als Chance

Doch wo stehen KMU derzeit beim Thema KI? Viele sind gerade erst am Anfang des Veränderungsprozesses und beschäftigen sich mit den Themen der Digitalisierung und in diesem Zusammenhang auch mit dem Trendthema Künstliche Intelligenz. Sobald es neue Technologien schaffen, einen internen Prozess nachhaltig zu vereinfachen, rückt die Umsetzung dieser Technologien in den Fokus der Unternehmen. Diese schreiten jedoch nur langsam voran, da es für sie oft herausfordernd ist, ins das KI-Zeitalter aufzubrechen, wenn sie sich noch am Anfang eines herkömmlichen Digitalisierungsprozesses befinden. Bei näherer Beschäftigung mit KI wird schnell klar, dass solche Anwendungen eine gute Datengrundlage und eine funktionierende Dateninfrastruktur benötigen, da Daten normalerweise das „Futter“ für eine KI-Anwendung darstellen.

Zu Beginn verschaffen KI-Trainer:innen sich einen Überblick zu Unternehmensbereichen und -prozessen, die mit KI-Anwendungen ausgestattet werden sollen bzw. auf die die KI-Anwendung später Einfluss nehmen wird. Sobald es dann in Richtung Umsetzung des ersten KI-Projekts geht, bietet es sich für KI-Einsteiger:innen an, zuerst die sogenannten „Low Hanging Fruits“ (auf Deutsch ‚tief hängende Früchte‘) ins Auge zu fassen, d. h. diejenigen Anwendungen auszuwählen, die am schnellsten und leichtesten umzusetzen sind.

Neben solchen KMU, die noch Kenntnisse über die Potenziale und den Nutzen von KI benötigen und noch kein konkretes KI-Projekt identifizieren konnten, gibt es auch KMU, die bereits eine genaue Vorstellung vom Einsatz von KI haben und sich mit einem konkreten KI-Projekt an unser Kompetenzzentrum wenden. KI-Trainer:innen helfen auch hier zum einen bei der Identifikation der KI-Potenziale und eines konkreten KI-Projektes, indem sie das nötige Know-how vermitteln und, zum anderen unterstützen sie bei der Umsetzung von KI-Projekten. Wie sie dieses Know-how vermitteln und Unternehmen auf ihrem Weg bis zum Einsatz von KI unterstützen, wird nachstehend mithilfe einer Roadmap (Abbildung 2) des Kompetenzzentrums erklärt.



## Informieren & Qualifizieren

Die ersten Schritte auf dem Weg zum Einsatz von KI beschreitet ein KMU mit der Teilnahme an einer oder mehrerer unserer Informations- und Qualifizierungsformate. Unsere Informationsformate sind so zugeschnitten, dass sie für Teilnehmende aus allen Bereichen einfach verständlich sind. Wir unterstützen die Wissenssuchenden bedarfsgerecht, entweder auf einem sehr grundlegenden oder auf einem technisch anspruchsvolleren Niveau. Denn Bildung ist der beste Weg, um Unsicherheiten oder Ängste zu bekämpfen. Diese sollen mithilfe unserer Unterstützung in Motivation umgewandelt werden, damit Angestellte und Führungskräfte eines KMU zur Akzeptanz und zum Ausprobieren neuer Technologien bewegt werden.

### Schritt 1: Veröffentlichungen & Veranstaltungen

Das Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserlautern bietet verschiedene Formen von Veranstaltungen [4] und Publikationen [5] an, die sich an unterschiedliche Zielgruppen richten. Unsere KI-Trainer:innen teilen ihr Fachwissen aus diversen Forschungsbereichen der KI mithilfe von Seminaren oder Workshops. Diese Veranstaltungen sind für uns ein effektiver Weg, um möglichst vielen Unternehmen, die neue KI-Technologien und -Anwendungen näher zu bringen. Auch in der aktuellen Corona-Pandemiezeit ist es Vertreter:innen von KMU möglich, an unsere Veranstaltungen in virtuellen Formaten teilzunehmen. Expert:innen berichten darin Teilnehmenden aus erster Hand über ihren Einsatz von KI, z. B. im Kundenservice oder bei virtuellen Messen und sprechen u.a. auch über den Zusammenhang von KI und Ethik im Mittelstand.

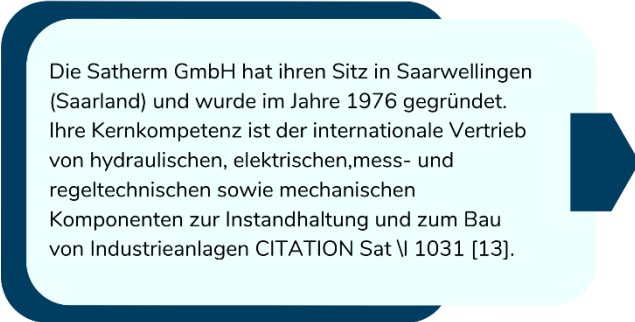
Unsere Publikationen vermitteln zudem komplexe Informationen in möglichst einfacher Form. Ein gutes Beispiel dafür stellt das „KI-Kochbuch - Rezepte für den Einsatz Künstlicher Intelligenz in Unternehmen“ [6] dar, 2021 in Kooperation mit allen Kompetenzzentren deutschlandweit unter dem Schirm von Mittelstand Digital zusammengestellt und herausgegeben. Die Publikation bringt mögliche Anwendungsfelder von KI näher und zeigt anhand von Praxisbeispielen zukunftsfähige Lösungen auf. Darin werden zudem Methoden, wie z. B. der KI-Readiness Check (KIRC), vorgestellt, die im eigenen Unternehmen eingesetzt werden können. Der Name des Buches versteht sich dabei auch als Motto, denn bei der Künstlichen Intelligenz ist es wie bei einem guten Gericht: das Rezept muss stimmen. Dabei muss das „Rezeptbuch“ nicht chronologisch gelesen werden; jede:r kann sich die Beiträge aussuchen, die ihn oder sie am meisten ansprechen. Interessierte können [das KI Kochbuch auf der Seite von Mittelstand Digital herunterladen](#).



## Schritt 2: Best Practice Beispiele

Ein wichtiger Bestandteil in unseren Veranstaltungen und Veröffentlichungen sind stets Best Practice Beispiele [7], in denen wir den erfolgreichen Einsatz von KI in Unternehmen selbst zeigen. Viele der ausgewählten Unternehmen haben wir zuvor aktiv bei der Umsetzung eines KI-Projekts begleitet. Ihr Beispiel dient der Motivation und Inspiration für diejenigen KMU, die sich noch am Anfang der Reise befinden und hierdurch Einsatzbereiche oder Use Cases für KI in ihrem eigenen Unternehmen identifizieren können. Durch die Vorstellung der Best Practice Beispiele erhalten KMU zudem einen besseren Einblick in unsere Angebote und Vorgehensweisen.

Zwei solcher Beispiele sind die Satherm GmbH und die Helmut Meeth GmbH & Co. KG, die bestehende Herausforderungen mit KI-basierten Technologien lösen konnten. Folgend werden die Umstände der Motivation zur KI-Implementierung im jeweiligen Unternehmen genauer erläutert werden.



Die Satherm GmbH hat ihren Sitz in Saarwellingen (Saarland) und wurde im Jahre 1976 gegründet. Ihre Kernkompetenz ist der internationale Vertrieb von hydraulischen, elektrischen, mess- und regeltechnischen sowie mechanischen Komponenten zur Instandhaltung und zum Bau von Industrieanlagen CITATION Sat V 1031 [13].

Erstes Beispiel: Die Satherm GmbH musste knapp 20.000 Rechnungen pro Jahr manuell verarbeiten. Diese analogen Prozesse waren sehr zeitaufwendig, weshalb hierfür zwei bis vier Mitarbeiter:innen zuständig waren. Zudem war eine gewisse Fehlerquote durch die manuellen Eingaben unvermeidbar. In Kooperation mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken

wurde die Verarbeitung von Eingangsrechnungen und die Rechnungsstellung automatisiert. Hierfür wurde eine Software eingesetzt, welche in der Lage ist, Elemente in einer Rechnung zu identifizieren und zu extrahieren, unabhängig davon, ob die Rechnung als Bilddatei oder als PDF-Datei vorliegt. Anschließend werden die extrahierten Dateien in sogenannte codierte Dateien umgewandelt, die dann von einem Computer verarbeitet werden können. Durch den Einsatz von KI-Algorithmen wurden in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte in der optischen Zeichenerkennung gemacht. Im Rahmen unserer Kooperation mit der Satherm GmbH wurden verschiedene Anbieter solcher Systeme recherchiert und verglichen. Letztlich hatte man sich für das Start-Up Natif.ai entschieden, mit Sitz im Saarland.

Die Helmut Meeth GmbH & Co. KG mit Sitz in Wittlich (Rheinland-Pfalz) fertigt Fenster und Haustüren aus PVC und Aluminium. Heutzutage arbeiten knapp 150 Mitarbeiter:innen in dem 1985 gegründeten Unternehmen. Jährlich werden 100000 Fenster und Haustüren produziert, die vorwiegend in Deutschland und dem europäischen Ausland abgesetzt werden CITATION HEL \1 1031 [11].

Zweites Beispiel: Für die Produktion ihrer RAL-geprüften Fenster und Haustüren bezieht Helmut Meeth GmbH & Co. KG Glasscheiben verschiedener Zulieferer. Um späteren Kunden- und Lieferantenreklamationen vorzubeugen, ist es von strategischer Relevanz, dass die gelieferten Glasscheiben den qualitativen Anforderungen genügen.

Ursprünglich erfolgte die Qualitätsprüfung

im Wareneingang durch eine analoge, optische Sichtprüfung durch die Mitarbeitenden. Diese Tätigkeit erforderte ein hohes Maß an Konzentration und führte durch die einsetzende Ermüdung der Angestellten zu einer unvermeidbaren Fehlerquote. Dementsprechend war das Ziel der Zusammenarbeit mit dem Zentrum Kaiserslautern die Einführung einer KI-basierten Bilderkennungstechnologie, welche die Glasscheiben automatisch auf Fehler untersucht. Dadurch sollten Mitarbeitende entlastet, und Qualität und Effizienz der Prüfprozesse verbessert werden. Um Unterstützung zu erhalten, wandte sich das Unternehmen an das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kaiserslautern. Im Zuge der Kooperation wurde gemeinsam ein detailliertes Lastenheft erstellt, in welchem sowohl der Funktionsumfang der KI-basierten Lösung als auch die Anforderungen an Hard- und Software spezifiziert wurden. Basierend hierauf wurden geeignete Anbieter recherchiert und Machbarkeitsstudien durchgeführt. Es wurden zudem verschiedene Unternehmen identifiziert, welche durch qualitativ hochwertige Kamertechnologien aufgenommene Bilder entsprechend den Fehlertypen klassifizieren und somit als Gut- bzw. Schlechtteil kategorisieren können. Nach der finalen Anbieterauswahl durch die Helmut Meeth GmbH & Co. KG begann die gemeinsame Entwicklung des neuen Prüfstandes mit dem ausgewählten Partnerunternehmen.

Diese beiden Best-Practice Beispiele sollen KMU zeigen, wie sie zum digitalen Vorreiter werden können und bereits heute KI-Technologien zur Lösung vorliegender Probleme im Unternehmen einsetzen können. Durch den Einblick in das Vorgehen anderer Unternehmen bei KI-Projekten bauen KMU Berührungspunkte gegenüber KI ab und der Weg zum Einsatz fällt leichter.

### Schritt 3: KI-Readiness-Check (KIRC)

Das Tool „KI-Readiness-Check (KIRC)“ [8] steht jedem Unternehmen online frei zur Verfügung. Zu finden ist es auf unserer „Plattform für Innovation“ WERNER. Nachdem

wir die KMU durch erstes KI-Grundlagenwissen und Best-Practice-Beispiele neugierig gemacht haben und diese vielleicht erste KI-Anwendungsfälle für ein KI-Projekt in ihrem Unternehmen identifizieren konnten, sollen KMU ihre eigene Bereitschaft für ein solches KI-Projekt einschätzen. Dabei hilft KIRC, denn zu diesem Bereitsein zählen neben IT-Infrastrukturen auch Faktoren, wie definierte Prozesse und Fähigkeiten sowie Akzeptanz durch Mitarbeiter:innen. Mit dem KIRC können KMU schnell und einfach ihre Reife für ein KI-Projekt messen und erhalten Handlungsempfehlungen für nächste Schritte. Durch personalisierte und spezifische Empfehlungen bekommen sie detaillierte Informationen dazu, wie sie ihren Reifegrad konkret verbessern können. Außerdem erhalten sie Informationen zu themenbezogenen Veranstaltungen und zu deutschlandweit passenden KI-Trainern:innen des Mittelstand-Digital Netzwerks. Das KIRC-Fragenportfolio umfasst Fragen aus den vier Themenfeldern „Anwendungsbereiche und Technologien“, „Prozesse, Strategie und Organisation“, „Mitarbeiter:innen“, „wirtschaftliche Perspektive, Produkte und Dienstleistungen“ sowie einem fünften Bereich mit allgemeinen Fragen. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf unserer Webseite: <https://kompetenzzentrum-kaiserslautern.digital/readiness-check/>.

#### Schritt 4: LEA

Neben unseren Veranstaltungen, Veröffentlichungen und dem KI-Readiness-Check können KMU das erste KI-Wissen über unser Online-Angebot weiter vertiefen. Hierfür stehen Kurse auf der digitalen Lern- und Aktionsplattform (LEA) [9] zur Verfügung, die deutschlandweit allen Interessenten offensteht. Themen, wie KI in der Produktion, digitale Geschäftsmodelle oder ortsunabhängiges Arbeiten, sind dort als Lerneinheiten verfügbar und können individuell durchlaufen werden. Die abwechslungsreichen Lernformate gliedern sich in die fünf Themenbereiche „Digitalisierung von Prozessen und Produkten“, „Digitalisierung in der Produktion“, „Digitalisierungsstrategie und Geschäftsmodelle“, „Mensch und Organisation in der Digitalisierung“ sowie dem übergreifenden Thema „digitaler Transformationsprozess“. Innerhalb der Lerneinheiten finden sich auch Elemente wie Interviews, Tool-Clips, Quizze oder weitergehende Informationen zum Download. Der Austausch mit anderen Nutzenden erfolgt über Foren zu den Kursen und Themen. Als besonderes Highlight steht auf LEA das beliebte Planspiel „Digitalisierung richtig angehen“ zur Verfügung.

## Schritt 5: PAUL

Nachdem viel theoretisches Wissen durch unsere Veranstaltungen, Veröffentlichungen oder der LEA-Plattform aufgebaut wurde und KMU neugierig auf die Leistungsfähigkeit von KI-Technologien geworden sind, geht es bei unserem Schulungsdemonstrator PAUL [10] nun darum, KI auch zu erleben. Dieser wurde entwickelt, um die neuen Technologien und aktuelle Forschung im Kontext von Industrie 4.0 erlebbar und greifbar zu machen. PAUL steht für „Produktion und Automatisierung erLeben“ und soll KMU nachhaltig und spielerisch für die oft abstrakten und sehr theoretischen Konzepte von Industrie 4.0 und künstlicher Intelligenz begeistern.

Mit dem Erleben-Konzept und einem bewusst sehr spielzeughaften, einfachen Design der Hardware- und Softwarekomponenten wird das Ziel verfolgt, KMU dazu anzuregen, eigene Ideen zu entwickeln und konkrete Anwendungsfälle im eigenen Unternehmen identifizieren zu können. Besucher:innen können hierüber selbst ein Produkt fertigen, wodurch die Hemmschwelle gegenüber neuen Technologien gesenkt und bestehende Ängste und Sorgen gezielt abgebaut werden sollen. Neben Möglichkeiten zur Digitalisierung rund um Produktionsprozesse werden Methoden zur Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine, Konzepte zur Nachrüstung bestehender Maschinen (Retrofitting) sowie die Einsatzmöglichkeiten künstlicher Intelligenz in direkten und indirekten Bereichen der Fertigung gezeigt und spielerisch greifbar gemacht.

### Was macht PAUL?

In PAUL werden kleine Spielwürfel in individuellen Konfigurationen gefertigt, um beispielhaft das Prinzip individueller Produkte in kleinen Losgrößen, bis hin zu Losgröße 1 demonstrieren zu können. Eine Losgröße (eng. Batch Size), ist dabei die Menge an Teilen oder Baugruppen, die produziert werden. Der Würfel repräsentiert ein individualisierbares Beispielprodukt, das für jeden Besucher direkt greifbar und verständlich ist. In einer Bestellmaske kann ein solcher Würfel konfiguriert werden. Der aktuelle Aufbau des Demonstrators umfasst mehrere Module, anhand derer verschiedene Technologien gezeigt werden, wie z. B. eine Mensch-Maschine Schnittstelle (etwa bei Tablets und Smartphones), oder auch ein einfach gestaltetes Assistenzsystem, das den Werkenden durch den Produktionsprozess führt.

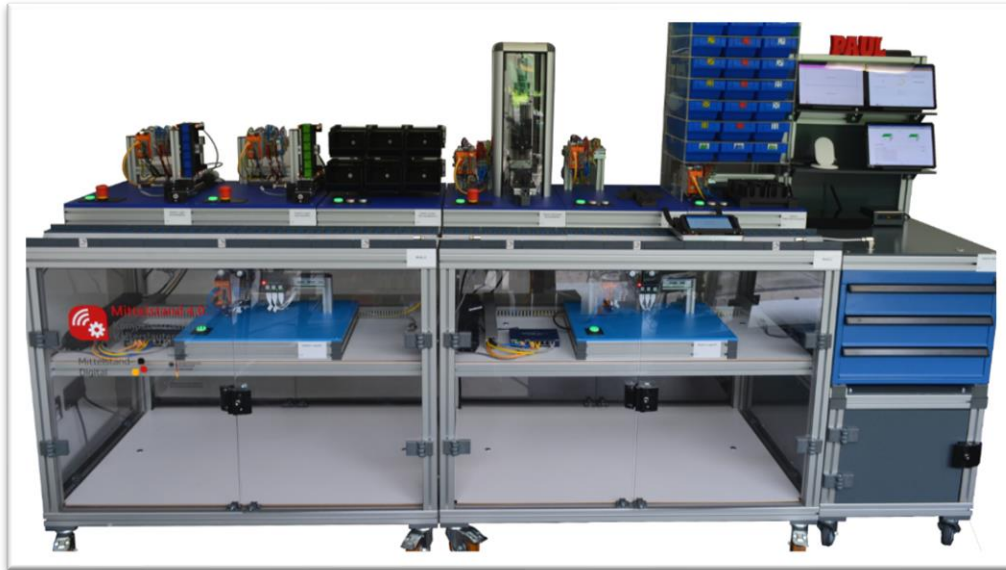


Abbildung 3: Schulungsdemonstrator PAUL.

### Worin steckt dann die KI?

Der ursprüngliche Aufbau wurde nachträglich um ein KI-Modul erweitert, das PAUL zusätzliche Fähigkeiten der künstlichen Intelligenz verleiht. Mit der Erweiterung des Moduls sollten typische menschliche Fähigkeiten, wie das Sehen und das Hören von Maschinen, demonstriert werden. Gezeigt wird dies explizit durch den Einsatz einer Spracherkennungstechnologie sowie eines Chatbots, über die bspw. Würfelbestellungen durchgeführt oder Lagerbestände abgefragt werden können. Sprache und Schrift als Kommunikationsmedium bringen die Maschine näher an die Verständigung mit Menschen heran und erleichtern somit die Bedienung erheblich.

Auch im indirekten Bereich der Fertigung kann künstliche Intelligenz unterstützen. Aufwändige und fehleranfällige Aufgaben, wie das Übermitteln und Einpflegen von Lieferscheinen und Rechnungen, können automatisch durchgeführt werden. PAUL nutzt dazu einen einfachen Scanner, der Rechnungen und Lieferscheine in Papierform digitalisiert und für eine KI-Komponente zur Verfügung stellt. Diese erkennt aufgeführte Posten, Stückzahlen und Beträge und führt sie automatisch dem Warenwirtschaftssystem zu. Explizit soll mit dem KI-Modul demonstriert werden, dass künstliche Intelligenz rund um die Fertigung den Menschen unterstützen und diesen nicht ersetzen soll. Eine Maschine kann den Menschen mithilfe künstlicher Intelligenz wie eine elektronische Kolleg:in zur Seite stehen.

## Schritt 6: Strategieunterstützung & KI Implementierung

Hat ein KMU ausreichend Informationen und Kompetenzen im Bereich KI gesammelt und konnte sich für die Umsetzung von KI qualifizieren, entsteht in den meisten Fällen im Anschluss bei dem ein oder anderem KMU eine konkrete Projektidee. Diese gilt es dann strategisch zu planen und anschließend zu entwickeln. Um Unternehmen besonders in diesen entscheidenden Phasen zu begleiten, bietet das Mittelstand-Digital Netzwerk, und dementsprechend auch das Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern, individuelle Unterstützungen für konkrete Projekte von KMU an. Diese Unterstützungsformate werden KMU in drei verschiedenen Varianten angeboten: Ideentag, Ideenwerkstatt und Projektbegleitung. Solche Angebote ermöglichen es uns, KMU genau an dem Punkt abzuholen, an dem diese momentan stehen, um dann mit unserer Unterstützung ihre Ideen in die Realität umzusetzen. So eignet sich ein Ideentag, um beispielsweise eine bestehende KI-Idee seitens des Unternehmens für ein Projekt nochmals klar zu definieren oder überhaupt eine solche Idee zu entwickeln, falls das Unternehmen noch keinen Anwendungsfall identifizieren konnte. Dagegen geht es in einer Ideenwerkstatt und einer Projektbegleitung dann konkreter in Richtung Umsetzung der KI-Idee. Daher spielen auf dem Weg zur Digitalisierung und KI-Transformation solche zugeschnittenen Formate eine entscheidende Rolle, um ganz individuell auf die Ziele eines KMU eingehen zu können.

## Der erste Schritt Richtung KI

Die Transformationskraft der künstlichen Intelligenz ist sehr stark. Sie wird definitiv die Lebensqualität der zukünftigen Generation verbessern. Der Einsatz von KI kann KMU einen immensen Mehrwert einbringen, aber die Angst vor der Veränderung und das Fehlen des zugehörigen Wissens sind noch oft Hindernisse auf dem Weg zu größerem Erfolg. Mit unseren oben aufgeführten Tools und Formaten unterstützen wir dabei, diese Angst über Wissensvermittlung und durch Beispiele abzubauen, damit diese ihre Ziele besser erreichen können. KI ist die Zukunft und es ist der richtige Zeitpunkt, die ersten Schritte in diese Richtung zu unternehmen. Innerhalb von Mittelstand Digital begleiten wir KMU, die Unterstützung suchen, und gemeinsam können wir ein KI-Verständnis schaffen, das den Menschen einschließt und auf die Reise neue Implementierungen im Unternehmen mitnimmt.

**Jibinraj Antony** machte seinen Bachelor in Maschinenbau an der Mahatma Gandhi University in Indien und erwarb später seinen Master-Abschluss mit Schwerpunkt Mechatronik an der Universität Siegen. In Projekten des Mittelstand-Digital Zentrums Kaiserslautern beschäftigt er sich als KI-Trainer derzeit mit diversen Bereichen von KI mit dem Fokus der industriellen Umsetzung.



**Alexandra Ritter** studierte in Kaiserslautern Maschinenbau und Verfahrenstechnik mit dem Schwerpunkt Fahrzeugtechnik. Sie beschäftigt sich in Forschungsprojekten mit Fertigungstechnik und Engineering Simulation Software. Im Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern wirkt sie bei Umsetzungs- und Unterstützungsprojekten rund um das Thema Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz mit und hält Vorträge, Workshops und Seminare als KI-Trainerin.

## Literaturverzeichnis & Verweise

- [1] *arXiv submission rate statistics*, 2019. [Online]. URL: [https://arxiv.org/help/stats/2019\\_by\\_area/index](https://arxiv.org/help/stats/2019_by_area/index).
- [2] David, D., *The Rise of the Machines: how computers have changed work*, University of Zurich: UBS Center Public Paper Series 4, University of Zurich: UBS International Center of Economics in Society., 2015.
- [3] Webseite des Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern, 2021. [Online]. URL: <https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/>.
- [4] *MDZ- Veranstaltungen*, 2021, URL: <https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/veranstaltungen>.
- [5] *MDZ-Downloads*, 2021, URL: <https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/download>.

- [6] *KI-Kochbuch: Rezepte für den Einsatz Künstlicher Intelligenz in Unternehmen*, BSP Business School Berlin – Hochschule für Management GmbH in Kooperation mit DFKI GmbH & FTK e.V., 10 März 2021. URL: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/zentrum-kommunikation-ki-kochbuch.html>.
- [7] *Best Practices: So geht Digitalisierung im Mittelstand*, MDZ Kaiserslautern, 2021. URL: <https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/best-practices>.
- [8] *KI-Readiness-Check*, DFKI, 2021. URL: <https://werner.dfki.de/readiness-welcome>.
- [9] *Willkommen auf der Lern- und Aktionsplattform LEA*, 2021. URL: <https://lea.ita-kl.de/dmz/>.
- [10] *Schulungsdemonstrator PAUL und seine eStandards*, 2021. URL: <https://kompetenzzentrum-kaiserslautern.digital/panorama-tour-paul/>.
- [11] *HELMUT MEETH GmbH & Co. KG*, [Online]. URL: <https://helmut-meeth.com/ueber-uns/>.
- [12] *Lernende Systeme - Die Plattform für Künstliche Intelligenz*, 2021, URL: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>
- [13] „Satherm GmbH,“ URL: <https://satherm.com/de/>.



# Informations- materialien



# KI in Unternehmen: Praxisbeispiel Helmut Meeth GmbH & Co.KG

## Das Unternehmen



Abbildung: Betriebsalltag in der Firma Meeth GmbH & Co.KG, Rechte beim Mittelstand-Digital Zentrum Kaisers-

fällen. Der Vertrieb läuft bundesweit und im benachbarten Ausland über den Fachhandel, regional auch im Direktvertrieb.

Die Helmut Meeth GmbH & Co. KG ist seit 1985 am Markt etabliert. Am Firmensitz in Wittlich in der Eifel sind zurzeit rund 150 Mitarbeiter beschäftigt. Hergestellt werden hier sowohl Fenster als auch Haustüren aus dem Werkstoff PVC. Hochwertige Materialien, Fertigungstechnik auf dem neusten Stand und strenge Qualitätsrichtlinien führen zu Produkten, die höchste Ansprüche erfüllen.

## Informieren & Qualifizieren: Der KI-Readiness-Check als wichtiges Werkzeug

Bevor sich die Helmut Meeth GmbH für eine Zusammenarbeit mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern entschieden hat, hat sich das Unternehmen auf Veranstaltungen des Zentrums grundlegende Informationen über die Einsatzgebiete von Künstlicher Intelligenz eingeholt. Im nächsten Schritt ist das Unternehmen auf das Zentrum zugegangen und hat anschließend den KI-Readiness-Check gemacht, um zu prüfen, inwiefern der Betrieb auf die Einführung von KI vorbereitet ist und ob eine Implementierung überhaupt sinnvoll ist.

## Strategieunterstützung: Damit sich der Betrieb auf sein Tagesgeschäft konzentrieren kann

### 1. Meilenstein: Kick-Off der KI-Projektbegleitung

Digitalisierung und Automatisierung des optischen Prüfverfahrens von Fensterglas – unter diesem Motto stand die KI-Projektbegleitung mit der Helmut Meeth GmbH & Co. KG.n. Gemeinsam mit den KI-Trainer:innen des Mittelstand-Digital Zentrums Kaisers-

lautern hat das Unternehmen sein bis dato analoges optisches Prüfverfahren der Glas-scheibens unter die Lupe genommen. Das Ziel war: Der anstrengende und zeitaufwendige Prüfprozess durch einen Mitarbeiter soll mithilfe einer digitalen, auf Künstlicher Intelligenz basierenden Anwendung vereinfacht werden. So sollte auf die bereits durchgeführte Vorarbeit aus der KI-Ideenwerkstatt mit Meeth aufgebaut werden. Im virtuellen Kick-Off Workshop wurde zunächst die grundsätzliche Vorgehensweise der Projektbegleitung besprochen und der Name der KI-Projektbegleitung festgelegt: „Einführung eines KI-basierten optischen Prüfverfahrens für Fensterglas“. Außerdem wurde ein erster Zeitplan für die weiteren Schritte erstellt und das Lastenheft, welches in der Ideenwerkstatt formuliert worden ist, finalisiert.

## 2. Meilenstein: Eingrenzung der Anbieterauswahl

Beim zweiten Workshop haben die KI-Trainer:innen gemeinsam mit den Projektverantwortlichen von Meeth die Anbieterauswahl eingegrenzt. Es wurden ein paar Anbieter ausgewählt, die die an die Lösung gestellten Anforderungen voraussichtlich am besten erfüllen können. Einige dieser Auswahlkriterien sind zum Beispiel, dass das System KI-gestützt sein soll und dass der Anbieter bereits ähnliche Anwendungsfälle wie den Use-Case der Projektbegleitung umgesetzt hat. Konkret soll die Lösung aus einer Technologie, die die Daten der Glasscheiben erfasst, und einer passenden Software bestehen, so dass die gelieferten Glasscheiben vor Einbau in Tür- und Fensterrahmen automatisch auf Fehler überprüft werden können. Die Verantwortlichen von Meeth haben die ausgewählten Anbieter in einem nächsten Schritt mithilfe des Lastenhefts angefragt und gemeinsam mit dem Projektteam vom Zentrum Kaiserslautern deren Angebote verglichen.

## 3. Meilenstein: Machbarkeitsstudien

Mit dem gemeinsam mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern erstellten Lastenheft, wurden von der Helmut Meeth GmbH & Co. KG einige Anbieter für die Qualitätskontrolle angefragt und Machbarkeitsstudien in Auftrag gegeben. Als vielversprechend erwies sich ein Unternehmen aus Rheinland-Pfalz, da es über das Wissen und die Erfahrung mit KI, Kameras und Sensoren verfügt. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden eine Vielzahl potenzieller Glasfehler in ein selbstlernendes System eingespeist, welches dann erkennt, ob diese noch toleriert werden können oder das Glas nicht verwendet werden kann. In den darauffolgenden Wochen wurde die Machbar-

keitsstudie beendet, mit den Erkenntnissen und den Details daraus hat das Unternehmen den Auftrag für die automatisierte Anlage ausgeschrieben. „Die Zusammenarbeit mit dem Zentrum Kaiserslautern hat uns schon jetzt begeistert, da wurde aus unserer Idee sehr schnell eine fundierte Planung und Umsetzung“, sagte Markus Jungbluth, Projektleiter bei der Helmut Meeth GmbH.

#### 4. Meilenstein: Abschluss der Projektbegleitung

Nach erfolgreicher Erstellung des detaillierten Lastenhefts für ein System zur optischen Qualitätskontrolle auf Basis von KI bei der Helmut Meeth GmbH und Co. KG stand bei dem mittelständischen Hersteller von RAL-zertifizierten Fenstern und Türen schließlich die finale Anbieterauswahl und Implementierung der KI-Lösung mit dem Anlagenbauer an. Diesen Schritt führt das Unternehmen selbstständig mit dem ausgewählten Anbieter aus und die konkrete Projektarbeit des Mittelstand-Digital Zentrums Kaiserslautern endete an dieser Stelle. Der Input der Digitalisierungsexpert:innen ist eingearbeitet und verwertet und die gemeinsame Projektbegleitung somit offiziell abgeschlossen. In einem weiteren Schritt wird Helmut Meeth die ausgewählte Technologie dann in Ihre bestehende Produktion einbinden und die Mitarbeitenden so von der anstrengenden Aufgabe der optischen Qualitätskontrolle entlasten.

# Künstliche Intelligenz als Innovationstreiber

## Einsatz von KI im Unternehmen

KI-Anwendungen eröffnen dem Mittelstand ein breites Spektrum an Chancen, um die Wertschöpfung zu bereichern, indem Prozesse optimiert und neue Geschäftsmodelle generiert werden. Beispiele für KI-Anwendungen aus der aktuellen unternehmerischen Praxis sind die vorausschauende Wartung von Produktionsmaschinen durch die Sammlung, Analyse und Nutzung von Daten (Smart Data-Analysen), der Einsatz von Bilderkennung zur automatischen Sortierung von beispielsweise Batterien oder Lebensmitteln oder die (Kunden-) Kommunikation mithilfe von textbasierten Dialogsystemen (Chatbots).

## KI - Sensibilisierung der Mitarbeitenden

Die Wirtschaft wandelt sich in einem atemberaubenden Tempo, so dass man als Unternehmer aber vor allem auch als Mitarbeitender den Überblick darüber verliert, was es für Fortschritte und Neuerungen gibt. Diese Orientierungslosigkeit aber auch die Umstände, dass KI oftmals als kompliziert wahrgenommen wird, sind zwei der Gründe, weshalb nach wie vor große Bedenken beim Einsatz von KI bestehen, sowohl beim Management als auch bei den Mitarbeitenden. Es fehlt an Vertrauen in KI, was in Bedenken und Ängsten und schließlich in einer geringen Akzeptanz mündet. Damit KI-Lösungen jedoch effektiv im Unternehmen genutzt und KI-Projekte erfolgreich durchgeführt werden können, müssen die Mitarbeitenden mitziehen. Hier gilt es, eine innovationsfreundliche und eine sich gegenseitig unterstützende Unternehmenskultur zu pflegen. Das Management trägt dabei eine besondere Verantwortung und sollte die Bedenken und Ängste ihrer Belegschaft ernst nehmen und im Falle von Zweifeln rechtzeitig gegensteuern.

Gleichzeitig sollte frühzeitig Transparenz geschaffen werden, um die nachhaltige Akzeptanz und Mitarbeit der Arbeitnehmenden zu fördern. Die jeweilige Ausgestaltung innerhalb der Unternehmen entscheidet, ob der Einsatz von KI für die Belegschaft ent- oder belastend wirken und ob sie die Effizienz des Unternehmens nachhaltig steigert.

Um den Mitarbeitenden die Ängste und Bedenken zu nehmen und die Einführung von KI-gestützten Technologien so reibungslos wie möglich zu gestalten sollten folgende Schritte berücksichtigt werden:

## Big Picture aufzeigen:

- Erklären Sie, welches Ziel (z. B. effizientere Prozesse, weniger Fließbandarbeit) mit dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz verfolgt wird.
- Was sind die Gründe für den KI-Einsatz und welchen Vorteil bringt sie?
- An welchen Stellen genau soll die KI eingesetzt werden, welche Aufgabe hat sie und wo sind die Grenzen?

## Ängste nehmen:

- Gehen Sie auf die (einzelnen) Mitarbeitenden ein.
- Erklären Sie, inwieweit sich die Tätigkeitsprofile und die individuelle Rolle der Mitarbeitenden verändern wird.
- Gehen Sie auf die Fragen ein, welchen Einfluss die KI auf die jeweiligen Arbeitsbereiche haben wird und was für Berührungspunkte die Arbeitnehmenden mit der KI haben werden.

## Qualifizierung:

- Um das Verständnis für KI zu stärken und auch um einen Umgang mit KI überhaupt zu ermöglichen, bedarf es der Weiterbildung und Qualifizierung der Belegschaft.
- Entsprechend der jeweiligen Berührungspunkte müssen einzelne Mitarbeitende zu Expert:innen ausgebildet werden, bei anderen reicht ein grundlegendes Verständnis.

## Wie kann ich KI verstehen lernen?

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Cottbus thematisiert in seiner neuen Publikation „Künstliche Intelligenz im Mittelstand“ grundlegende Themenschwerpunkte, die bei der Einführung von Künstlicher Intelligenz in Ihrem Unternehmen berücksichtigt werden sollten. Weitere Informationen rund um KI finden Sie auf der [Webseite des Zentrums](#).

## Mittelstand-Digital - Kostenfreie Unterstützungsangebote für Unternehmen

Mit regionalen und thematischen Zentren bietet Mittelstand-Digital im ganzen Bundesgebiet kompetente und anbieterneutrale Anlaufstellen zur Information, Sensibilisierung und Qualifikation: Hier können kleine und mittelständische Unternehmen und Handwerksbetriebe durch Praxisbeispiele, Demonstratoren, Informationsveranstaltungen und den gegenseitigen Austausch die Vorteile der Digitalisierung erleben.

KI ist einer der zentralen Inhalte des Förderschwerpunktes Mittelstand-Digital im Rahmen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). In diesem Zusammenhang werden in unterschiedlichen Mittelstand-Digital Zentren auch KI-Trainer:innen ausgebildet, die mit kostenfreien und anbieterneutralen Workshops, Unternehmensbesuchen, Vorträgen, Roadshows und vielen anderen Angeboten über das Thema Künstliche Intelligenz aufklären. Eine Liste zu den KI-Trainer:innen finden Sie auf der Webseite vom [BMWK / Angebote / KI-Trainer](#) und auf den folgenden Seiten.

### Was ist Mittelstand-Digital?

Das Netzwerk Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung und unterstützt finanziell bei Digitalisierungsprojekten.

Zu Mittelstand-Digital gehören:

- die geförderten Zentren,
- das Investitionszuschussprogramm Digital Jetzt und
- die Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft samt der Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand.

- Nutzen Sie auch die bundesweiten Workshops und Veranstaltungen rund um das Thema KI.
- Informieren Sie sich in unserem [KI-Kochbuch](#) über Einsatzgebiete, Anwendungen und Praxisbeispiele sowie rechtliche und ethische Aspekte bei der Einführung von KI.
- Machen Sie den [KI-Readiness-Check](#).
- Sprechen Sie uns direkt an, um bei der Einführung von KI in Ihrem Unternehmen begleitet zu werden. Wir unterstützen Sie von der Identifikation eines konkreten Anwendungsfalls, über den Projektplan, bis hin zu Recherche geeigneter Anbieter.

## Mittelstand-Digital Zentren und ihre KI-Trainer:innen

### Mittelstand-Digital Zentrum Augsburg

Nachhaltigkeit, Digitalen Strategien, KI, Arbeit 4.0, Finanzen 4.0

Klaus Fink: klaus.fink@igcv.fraunhofer.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Bau

Digitalisierung und Nachhaltigkeit im Bau

Mathias Hegert: m.hegert@ebz-kl.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Berlin

Design-Thinking und KI in Unternehmenskultur

Martin Talmeier: martin.talmeier@hpi.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz

Rechtliche Aspekte von KI, maschinelles Lernen

Martin Folz: martin.folz@mb.tu-chemnitz.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

IT-Sicherheit, KI in der Produktion

Christian Kubik: christian.kubik@ptu.tu-darmstadt.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Fokus Mensch

Usability & User Experience von KI-Anwendungen, Digitale Geschäftsmodelle

Manuel Kulzer: m.kulzer@kompetenzzentrum-usability.digital

### Mittelstand-Digital Zentrum Hamburg

Supply Chain Management & Supply Chain Risikomanagement

Martik Brylowski: martin.brylowski@tuhh.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Hannover

KI in der Produktion, IT-Sicherheit

Paulina Merkel: merkel@mitunsdigital.de



**Mittelstand-Digital Zentrum Ilmenau**

Maschinelles Lernen, Neuronale Netze  
Antje Siegel: siegel@kompetenzzentrum-ilmenau.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern**

Neuronale Netze, Intelligente Assistenzsysteme  
Jonas Brozeit: jonas.brozeit@komz-kl.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Ländliche Regionen**

KI-Systeme für Gesundheitswirtschaft & Pflege  
David Unbehau: unbehau@kompetenzzentrum-siegen.digital

**Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück**

Digitale Geschäftsmodelle, Cloud  
Sascha Rose: sascha.rose@hs-osnabrueck.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Magdeburg**

KI in Ernährungs- und Landwirtschaft & in Produktion und Logistiksteuerung  
Sergeii Kolomiichuk: sergeii.kolomiichuk@iff.fraunhofer.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Rheinland**

KI in Einkauf & Produktion, Einsatz bei IoT Geräten  
Loui Al-Shrouf: loui@digital-rheinland.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL**

Digitale Geschäftsmodelle & Maschinelles Lernen  
Martin Friedrich: martin.friedrich@iml.fraunhofer.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken**

Data Mining, Prozessautomatisierung  
Attique Bashir: a.bashir@komzetsaar.de

**Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe**

Neuronale Netze, Intelligente Assistenzsysteme  
Steffen Seeger: Steffen.Seeger@stfi.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

Intelligente Assistenzsysteme, Arbeitsgestalterisches & Organisatorisches in KI  
Sascha Vökler: sascha.voekler@b-tu.de

### Mittelstand-Digital Zentrum WertNetzWerke

Digitale Geschäftsmodelle, Predictive Maintenance  
Klaus Kaufmann: klaus.kaufmann@gs1.de

### Mittelstand-Digital Zentrum Zukunftskultur

KI verstehen & anwenden, Unternehmenskultur, Nachhaltigkeit  
Kristina Bodrozic: kristina.bodrozic-brnic@digitalzentrum-zukunftskultur.de

## Ein Lernangebot für die direkte Anwendung

Sie möchten KI auch in Ihrem Unternehmen einführen und sind gerade auf dem Weg nach einem geeigneten Einstieg? Erste Recherchen zeigen, dass es an Informationen und Kursen nicht mangelt, doch was ist notwendig, um wirklich anzufangen? Mittelstand-Digital hat genau dafür ein kostenfreies Lernangebot geschaffen, welches Sie bei der Einführung von KI-Anwendungen im Betrieb unterstützt! Dieses Lernangebot erklärt KMU eine ganzheitliche Strategie für die Einführung von KI. Es zeigt Schritt für Schritt auf, was KMU tun müssen, um sich dem Einsatz von KI zu nähern. Es geht dabei nicht in erster Linie um die Technik, sondern darum, wie Sie bei der Implementierung einer KI-Lösung im eigenen Unternehmen vorgehen sollten. Der Kurs setzt also an dem Punkt an, an dem sich ein Unternehmen für die Einführung von KI entschieden hat und nun wissen möchte, wie es vorgehen soll bei der Auswahl der konkreten Lösung und der Implementierung.

### Worum geht es?

Der Onlinekurs "KI-Kompetenz für KMU - Ein Anwendungs-kurs" gibt KMU einen Einblick darüber, welche Schritte gegangen werden müssen, um mit KI anzufangen. Ganz praktisch und pragmatisch wird erklärt, was die ersten Überlegungen sein sollten. Das begleitende Übungsheft enthält Vorlagen und Checklisten, um die Brücke zwischen Theorie und Praxis sowie den Transfer auf das eigene Unternehmen herzustellen.

## Wie ist der Kurs aufgebaut?

Der Kurs beschäftigt sich mit folgenden zentralen Fragestellungen:

- Welcher Mehrwert, aber auch Herausforderungen sind mit der Einführung von KI verbunden?
- Welche Aspekte müssen beim Kauf oder auch bei der Selbstentwicklung von KI beachtet werden?
- Welche strategischen Aspekte und Voraussetzungen müssen für eine langfristige KI-Einbindung geschaffen werden?

Begleitend zum Onlinekurs und Übungsheft wird es eine Anwendungsfall-Bibliothek geben. In dieser werden über 100 Anwendungsfälle ausführlich beschrieben. Die Anwendungsfälle sind nach Unternehmensfunktionen (sowie HR, Logistik, etc.) sortiert und für branchenspezifische Anwendungsfälle nach unterschiedlichen Branchen geclustert. Die Anwendungsfälle sind auf einer interaktiven Webseite dargestellt und dienen als Inspirationsquelle für KMU, die mit KI anfangen wollen, aber noch nicht wissen, wie sie KI in ihrem Unternehmen einsetzen können.

## Was sind die Voraussetzungen für eine Teilnahme?

Das Programm richtet sich an Management, Geschäftsführung, interessierte Mitarbeiter:innen von mittelständischen Unternehmen (unabhängig von der Branche oder der Größe des Unternehmens).

Für die Teilnahme sollte eine erste Sensibilisierung, also ein grundlegendes Interesse dem Thema gegenüber, und erste Informationen- für das Thema KI bereits stattgefunden haben, es wird jedoch kein tiefergehendes Wissen über KI benötigt. Da es sich um einen onlinebasierten interaktiven Kurs handelt, der im Browser läuft, können Sie den Kurs im eigenen Tempo machen.

## Anmeldung

Start des Programmes ist April 2022. Alle weiteren Informationen zu dem Kurs und der Anmeldung finden Sie unter [www.mittelstand-digital.de/ki-anwendungskurs](http://www.mittelstand-digital.de/ki-anwendungskurs).

Ihr Ansprechpartner:

**Christian Märkel**

E-Mail: [c.maerkel@wik.org](mailto:c.maerkel@wik.org)

## Nutzen Sie auch „Digital Jetzt“ – die Investitionsförderung für KMU

Digitale Technologien und Know-how entscheiden in der heutigen Arbeits- und Wirtschaftswelt über die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. Damit der Mittelstand die wirtschaftlichen Potenziale der Digitalisierung ausschöpfen kann, unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit dem Programm „Digital Jetzt – Investitionsförderung für KMU“. Das Programm bietet finanzielle Zuschüsse und soll Firmen dazu anregen, mehr in digitale Technologien sowie in die Qualifizierung ihrer Beschäftigten zu investieren.

Alle Informationen zu „Digital Jetzt“ finden Sie auf der [Webseite des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz \(BMWK\)](#).

