

**Pratt**

**Goldsmiths**  
UNIVERSITY OF LONDON

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND MUSEEN

---

Ein Toolkit

Dr. Oonagh Murphy  
Dr. Elena Villaespesa

Deutsche Fassung

Dr. Johannes Bernhardt  
Dr. Tabea Golgath  
Sonja Thiel

Badisches  
Landes

*museum x*  
Museum

**link**



Erste Veröffentlichung der englischen Fassung 2020  
Von Goldsmiths, University of London  
New Cross  
London SE14 6NW

Übersetzte und erweiterte Version 2022

ISBN der deutschen Fassung (print) 978-1-913380-34-2  
ISBN der deutschen Fassung (elektronisch) 978-1-913380-31-1  
Die deutsche Fassung steht unter der Lizenz CC-BY-SA 4.0

Verfasst von:  
Dr. Oonagh Murphy, Goldsmiths, University of London  
Dr. Elena Villaespesa, Pratt Institute

Weitere Beiträge von:  
Luba Elliott, Ariana French, Jennie Choi, Casey Scott-Songin

Übersetzung, Erweiterungen und Vorwort:  
Dr. Johannes Bernhardt, Dr. Tabea Golgath, Sonja Thiel

Weitere Beiträge von:  
Dominik Bönisch, Yannick Hofmann

Museen:

THE  
NATIONAL  
GALLERY

THE  
MET

AMERICAN MUSEUM  
OF NATURAL HISTORY

Badisches  
Landes  
Schloss Karlsruhe  
Museum

//////KIII  
zentrum für kunst  
und medien karlsruhe

Ludwig  
Forum  
Aachen

Partner:

Goldsmiths  
UNIVERSITY OF LONDON

Pratt

Badisches  
Landes  
museum x  
Museum

link

Das englische KI-Netzwerk  
wird finanziert von:

 Arts & Humanities  
Research Council

Das deutsche KI-Netzwerk ist Teil des Projekts  
Creative User Empowerment und wird finanziert von:

 Die Beauftragte der Bundesregierung  
für Kultur und Medien

# INHALT

<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>Nachdenken über KI</b>	<b>3</b>
<b>Praxisbeispiele</b>	<b>5</b>
American Museum of Natural History	5
The National Gallery	7
The Metropolitan Museum of Art	10
<b>Projekte</b>	<b>13</b>
ZKM   Zentrum für Kunst und Medien	13
Ludwig Forum Aachen	15
Das Badische Landesmuseum	17
<b>Arbeitsblätter</b>	<b>19</b>
KI-Fähigkeiten	19
KI-Ethik-Workflow	21
Stakeholder-Management	23
<b>Glossar</b>	<b>25</b>
<b>Projektlinks und Ressourcen</b>	<b>31</b>
<b>Danksagungen</b>	<b>33</b>
<b>Notizen</b>	<b>35</b>



# VORWORT

Erinnern Sie sich an das Gefühl, eine fremde Sprache zu lernen? Für viele Mitarbeiter\*innen von Museen und Kulturschaffende fühlt sich die Auseinandersetzung mit Künstlicher Intelligenz (KI) genauso an. Man muss sich fremde Vokabeln, Logiken und Denkweisen aneignen, um sich im neuen Terrain zurecht zu finden. Selbst Gespräche mit Informatiker\*innen setzen ein Grundverständnis voraus, um realistische Erwartungen für gemeinsame Projekte zu formulieren. Möchten Kultureinrichtungen das Themenfeld Künstliche Intelligenz erschließen, führt an Austausch und Zusammenarbeit kein Weg vorbei.

Im englischsprachigen Raum haben Oonagh Murphy (Goldsmiths, University of London) und Elena Villaespesa (School of Information, Pratt Institute) 2019 *The Museums + AI Network* gegründet. Etwa zur selben Zeit lief am Badischen Landesmuseum die Konzeption eines großangelegten KI-Projekts und von der Stiftung Niedersachsen wurde das LINK-Programm zur Förderung von kulturellen KI-Projekten lanciert. Um die gemeinsamen Bemühungen zu bündeln, auch im deutschsprachigen Raum ein KI-Netzwerk anzustoßen und die Vernetzung mit den englischsprachigen Kolleg\*innen voranzutreiben, war für Frühling 2020 eine erste Auftaktveranstaltung geplant – wie vieles andere fiel sie der Pandemie zum Opfer.

Seither hat sich viel getan. Das Themenfeld Künstliche Intelligenz hat auch im deutschsprachigen Raum Fahrt aufgenommen, an vielen Kultureinrichtungen und Hochschulen laufen Pilotprojekte, das Thema wird in Ausstellungen und Vermittlung verhandelt, Festivals und Hackathons widmen sich der Entwicklung im künstlerischen Bereich. Im Frühling 2021 konnte auch der Auftakt für das deutschsprachige *KI & Museen-Netzwerk* in digitaler Form nachgeholt werden. Im Rahmen dieser Veranstaltung haben Oonagh Murphy und Elena Villaespesa neben Einblicken in das englischsprachige Netzwerk einen Workshop zur Reflexion von KI-Projekten durchgeführt und dafür die Arbeitsblätter ihres Toolkits verwendet. Es lag daher nahe, für die hiesige Auseinandersetzung einen leichteren Zugang zum Toolkit zu schaffen und eine deutsche Fassung vorzulegen.

Unser herzlicher Dank gilt Oonagh Murphy, Elena Villaespesa und allen Mitgliedern des englischsprachigen KI-Netzwerks für den offenen Austausch und die gemeinsame Realisierung der deutschen Fassung des Toolkits! Im Zuge der Übersetzung sind ein paar Anpassungen vorgenommen worden: Zum einen sind die drei Praxisbeispiele aus dem englischsprachigen Kontext um drei laufende Projekte aus dem deutschsprachigen Raum erweitert, zum anderen Links, Verweise und Projektlisten aktualisiert und ergänzt worden. Vor allem hoffen wir, dass das Toolkit auch im deutschen Kontext helfen kann, die Welt der Künstlichen Intelligenz zu öffnen und zur konstruktiven Debatte anzuregen!

Johannes Bernhardt  
Tabea Golgath  
Sonja Thiel

*The Museums + AI Network* wurde 2019 von Dr. Oonagh Murphy (Goldsmiths, University of London) und Dr. Elena Villaespesa (School of Information, Pratt Institute) gegründet. Das durch das *AHRC Research Networking Scheme* finanzierte Netzwerk hat bisher 50 führende Wissenschaftler\*innen und Museumsfachleute zusammengebracht, um aktuelle Anwendungen, Herausforderungen und künftige Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) sowohl in Großbritannien als auch in den USA kritisch zu untersuchen. Das Netzwerk hat sich in öffentlichen Veranstaltungen am Cooper Hewitt Smithsonian Design Museum in New York und dem Barbican Centre in London mit mehr als 200 Teilnehmer\*innen ausgetauscht.

Im Rahmen dieser Gespräche, Workshops und anderer Formate haben wir die gegenwärtige Praxis in den Blick genommen, uns mit dem technologiekritischen Diskurs auseinandergesetzt und in mehreren Iterationen mit Fachleuten aus 15 Museen und 6 Universitäten in beiden Ländern eine Reihe von Arbeitsblättern entwickelt. Mit politischen Entscheidungsträgern und Förderern haben wir uns ausgetauscht, um diese Entwicklungs-Tools in einen breiteren kulturpolitischen Kontext zu stellen.

Das vorliegende Toolkit fasst einige dieser Gespräche zusammen, markiert Ansatzpunkte für eine kritische Auseinandersetzung und dient als praktischer Ausgangspunkt für Museumsfachleute, die an der Arbeit mit Technologien aus dem weiten Feld der Künstlichen Intelligenz interessiert sind. Ziel des Toolkits ist es, Nichtspezialisten dabei zu unterstützen, die Möglichkeiten dieser Technologien besser zu verstehen und ein weites Spektrum an Museumsfachleuten dabei zu unterstützen, strategisch, ethisch und in der Umsetzung belastbare Projektpläne zu entwickeln.

Während der Entwicklung des Toolkits sind wir von Museen angesprochen worden, die sich Unterstützung beim Verstehen von KI, die Klärung von Schlüsselbegriffen und im Nachdenken über KI einen Überblick über die wichtigsten Aspekte wünschen. Dieses Toolkit versucht, eine erste Antwort auf diese Fragen zu geben und soll ein Anstoß zum Gespräch sein. Angesichts der Schnelllebigkeit des Themas haben wir uns gegen einen umfassenden Leitfaden entschieden und stattdessen versucht, Raum für kritische Reflexion zu schaffen – in vielerlei Hinsicht bieten wir mehr Fragen als Antworten.

Oonagh Murphy  
Elena Villaespesa

# NACHDENKEN ÜBER KI

Wenn Museen den Einsatz von KI-Anwendungen in Betracht ziehen, müssen sie über die möglichen Vorteile und Herausforderungen nachdenken, die sich bei diesen Technologien stellen. Die folgende Liste umfasst eine Reihe von Themen, die bedacht werden sollten. Da jedes Museum in einem einzigartigen Zusammenhang steht, ist diese Liste als Ausgangspunkt gedacht. Sie können sie nutzen, um mit ihrem erweiterten Team noch vor der Kalkulation oder Suche nach einer Finanzierung Projekte und Partnerschaften auszuloten.

## **Warum KI?**

Die Diskussion über KI wird häufig zu stark vereinfacht. Viele darunter verhandelte Technologien sind weit davon entfernt, über eine empfindsame Intelligenz zu verfügen, vielmehr haben wir es mit fortgeschrittenen Formen algorithmischer Entscheidungsfindung zu tun. Daher ist es wichtig, nicht nur die betreffende Technologie zu verstehen, sondern auch, welche Daten als Grundlage (Input) eingegeben werden müssen und welche Daten als Ergebnis (Output) herauskommen. Wie bei den meisten "neuen Technologien" kann es reizvoll sein, mit weltweit führenden Unternehmen zusammenzuarbeiten und zu einem Innovator der Museumspraxis zu avancieren. Frühere Trends von Apps bis 3D-Druck haben uns aber vor Augen geführt, dass jene Technologien am besten sind, die Lösungen für bestehende Fragen oder Herausforderungen eines Museums bieten, anstatt der Mission des Museums einfach eine weitere Aufgabe hinzuzufügen. Gut eingesetzte Technologie unterstützt die Mission des Museums.

## **Legal heißt nicht ethisch**

In Großbritannien und den USA ist Regulierung von Technologie häufig lückenhaft. So sind viele technische Lösungen von der Gesichtserkennung bis zur algorithmischen Entscheidungsfindung zwar legal, ethisch aber fragwürdig. Museen müssen als Institutionen mit gesellschaftlichem Auftrag neben gesetzlichen Regeln auch über ihre professionellen und ethischen Standards nachdenken, wenn es um die Entwicklung und Implementierung von KI-Technologien geht. Professionelle Standards für die digitale Museumspraxis lassen sich am besten interdisziplinär beschreiben, da viele Mitarbeiter\*innen in den Digitalabteilungen eher aus der Informatik als der Museologie kommen. Die Beschäftigung mit einer Vielzahl professioneller Standards kann dazu beitragen, eine differenzierte Praxis zu entwickeln, die sich an der Mission und den Werten des Museums orientiert.

## **Relevante Regelwerke für die Praxis:**

- Museums Association – Code of Ethics for Museums (UK)
- American Alliance of Museums – Code of Ethics for Museums (US)
- Standards für Museen (D)
- Chartered Institute for Archaeologists – Professional Practice Paper: An Introduction to Professional Ethics (UK and International)
- International Council of Museums – Code of Ethics for Museums (International)
- Association for Computer Machinery – Code of Ethics and Professional Conduct (International)

## **Verfügbare Tools**

Viele KI-Tools können kostenlos oder kostengünstig genutzt werden (oft durch Freemium-Modelle). Zu nennen wäre etwa das Tool IBM Watson zur Verarbeitung natürlicher Sprache, mit dem große Mengen an textbasierten Daten wie Besucherfeedback schnell und kostengünstig analysieren werden können. Mit Tools für Maschinelles Sehen wie die Google Cloud Vision API oder Microsoft Azure können Metadaten-Tags für Bilder erstellt werden, was für die Verwaltung von

umfangreichen Sammlungen sehr nützlich sein kann. Diese direkt verwendbaren Tools werden in den kommenden Jahren voraussichtlich immer ausgereifter werden und somit häufiger zum Einsatz kommen. Damit Museen solche Technologien in Übereinstimmung mit ihrer Mission nutzen können, müssen sie ein Bewusstsein für Qualitätssicherung und Bias-Management haben.

### **Qualitätssicherung**

Wenn ein computergestütztes Tool zur Entscheidungsfindung genutzt wird, ist es wichtig, dass Abläufe und Prozesse zur menschlichen Qualitätssicherung vorhanden sind. Zu untersuchen, wie dieser Prozess aussehen könnte, wird Ihnen bei der Reflexion helfen, welche Daten durch die KI-Tools generiert und wie diese Daten intern und extern genutzt werden sollen. Werden die Daten für Besucher\*innen zugänglich sein? Welche Auswirkungen hat die Generierung von Daten auf Besucher\*innen?

### **Bias-Management**

Ähnlich wie Museen haben Maschinen *per se* einen Bias. Während maschinelle Lernwerkzeuge wertvolle Metadaten für ihre Online-Sammlung liefern können, können sie Voreingenommenheiten und Tendenzen auch multiplizieren (Museumsbias X Maschinenbias). Daher ist ein Verständnis für die Trainingsdaten wichtig, die zum Anlernen der Maschine verwendet werden, ebenso wie für die Algorithmen, die zur Entscheidungsfindung verwendet werden. Nur so kann die Integrität jeder Anwendung dieser Technologien in Museen gewährleistet werden.

### **Zusammenarbeit mit Unternehmen**

Technologieunternehmen sind sehr an der Zusammenarbeit mit Museen interessiert, besonders mit großen Museen von nationalem und internationalem Rang. Museen kann dies Zugang zu modernster Technologie, maßgeschneiderten Lösungen (die viel effektiver sein können als die Verwendung verfügbarer Tools) und Unterstützung in Form von Sachleistungen durch technische Expert\*innen einbringen. Museen müssen über solche Partnerschaften aber genauso nachdenken wie über Fundraising. Was sind die ethischen Implikationen für den eigenen Ruf, wenn man mit einem bestimmten Technologieunternehmen in Verbindung steht? Wie verträgt sich diese Beziehung mit der Mission des Museums? Was können ganz unbeabsichtigte Folgen einer solchen Partnerschaft sein?

### **Kritischer Technologiediskurs**

Einige in diesem Toolkit angesprochene Punkte mögen problematisch klingen, im weiteren gesellschaftlichen Umfeld kommen die Technologien aber zunehmend zum Einsatz. Museen bietet sich in dieser Hinsicht die Möglichkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit diesen Technologien und ihren Auswirkungen. Sie können transparent mit den eingesetzten Technologien umgehen und durch öffentliche Programme sowie gegenwartsbezogenes Sammeln zum Aufbau der Literacy von Besucher\*innen über Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen beitragen. Die Photographers Gallery in London etwa hat den kritischen Technologiediskurs fest in ihre öffentlichen Programme integriert, während das V&A begonnen hat, KI-Technologien und entsprechende Kunstwerke wie *Anatomy of an AI System* von Kate Crawford und Vladan Joler (2018) zu sammeln. Das Zusammenspiel von Entwicklungen im Digitalteam, öffentlichen Programmen sowie der Sammlungspraxis kann reflektierter und engagierter werden, wenn in der Organisation Transparenz herrscht, ein offener Dialog geführt und die Entwicklung gemeinsam vorangetrieben wird.



## AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY

Das American Museum of Natural History (AMNH) wurde 1869 gegründet und ist das größte Naturkundemuseum der Welt. Es befindet sich an der Upper West Side in New York City und begrüßt Stadttouristen sowie Einwohner\*innen, Lehrkräfte, Forschende und Schulgruppen. Das Museum hat ca. 5 Millionen Besucher\*innen jährlich.

### **Besucherumfragen und Kommentaranalyse**

Das AMNH wird von Besucher\*innen während und nach dem Besuch auf verschiedenen Online-Plattformen bewertet. Eine der Herausforderungen für das Museum ist die zeitnahe und kosteneffiziente Analyse dieser Bewertungen. Das Museum versendet zwei Tage nach dem Besuch eine Umfrage per E-Mail (unter Verwendung der Kontaktdaten, die Besucher\*innen beim Kauf einer Eintrittskarte angegeben haben). In der Umfrage wird eine quantitative Frage gestellt: „Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie das American Museum of Natural History weiterempfehlen?“ Die Besucher\*innen werden gebeten, eine Bewertung zwischen 1 und 10 zu geben. Die Daten dieser Antworten sind auch in großer Menge einfach zu analysieren, die Folgefrage generiert allerdings qualitative Antworten und ist deutlich anspruchsvoller: „Was ist der wichtigste Grund für Ihre Bewertung?“ Um kosteneffizient herauszufinden, ob Natural Language Processing (NLP) neue Einblicke in das Feedback der Besucher\*innen liefern kann, entschied sich das AMNH für den Einsatz eines verfügbaren NLP- und Sentiment-Analyse-Service, der von einem kommerziellen Anbieter entwickelt wurde.

Die Plattform IBM Watson bietet Anwender\*innen die Möglichkeit, eine Reihe von Konzepten, Kategorien, Beziehungen, Emotionen und Stimmungen in großen Mengen qualitativer Daten zu identifizieren und zu analysieren. Die NLP-Suite von IBM Watson kann genutzt werden, um Berichte zur Stimmungsanalyse für eine bestimmte Untergruppe von Wörtern oder Entitäten zu erstellen. So hat das AMNH beispielsweise häufig genannte Wörter in NPS<sup>1</sup>-Umfragekommentaren verwendet, um die mit diesen Wörtern verbundene Stimmung genauer zu untersuchen.

Die obige Sentiment- und Entity-Analyse ist ein Proof of Concept, entwickelt auf Grundlage einer Sammlung von NPS-relevanten Kommentaren und Daten aus sechs Monaten. Die kostenlose Version des IBM Watson Sentiment Analysis Service wurde verwendet, um diese Entitäten und die damit verbundenen Sentiment-Scores zu analysieren.

### **Google Cloud und TripAdvisor**

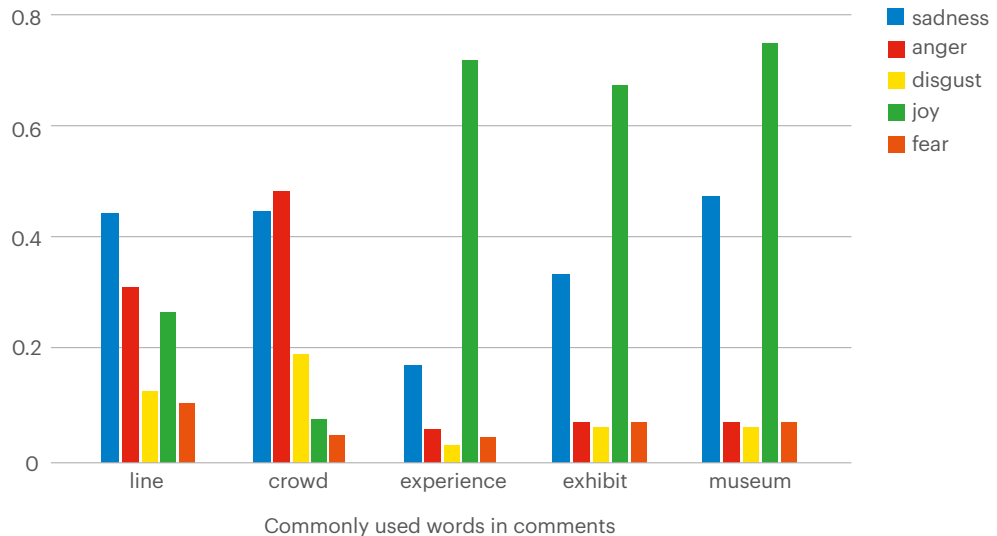
Die Google Cloud NLP Schnittstelle bietet einen ähnlichen Service wie die IBM Watson NLP Sentiment Services, die das AMNH zur Analyse von Bewertungen auf Tripadvisor nutzte. Zehntausende von Bewertungen wurden als Eingabedaten für den Google-Service verwendet, aufgenommen in die Ausgabe des Service wurden die Ergebnisse der Stimmungsanalyse sowie beliebte und direkt benannte Entitäten.

Ein allgemeiner Stimmungswert von -1 (sehr negativ) bis +1 (sehr positiv) wurde für die 7 wichtigsten Museen in den USA erstellt (nach Besucherzahlen). Mit einem Wert von 0,5 haben das National Air and Space Museum und die Natural Gallery of Art am besten abgeschnitten, gefolgt vom American Museum of Natural History,

<sup>1</sup> Der NPS (Net Promoter Score) ist eine Kennzahl, die Aufschluss über die Zufriedenheit von Kunden mit einem Unternehmen gibt.



### Sentiment analysis of NPS survey comments (sample)



Von IBM Watson bereitgestellte Erkenntnisse zur Stimmungsanalyse von Kommentaren des NPS-Surveys (Auszug)

Metropolitan Museum of Art, National Museum of American History, National Museum of Natural History und dem 9/11 Memorial Museum mit einem Wert von 0,4. Darüber hinaus nutzte das AMNH den NLP-Service von Google, um die beliebtesten direkt benannten Entitäten aus Tripadvisor-Bewertungen zu extrahieren und Einblicke in die von Besucher\*innen am häufigsten erwähnten Themen zu erhalten.

#### Mögliche Herausforderungen

Während KI einen wertvollen Ausgangspunkt bietet, wenn es um die Auseinandersetzung mit großen Mengen qualitativer Daten geht, bleiben die Kontextualisierung und Interpretation weiter Aufgabe von Menschen. Die Mitarbeiter\*innen von Museen und der direkte Kontakt mit den Besucher\*innen können eine wertvolle Analyseebene zur Validität und praktischen Einordnung der kommerziellen Services beitragen.

#### Was können wir aus diesem Praxisbeispiel lernen?

Verfügbare Cloud-Dienste wie IBM Watson oder Google Cloud NLP können eine kostengünstige Möglichkeit sein, große Mengen an qualitativen Daten zu analysieren und gezielt Erkenntnisse über die Stimmung der Besucher\*innen und einzelne Aspekte des Besuchererlebnisses zu gewinnen.

#### Nützliche Links

<https://www.ibm.com/watson>

<https://cloud.google.com/natural-language>

<https://medium.com/@CuriousThirst/on-artificial-intelligence-museums-and-feelings-598b7ba8beb6>

#### Künstliche Intelligenz, die in diesem Praxisbeispiel vorgestellt wird: Natural Language Processing (NLP)

## THE NATIONAL GALLERY

Die National Gallery in London wurde 1824 gegründet und verfügt heute über eine Sammlung von über 2.300 Gemälden, darunter einige der wichtigsten Werke aus der Zeit von 1300 bis 1900. Der Eintritt in das Museum ist frei, viele Abteilungen können kostenlos besucht werden. Kostenpflichtig ist hingegen der Besuch der Sonderausstellungen. Das Museum verfügt über ein dynamisches Programm an Sonderausstellungen, das Werke aus der eigenen Sammlung und herausragende Beispiele der Malerei aus anderen führenden Sammlungen zusammenbringt. Im Jahr 2018 hatte die National Gallery 5,7 Millionen Besucher\*innen, von denen 8% Sonderausstellungen besucht haben.

### **Maschinelles Lernen, Prognosemodelle und Besucherdaten**

Eine Herausforderung für die National Gallery ist die Vorhersage von Kapazitäten, die bei hoher Nachfrage nach Sonderausstellungen erforderlich sein können. Dazu gehört die physische Kapazität des Ausstellungsraums (wie viele Personen passen bequem in die Ausstellung? Reicht die zugewiesene Fläche für eine beliebte Ausstellung aus?), aber auch die Kapazität an Ressourcen (wie viele Eintrittskarten werden für eine bestimmte Ausstellung verkauft? An welchen Tagen und zu welchen Uhrzeiten wird viel oder wenig los sein? Welche Besuchertypen werden die Ausstellung besuchen?). Antworten auf diese Fragen können dem Museum helfen, ein attraktiveres Besucherlebnis und eine tragfähigere Aussicht auf den finanziellen Erfolg einer Ausstellung zu schaffen.

Das Data and Insights Team der National Gallery hat passgenaue Prognosemodelle entwickelt, um einige dieser Fragen zu beantworten. Etwa 12–18 Monate vor der Eröffnung einer Ausstellung werden die potenziellen Besuchszahlen vorhergesagt; drei Wochen nach der Eröffnung einer Ausstellung werden täglich die Gesamtzahl an Besucher\*innen sowie die Anzahl verkaufter Eintrittskarten vorhergesagt (ausgenommen Mitglieder und Gratisbesucher\*innen).

Nach ersten Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Verwendung der folgenden Variablen die Erstellung eines zuverlässigen Prognosemodells ermöglicht:

- Thematische oder monographische Ausstellung
- Strömung und Zeitraum der Kunst
- Seitenaufrufe der Wikipedia-Seite der Künstler\*innen
- Die Wahrscheinlichkeit, dass das britische Publikum eine kostenpflichtige Ausstellung dieser Künstler\*innen besucht (auf Grundlage einer beauftragten YouGov-Umfrage)
- Dauer der Ausstellung
- Marketingbudget der Ausstellung
- Besuchsdatum (für Tagesprognose) oder Jahreszeit (für Prognose der Gesamtbesuche)
- Aufenthaltszeitraum in der Ausstellung und Verkaufszeitraum (für die Tagesprognose)
- Wochentag (Tagesprognose)

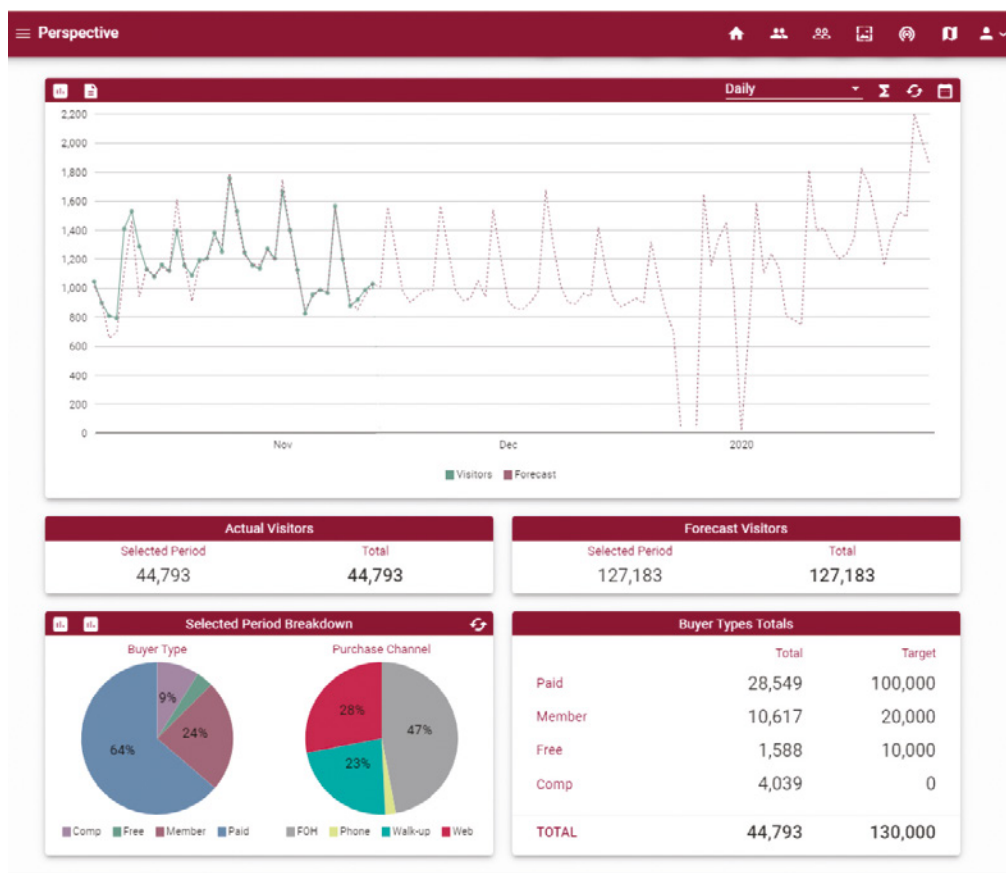
Die Prognosemodelle verwenden Trainingsdaten aus über zwanzig Jahren Ausstellungsgeschichte (weniger für tägliche Modelle) und werden mit gradient-boosted tree-basierten Methoden erstellt. Die Ergebnisse werden dann in ein Analyse-Dashboard integriert, das ein detailliertes Bild der Ticketverkäufe, der Besuchsmuster und der Generierung von Umsätzen liefert, auf das alle Mitarbeiter\*innen zugreifen können.

### Prognostik als Anregung

Die Vorhersage wird dann als Anregung für eine Reihe von Abteilungen verwendet, die von der Kuratierung bis zum Marketing reichen. In diesen Kontexten kann sie der Reflexion dienen, ob die gegenwärtigen Planungen die intendierten Ergebnisse erreichen werden. Da das Modell auf der Grundlage historischer Daten von Ausstellungen zu ähnlichen Künstler\*innen oder Themen trainiert wurde, kann es vorhersagen, wie eine Ausstellung bei einem bestimmten Publikum abschneidet, wenn ähnlich vorgegangen wird.

Diese Erkenntnisse werden genutzt, nachdem eine Ausstellung in Auftrag gegeben wurde (auf die inhaltliche Ausrichtung des Sonderausstellungsprogramms haben sie somit keinen Einfluss). Zum Einsatz kommen sie vor allem in der Planungsphase einer Ausstellung. Die Daten können die Eintrittspreise, den Ausstellungsort, den Ausstellungskalender, die Laufzeit der Ausstellung und das Marketing beeinflussen. Wenn die Daten zeigen, dass die Ausstellung einen bestimmten Markt wahrscheinlich nicht anspricht, können unterstützende Marketingmaßnahmen entwickelt werden, die das Interesse des Zielmarktes wecken.

In Zukunft können solche Erkenntnisse auch genutzt werden, um das Personal für Ausstellungen anzupassen oder dynamische Ticketpreise anzubieten, um Spitzenzeiten und Ruhephasen zu vermeiden und ein einheitlicheres Besucherlebnis zu gewährleisten. Letztlich geht es darum, die Qualität des



Dashboard für prädiktive Analysen, das von der National Gallery verwendet wird

Besuchserlebnisses zu verbessern (und damit Mehrfachbesuche zu fördern) sowie neue Zielgruppen zu erschließen, indem Marketingbotschaften auf bestimmte Gruppen ausgerichtet werden.

### **Mögliche Herausforderungen**

Datenbasierte Erkenntnisse müssen im Rahmen der umfassenderen Mission des Museums als Institution betrachtet werden. Während die Auslastung von Ausstellungen ein Kriterium für deren Erfolg ist, sind Wissenschaft, kritisches Denken und der Dialog zwischen Kulturen und Kunstformen für die Arbeit der National Gallery ebenfalls von zentraler Bedeutung. Besucherlebnis und Einnahmen bilden daher nur einen Teil des komplexen Gesamtgefüges.

### **Was können wir aus diesem Praxisbeispiel lernen?**

Schnelle Umsetzungen sind möglich: Das Team der National Gallery war in der Lage, innerhalb weniger Monate erste lauffähige Modelle zu entwickeln. Mit Zugriff auf Ausstellungsdaten aus über zehn Jahren können die Modelle kontinuierlich weiterentwickelt und immer genauer werden.

Die Sichtbarkeit dieser Modelle in der Institution führte zudem dazu, dass andere Abteilungen ihre eigenen Anwendungsfelder für Prognosedaten definierten. Dies hat wesentlich zur Akzeptanz und Implementierung in der gesamten National Gallery beigetragen. Einige Mitarbeiter\*innen haben sogar berichtet, dass sie sich durch die Fähigkeit zur Nutzung von Prognosedaten bestärkt fühlen, datenbasierte Entscheidungen zu treffen.

Schließlich können Vorhersagen als nützliche Anregung dienen, um den Wandel in organisationalen Verhaltensweisen zu fördern. Sie liefern datengestützte Erkenntnisse für strategische Entscheidungsprozesse, die letztlich zu erfolgreicherer Ausstellungen führen können (auch wenn wir eine breite Palette von Erfolgsmetriken berücksichtigen, die von den Kurator\*innen über die Besucher\*innen bis hin zu den Träger\*innen definiert werden).

### **Künstliche Intelligenz, die in diesem Praxisbeispiel vorgestellt wird: Maschinelles Lernen**

## THE METROPOLITAN MUSEUM OF ART

Das Metropolitan Museum of Art öffnete an seinem heutigen Standort an der Fifth Avenue und 82<sup>nd</sup> Street in New York zum ersten Mal 1880. Es erweiterte sich 1938 um The Met Cloister und 2016 um The Met Breuer. Das Museum hat jährlich etwa 7 Millionen Besucher\*innen. Es verfügt über viele hunderttausend Digitalisate – und ihre Zahl wächst mit jeder Woche. Zu den wichtigsten Sammlungen des Museums gehören amerikanische Gemälde und Skulpturen, europäische Gemälde, ägyptische Kunst, Waffen und Rüstungen, die Kunst Afrikas, Ozeaniens und der Amerikas, altorientalische Kunst, asiatische Kunst, Kostüme, Zeichnungen und Drucke, europäische Skulpturen und dekorative Kunst, griechische und römische Kunst, islamische Kunst, mittelalterliche Kunst, moderne und zeitgenössische Kunst, Musikinstrumente, Fotografien und die Robert Lehman Collection.

### **Zugänge zur Sammlung schaffen**

Bei einer so großen und vielfältigen Sammlung stehen die Mitarbeiter\*innen des MET vor der Herausforderung, neue Wege zur Dokumentation und Vermittlung der Sammlung zu finden, so dass sie online durchsuchbar und zugänglich wird. Zu vielen digitalisierten Objekten liegen nur wenige Begleitinformationen vor. Ein digitales Bild ist zwar vorhanden, aber ein Mangel an Metadaten oder Schlagworten verhindert, dass Benutzer\*innen diese Objekte durch Suchen entdecken können.

Das Museum arbeitet an der manuellen Erstellung von Tags und testet Verfahren von Computer Vision. Ziel der Verschlagwortung der Museumssammlung ist es, die Auseinandersetzung der Nutzer\*innen zu erhöhen, die Suche und Erkundung der Sammlung zu verbessern, diese einem möglichst breiten Publikum zugänglich zu machen und die Verwendung von Tags als Trainingsdaten für KI-Modelle zu erforschen.

Das Museum hat in Zusammenarbeit mit einem externen Anbieter 233.000 Objekte aus der Sammlung manuell mit Tags versehen. Es gibt 1.000 eindeutige Tags, die in einem einzigen Durchlauf hinzugefügt wurden. Darüber hinaus hat sich das Museum mit verschiedenen Gemeinschaften wie Wikimedia, Kaggle, MIT und anderen zusammengesetzt, um potenzielle Nutzungsmöglichkeiten für diese Tagging-Arbeit zu entwickeln. Auch die Verwendung verschiedener Computer-Vision-Technologien zur automatischen Generierung von Tags hat das Museum getestet, darunter Google Vision und Microsoft Azure.

### **Mögliche Herausforderungen**

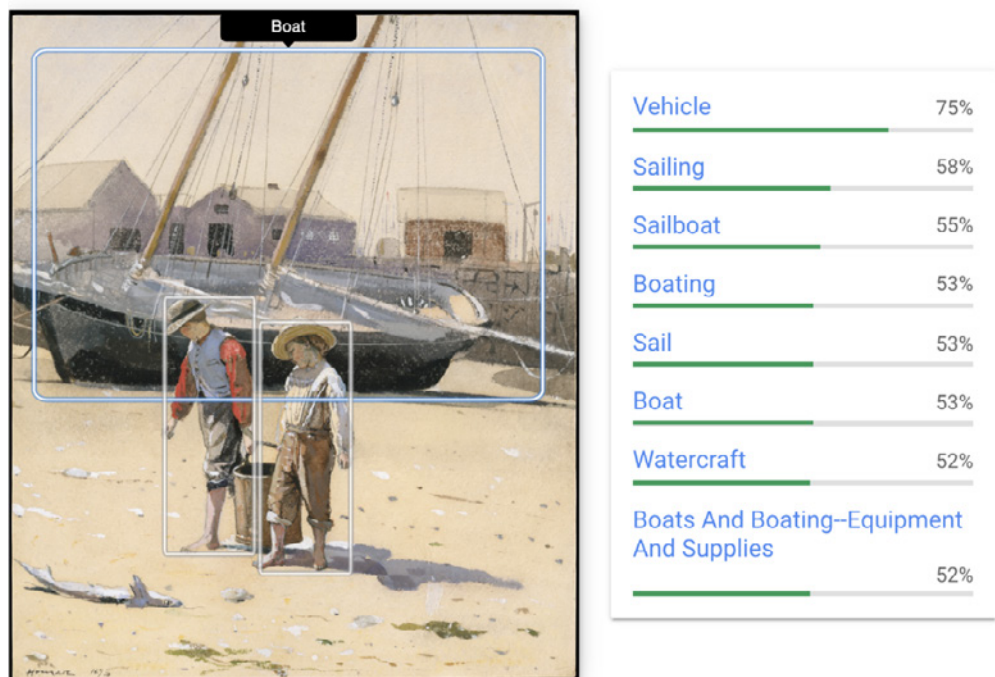
Die Erstellung von Tags wirft sowohl im manuellen als auch automatischen Vorgehen mit Hilfe von Computer Vision erhebliche Herausforderungen auf. Die größte Herausforderung sind unzureichende Trainingsdaten, die zu Problemen in der Spezifität der hinzugefügten Tags, der Vollständigkeit aller zu kennzeichnenden Objekte sowie der Genauigkeit und Relevanz der Ergebnisse führen. In der Sammlung selbst sind nicht genügend Daten vorhanden, um den Algorithmus zu trainieren, da hierfür normalerweise Tausende von Datensätzen erforderlich sind. Im Fall des MET kommen mehr als die Hälfte der Tags weniger als 1.000 Mal vor, so dass die Zusammenarbeit mit Anbietern und Standardsystemen für die Entwicklung dieser Arbeit entscheidend war.

Eine weitere große Herausforderung ist die Implementierung der Tags sowohl ins Sammlungsmanagementsystem als auch in die Benutzeroberfläche der

Website. Es werden Entwickler-Ressourcen benötigt, um den Benutzer\*innen die Schlüsselwörter zur Verfügung zu stellen, damit sie in der Online-Sammlung durchsuchbar und anklickbar werden.

### Was können wir aus diesem Praxisbeispiel lernen?

Künstliche Intelligenz birgt ein großes Potenzial, Kunst für die Öffentlichkeit zugänglicher zu machen. Computer Vision hat einen langen Weg hinter sich und wird kontinuierlich besser, so dass die gewaltige Aufgabe des Taggings von Museumssammlungen zu einem relativ einfachen Prozess wird. Allerdings sind Museumssammlungen von Natur aus tendenziös und keine einheitlichen Lösungen für die Verschlagwortung von Kunst. Daher müssen Museen die Nutzer\*innen darauf hinweisen, dass die Tags von einer Maschine generiert wurden, mit all den Implikationen, die dieser Prozess mit sich bringt. Die Datensätze von Museen sind zwar nicht vollständig genug, um Algorithmen zu trainieren, aber möglicherweise könnten Museen zusammenarbeiten, um einen Algorithmus für die spezifische Nutzung in Museen zu entwickeln. Schließlich können Museen auch mit der Data-Science-Community zusammenarbeiten, um auf Grundlage kleinerer Datensätze maschinelle Lernmodelle speziell für Kunstobjekte zu entwickeln.



Der Screenshot zeigt, was durch Maschinelles Sehen auf einem Gemälde der Sammlung erkannt wurde

**Nützliche Links**

<http://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/met-microsoft-mit-exploring-art-open-access-ai-whats-next>

<http://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/wikipedia-art-and-ai>

<http://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/artificial-intelligence-machine-learning-art-authorship>

<http://cloud.google.com/blog/products/gcp/when-art-meets-big-data-analyzing-200000-items-from-the-met-collection-in-bigquery>

**Künstliche Intelligenz, die in diesem Praxisbeispiel vorgestellt wird:  
Maschinelles Sehen**



## ZKM | ZENTRUM FÜR KUNST UND MEDIEN

Das Zentrum für Kunst und Medien in Karlsruhe ist eine Institution für alle Medien und Gattungen, ein Haus sowohl der raumbasierten Künste wie Malerei, Fotografie und Skulptur als auch der zeitbasierten Künste wie Film, Video, Medienkunst, Musik, Tanz, Theater und Performance. 1989 mit der Mission gegründet, die klassischen Künste ins digitale Zeitalter fortzuschreiben, wird das ZKM auch das elektronische bzw. digitale Bauhaus genannt. Durch die Verbindung von Forschung und Produktion, Ausstellung und Aufführung, Sammlung und Archiv ist das ZKM weit mehr als ein Museum, es ist ein Zentrum und ein Zukunftslabor. Alle Formen der Kunst können erlebt und Zukunftsentwicklungen aktiv mitgestaltet werden.

### **intelligent.museum**

Das Projekt intelligent.museum ist eine Kooperation des ZKM und des Deutschen Museums Nürnberg, wird von 2020 bis 2023 von der Kulturstiftung des Bundes gefördert und setzt sich mit lernenden Systemen im KI-Bereich auseinander. KI-Systeme sollen durch digitale Kunstwerke und interaktive Exponate im Ausstellungsraum erlebbar gemacht und mit Besucher\*innen rückgekoppelt werden.

Im Projekt wird derzeit untersucht, ob KI-Technologie dafür eingesetzt werden kann, die Sprachbarriere im Ausstellungsraum zu verringern, um das Museumserlebnis inklusiver und zugänglicher zu gestalten. Das Projektteam hat dafür den Prototyp einer KI-gestützten Werktafel für den Ausstellungsraum entwickelt. Diese soll die Nationalsprache aus der gesprochenen Sprache der Ausstellungsbesucher\*innen heraushören und Werktexte und Metainformationen automatisch in die entsprechende Sprache übersetzen können.

Dafür arbeiten die Entwickler\*innen des Projekts mit einem quelloffenen System zur Sprachidentifizierung, das auf der Technologie des Deep Learnings basiert und auf die spezifischen Anforderungen des Projekts hin angepasst und mit umfassenden Sprachdatensätzen trainiert wird. Die KI-gestützte Werktafel besteht aus einem 7"-Bildschirm im Portraitformat mit integriertem Einplatinencomputer, Mikrofon und Lidarsensor.

### **Mögliche Herausforderungen**

Die maschinelle Erkennung gesprochener Sprache ist kein triviales Problem. Um einer Maschine beizubringen, Sätze einer Sprache perfekt zu erkennen, wird das gesamte Spektrum einer Sprache benötigt, was enorme Datenmengen erfordert. Da sich die Sprachen akustisch überschneiden, wird die Aufgabe umso schwieriger, je mehr Sprachen es voneinander zu unterscheiden gilt. Noch schwieriger wird die Aufgabe, wenn unterschiedliche Akzente, das Alter, das Geschlecht und andere Merkmale berücksichtigt werden, die den Vokaltrakt beeinflussen. In ersten Experimenten ist der Prototyp der KI-gestützten Werktafel in der Lage, sieben Sprachen (Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Chinesisch, Russisch) mit einer Gesamtgenauigkeit von 83% zu unterscheiden.

### **Was können wir aus diesem Projekt lernen?**

Bis aus der prototypischen Entwicklung eine skalierbare Lösung für internationale Museen wird, müssen viele weitere Entwicklungsschritte gegangen und Lösungen implementiert werden, um die notwendige Robustheit für den Ausstellungsbetrieb garantieren zu können. Die fehlerhafte Erkennung

der eigenen Sprache durch die Maschine könnte bei den Besucher\*innen schlimmstenfalls ein Gefühl von Ausgeschlossenheit auslösen und zu Frustration führen. Datengetriebene Anwendungen hängen von großen Datenmengen ab, in den quelloffen zur Verfügung stehenden Sprachdatensätzen sind aber besonders Sprachen aus dem globalen Süden bislang unterrepräsentiert. Das Crowdsourcing von Sprachdatensätzen stellt hier eine aussichtsreiche Methode dar, an neue Daten zu gelangen (s. das quelloffene Sprachdatenset Mozilla Common Voice). Die Beteiligung an solchen Datensammlungen kann darüber hinaus durch Kulturinstitutionen stimuliert werden: Zum Beispiel wird seit Oktober 2021 am ZKM ein interaktiver Kiosk entwickelt, mittels dessen die Ausstellungsbesucher\*innen ihre eigenen Sprachdaten für einen quelloffenen multilingualen Datensatz aufzeichnen können.

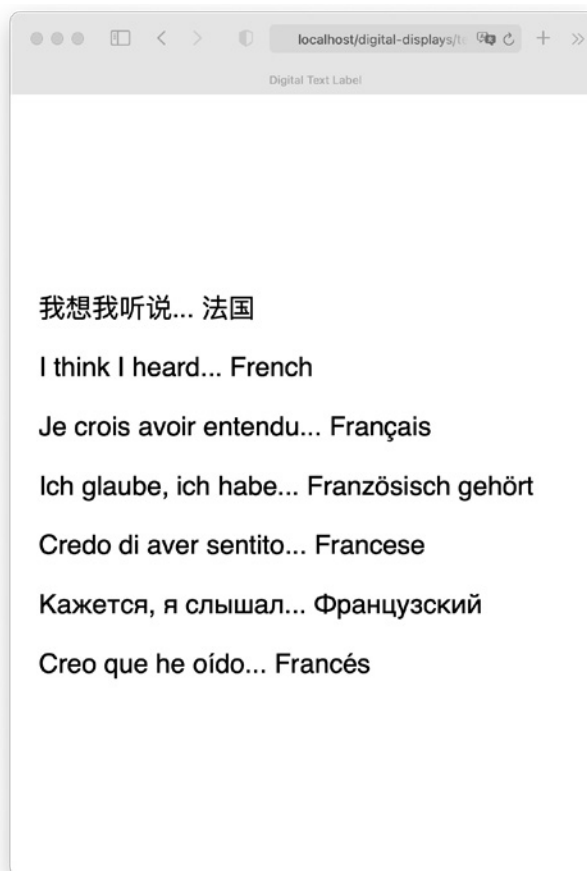
### **Nützliche Links**

<https://intelligent.museum/code>

<https://zkm.de/de>

<https://www.deutsches-museum.de/nuernberg>

### **Künstliche Intelligenz, die in diesem Projekt vorgestellt wird: Spoken Language Identification**



*Prototyp einer KI-gestützten Werktafel,  
die am ZKM | Hertz-Labor entwickelt wird*

## LUDWIG FORUM AACHEN

Das Ludwig Forum für Internationale Kunst in Aachen wurde 1991 in einer ehemaligen Schirmfabrik im Bauhaus-Stil eröffnet und bietet auf 6.000 m<sup>2</sup> Raum für verschiedene Kunstsparten, Interaktionen und Bildungsformate. Ein wichtiger Teil der Ausstellungspraxis bezieht sich auf die Sammlung von Irene und Peter Ludwig, die mit über 3.000 Werken internationaler Kunst in Aachen präsent ist. Als spartenübergreifende, zeitgenössische Kunstinstitution arbeitet es gemeinsam mit dem HMKV Hardware MedienKunstVerein Dortmund an der Übertragung einer kuratorischen Praxis auf die Maschine. Der HMKV ist eine Plattform für die Produktion, Präsentation und Vermittlung von Medienkunst. Die Einrichtung ohne eigene Sammlung bringt in das Projekt ein großes Portfolio an kuratorischer Praxis aus thematischen Gruppenausstellungen und experimentellen Einzelausstellungen ein. Für die technische Begleitung konnte das Visual Computing Institute der RWTH Aachen University gewonnen werden.

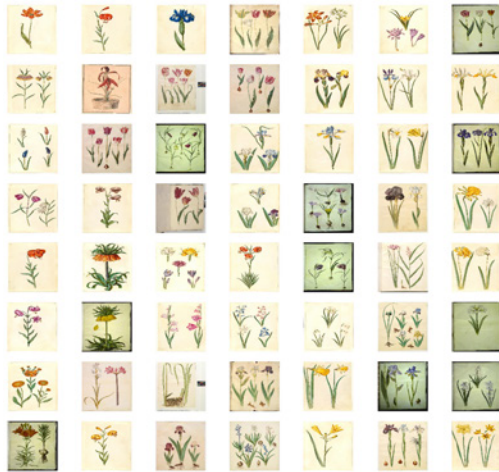
### **Training the Archive**

Das von 2020 bis 2023 im Programm Kultur Digital der Kulturstiftung des Bundes geförderte Verbundprojekt Training the Archive soll neue Zugänge zu Sammlungen schaffen. Ziel ist es nicht, menschliche Kurator\*innen zu ersetzen, sondern sie in Rechercheprozessen zu unterstützen. Der kuratorische Alltag in Museen zeigt eine natürliche Begrenzung in der Kenntnis der Sammlungsstücke und der Einbeziehung in Forschung und Ausstellung. Kunstwerke oder historische Objekte sind nicht immer für die Einzelbetrachtung aussagekräftig, sondern gewinnen ihre Bedeutung erst durch Kontextualisierungen.

Durch die Nutzung von Methoden des Maschinellen Lernens können große sammlungsbezogene Datenmengen zum Zweck der Strukturierung verarbeitet und für die kuratorische Praxis nutzbar gemacht werden. Daraus leitet sich die Forschungsfrage des Projektes ab, ob es möglich ist, einer Künstlichen Intelligenz den kuratorischen Rechercheprozess anzutrainieren, sodass mit Hilfe von Mustererkennung Zusammenhänge zwischen Kunstwerken offenbar werden, die für den Menschen nicht oder nicht mehr ersichtlich sind.

Während der Sammlungsbestand in Aachen parallel digitalisiert wird, werden mit Hilfe von frei verfügbaren Datensätzen z.B. aus dem Statens Museum for Kunst Kopenhagen und des Museums of Modern Art New York Prototypen entwickelt. In einem ersten Schritt wurden vortrainierte neuronale Netze zur Analyse von Bildmaterial trainiert, um gezielt museale Sammlungsbestände gruppieren zu können. Im Fokus des Projekts stehen in erster Linie Kurator\*innen und ihre sammlungsbezogene Arbeit. Ein explorativer Zugang für das interessierte Publikum ist allerdings auch denkbar.

Das auf vier Jahre angelegte Projekt erlaubt das Experimentieren und prozessbegleitende Reflektieren, um die Museumsszene an den Erfahrungen und Ergebnissen teilhaben zu lassen. Eine besondere Herausforderung ist neben der Findung einer gemeinsamen Sprache – wie in allen interdisziplinären Projekten – der Umgang mit dem höchst individuellen Prozess des Kuratierens und seiner Übersetzung auf Algorithmen. Im Rahmen von Interviews werden national wie international tätige Kurator\*innen zu ihrer Vorgehensweise befragt. Hier spielen auch die individuellen Fragestellungen an Sammlungen eine bedeutende Rolle. Kann dieser Prozess überhaupt vereinheitlicht und auf eine Maschine übertragen



Links: Gridplot von Grafiken diverser Blumen. Rechts: Scatterplot verschiedener Büsten (Abbildung unter Verwendung von Open-Source-Daten des Statens Museum for Kunst (SMK), Kopenhagen; alle Bilder Public Domain)

werden? Bei KI-basierten Anwendungen ist vor allem die Datengrundlage von maßgeblicher Bedeutung. Hier gilt es einen möglichen Bias, d.h. gewisse Vorannahmen und Setzungen zu vermeiden bzw. offen mit der Frage umzugehen, welches Wissen von wem eingebracht werden sollte.

### **Mögliche Herausforderungen**

Eine technische Herausforderung bildet bei der Entwicklung eines Tools für Mustererkennung die Anpassung der Modelle, die zumeist mit aktuellem Fotomaterial vortrainiert wurden, und nicht mit historischen Bildern oder gar Kunstwerken. Das Erkennen, Offenlegen und Abbauen von Defiziten der öffentlich verfügbaren neuronalen Netze im Zusammenspiel mit Kunst nimmt einen wichtigen Teil im Projekt Training the Archive ein.

### **Was können wir aus diesem Projekt lernen?**

Das Forschungsprojekt ist für den zukünftigen Umgang mit Sammlungen in kleinen und großen Museen elementar. Hier werden wertvolle Erfahrungen für interdisziplinäre Kooperationen an der Schnittstelle zwischen Technologie und Kultur sowie für ein mögliches Debiasing gewonnen, also den Abbau von vorgefertigten Wissens- und Machtstrukturen in Bezug auf die eigene museale Sammlung. Die angestrebte Anwendung soll sich später durch geringen Aufwand auch auf andere Sammlungen übertragen bzw. anwenden lassen.

### **Nützliche Links**

<https://trainingthearchive.ludwigforum.de>

<https://github.com/DominikBoenisch/Training-the-Archive>

<https://www.hmkv.de/veranstaltungen/veranstaltungen-details/forschungsprojekt-training-the-archive.html>

**Künstliche Intelligenz, die in diesem Projekt vorgestellt wird:  
Maschinelles Lernen, Maschinelles Sehen, Natural Language Processing**

## DAS BADISCHE LANDESMUSEUM

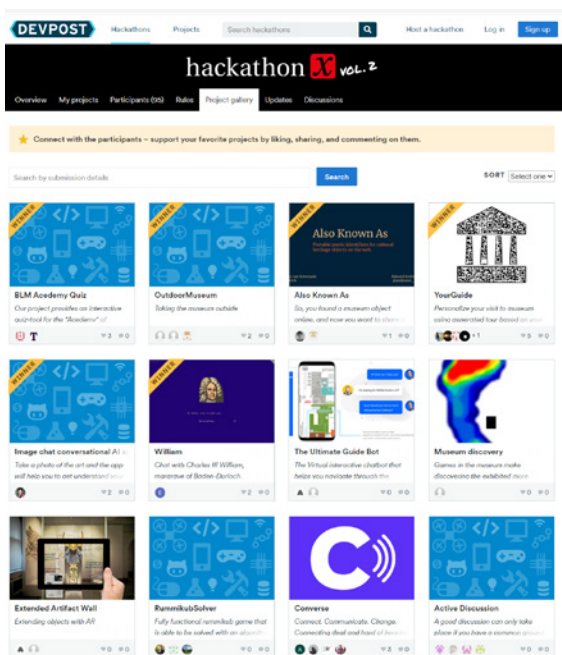
Das Badische Landesmuseum wurde 1919 gegründet und präsentiert historische Lebenswelten von der Ur- und Frühgeschichte über die Kulturen der Antike, das Mittelalter und die Barockzeit bis ins 21. Jahrhundert. Mit seinem neuen Museumskonzept verfolgt es einen grundlegend neuen Umgang mit den Sammlungen: Durch den Aufbau von Expotheken werden die Besucher\*innen ähnlich wie in Bibliotheken und Lesesälen zu Nutzer\*innen des Museums und erhalten direkten Zugang zu allen Objekten in den Ausstellungen und Depots. In das Museumskonzept ist eine umfassende digitale Strategie zum Aufbau von Infrastrukturen und Datenbeständen integriert, Eintrittskarten werden durch dauerhafte Nutzersausweise und personalisierte User-Accounts ersetzt. Um die künftigen Nutzer\*innen in die Neuausrichtung des Museums einzubeziehen, sind in den letzten Jahren ein Beirat interessierter Bürger\*innen, Ansätze wie Design Thinking und neue Formate wie MuseumCamps und Hackathons eingeführt worden – in diesen partizipativen Kontexten hat sich immer wieder gezeigt, dass viele der Bedarfslagen der Nutzer\*innen sinnvoll mit Künstlicher Intelligenz adressiert werden können.

### **Creative User Empowerment**

Das Projekt Creative User Empowerment ist eine Kooperation des Badischen Landesmuseums in Karlsruhe und des Allard Pierson Museums in Amsterdam, gefördert wird es von 2021 bis 2023 von der Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien. Grundidee ist, dass Museen KI-Systeme auch ganz in den Dienst ihrer Nutzer\*innen stellen können, um diese in der Auseinandersetzung und im kreativen Umgang mit Objekten sowohl im musealen als auch digitalen Raum zu unterstützen.

Ziel des Projekts ist die Erforschung und Umsetzung des digitalen Tools xCurator, das in zwei Richtungen entwickelt wird. Zum einen bietet der xCurator ein KI-basiertes Empfehlungssystem, das die Nutzer\*innen bei der Erschließung von musealen Inhalten nach ihren eigenen Interessen unterstützt; durch das KI-gestützte Bereitstellen von Übersetzungen oder die Erläuterung von Fachbegriffen können die Zugänge erleichtert werden. Zum anderen kann KI-gestütztes Storytelling die Nutzer\*innen dabei unterstützen, museale Inhalte selbständig zu erfassen, zu kuratieren und eigene Beiträge zu erstellen; mit Algorithmen wie der OpenAI können Objekte sogar in automatisch generierte Textzusammenhänge gestellt und kreative Auseinandersetzungen mit den musealen Inhalten angeregt werden. Multiperspektivität und die eigenen Zugänge der Nutzer\*innen kommen somit voll zur Geltung.

Die Implementierung von KI-gestützten Assistenzsystemen für die Nutzer\*innen erfordert neue strategische Ausrichtungen und Grundlagen. Lag der Schwerpunkt der Diskussion über Digitalisierung und Datenproduktion in Museen lange auf den musealen Sammlungen, sind für die Zentrierung von KI-Systemen auf die Nutzer\*innen auch deren Daten von zentraler Bedeutung. Ein wichtiger Baustein des Projekts ist daher die datengestützte Audience Segmentation, die wiederum KI-gestützt oder durch Eingabe von individuellen Interessen erreicht werden kann, um den Nutzer\*innen passende Inhalte nach ihren Vorlieben und Interessen anzubieten. Erst auf Grundlage von gleichberechtigt nebeneinanderstehenden Content- und Userdatenstrategien können KI-Systeme die Datenpools des Museums fruchtbar miteinander ins Gespräch bringen.



Projektübersicht auf der Devpost-Seite des hackathon x – vol. 2, der unter anderem der Programmierung erster KI-Prototypen gewidmet war

KI-Systeme brauchen eine breite Grundlage an Content- und Trainingsdaten, um sinnvolle Empfehlungen geben zu können. Über die Vernetzung mit offen zugänglichen Kulturdaten können die umfangreichen Sammlungen des Museums über die institutionellen Grenzen hinaus verbunden und neue Kontexte erschlossen werden – im Gegenzug kann der vollständig Open Source entwickelte xCurator dann auch von anderen Kultureinrichtungen genutzt werden, um die Vernetzung von musealen Sammlungen und Inhalten mit eigenen Schwerpunkten und Perspektiven voranzutreiben und weiterzuentwickeln.

### Mögliche Herausforderungen

Herausforderungen ergeben sich auf infrastruktureller, ethischer und personeller Ebene. Der Ausbau von bestehenden IT-Infrastrukturen oder die Nutzung von externen Services sowie die Entwicklung von datenschutzkonformen, nachhaltigen und kostengünstig implementierbaren Open-Source-Lösungen sind wichtige Gelingensbedingungen. Ethische Fragen stehen im Vordergrund, wenn es um die transparente Nachvollziehbarkeit sowie die Vertrauenswürdigkeit und den Mehrwert von KI-generierten Inhalten geht. Schließlich ist die institutionenübergreifende, interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit Herausforderung und Chance zugleich.

### Was können wir aus diesem Projekt lernen?

Künstliche Intelligenz kann gezielt eingesetzt werden, um die Vision und Mission eines Museums zu unterstützen, die Erfüllung von Grundaufgaben des Museums zu erleichtern und den Nutzer\*innen neue Zugänge zu öffnen. Das intelligente Zusammenwirken von verschiedenen Verfahren der Künstlichen Intelligenz unterstützt so Werte wie Offenheit, Vernetzung und die multiperspektivische Kontextualisierung von Inhalten.

### Künstliche Intelligenz, die in diesem Projekt vorgestellt wird: Prädiktive Analyse, Natural Language Processing

#### Nützliche Links

- <https://www.landesmuseum.de/museum/forschung-projekte/kuenstliche-intelligenz-museum>
- <https://allardpierson.nl/en/research/creative-user-empowerment>
- <https://hackathon-x.devpost.com/project-gallery>



## KI-FÄHIGKEITEN

KI-Projekte benötigen Ressourcen und Fähigkeiten, um Daten zu sammeln, zu trainieren und die Ergebnisse zu implementieren. Ziel dieses Arbeitsblattes ist es, einige Aspekte der für die Durchführung eines KI-Projekts erforderlichen Fähigkeiten zur Diskussion zu stellen.

### Daten

- Welche Daten werden für das KI-Projekt verwendet?
- Wie sollte das Museum in der Dateninfrastruktur und -verwaltung vorbereitet sein?
- Gibt es im Museum eine Arbeitsgruppe für Ethik, die das Projekt auf Einhaltung von Richtlinien überprüft und beaufsichtigt?

### Werkzeuge

- Welche KI-Methoden und -Tools sollen zum Einsatz kommen?
- Wird das Museum externe Tools von Technologieunternehmen nutzen?
- Sind Open-Source-Tools für das KI-Projekt verfügbar?

### Ressourcen

- Welche Ressourcen werden benötigt? (personell, finanziell, technologisch und externe Kooperationen)
- Was wird vom Projekt bleiben? Wie hoch sind die technischen Anforderungen, die langfristig berücksichtigt werden muss?

### Fähigkeiten

- Welche Fähigkeiten brauchen die Mitarbeiter\*innen des Museums, um am Projekt zu arbeiten?

### Organisation

- Welche Abteilungen des Museums müssen eingebunden werden?
- Wie sieht der ideale Workflow und Prozess zur Umsetzung des KI-Projekts aus?
- Ist die Organisationskultur des Museums bereit für das Projekt?

### Stakeholder

- Welche internen und externen Stakeholder werden am Projekt beteiligt sein?
- Wie managen Sie die Stakeholder und wie kommunizieren Sie mit ihnen?
- Wie fördern Sie frühe Akzeptanz des Konzepts?



**Projekttitle**

**Projektziel**

**Daten**



**Werkzeuge**



**Ressourcen**



**Fähigkeiten**



**Organisation**



**Stakeholder**



## KI-ETHIK-WORKFLOW

KI-Projekte bringen in jeder Phase ihrer Laufzeit eine Reihe von ethischen Implikationen und algorithmischen Bias mit sich. Ziel dieses Arbeitsblattes ist es, mögliche Ethikfragen und Herausforderungen jeder Projektphase zu skizzieren, von der Datenerfassung über das Training des Modells bis zur Anwendung und Evaluation der Ergebnisse.

### Dateneingabe

- Gibt es bereits im Bestand der Ausgangsdaten einen Bias?  
Welche Informationen sind nicht vertreten?
- Wie sieht das Verfahren zur Bereinigung der Daten aus?
- Wurde für die Daten eine Einwilligung eingeholt?
- Gibt es personenbezogene Informationen?
- Wie speichert das Museum diese Daten und sorgt für ihre Sicherheit?  
Hält das Museum die gesetzlichen Datenschutzbestimmungen ein?

### Datentraining

- Dienen die Museumssammlungen als gültige Trainingsdaten?
- Sind ausreichend Daten vorhanden? Welche Daten fehlen?
- Können wir eine Maschine darauf trainieren, wie ein\*e Kurator\*in zu sehen?  
Was sind die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Maschinen?

### Testen/Modellentwicklung

- Welche möglichen Verzerrungen können die Algorithmen bewirken?
- Welche ethischen Implikationen hat die Verwendung von KI-Plattformen von Drittanbietern für die Entwicklung unseres Modells?
- Ist der Prozess der Modellentwicklung transparent oder ist er eine „Black Box“?

### Anwendung

- Wie wird die „Black Box“ die kuratorische Praxis verändern?
- Was sind die beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen der Anwendung des Modells?

### Datenausgabe

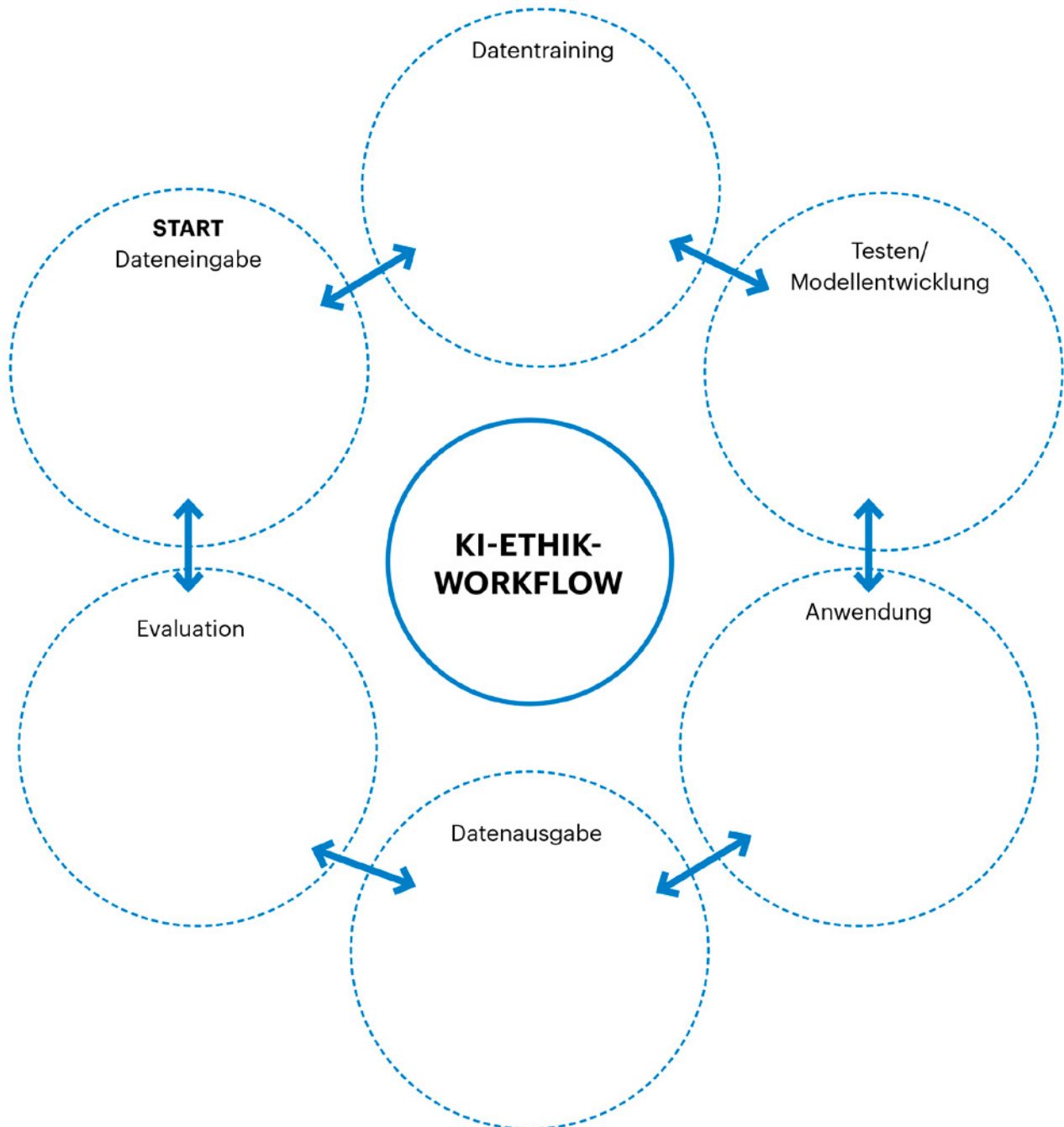
- Kann in der Datenausgabe ein Bias entstehen?
- Kann der Prozess dokumentiert und den Nutzer\*innen erklärt werden?
- Welche althergebrachten und künftigen Anwendungen gibt es für diese Daten?

### Evaluation

- Wie evaluiert das Museum den Erfolg des KI-Projekts?
- Wie wirkt es sich auf das Besuchererlebnis aus?
- Wie verbessert und erweitert dies die Sammlungsdaten?
- Entsprechen die Ergebnisse des Projekts dem Ethikkodex der Museumsverbände?

Projekttitel

Projektziel



## STAKEHOLDER-MANAGEMENT

KI-Projekte involvieren viele unterschiedliche Partner. Daher kann es sinnvoll sein, diese Partner oder Stakeholder bereits in der Projektentwicklungsphase klar zu bestimmen. Das Ziel dieses Arbeitsblatts ist es, alle am Projekt Beteiligten, Interessierten und Einflussnehmenden mitzudenken. Wir empfehlen, jede Person auf einem Post-It zu erfassen.

### **Kriterien:**

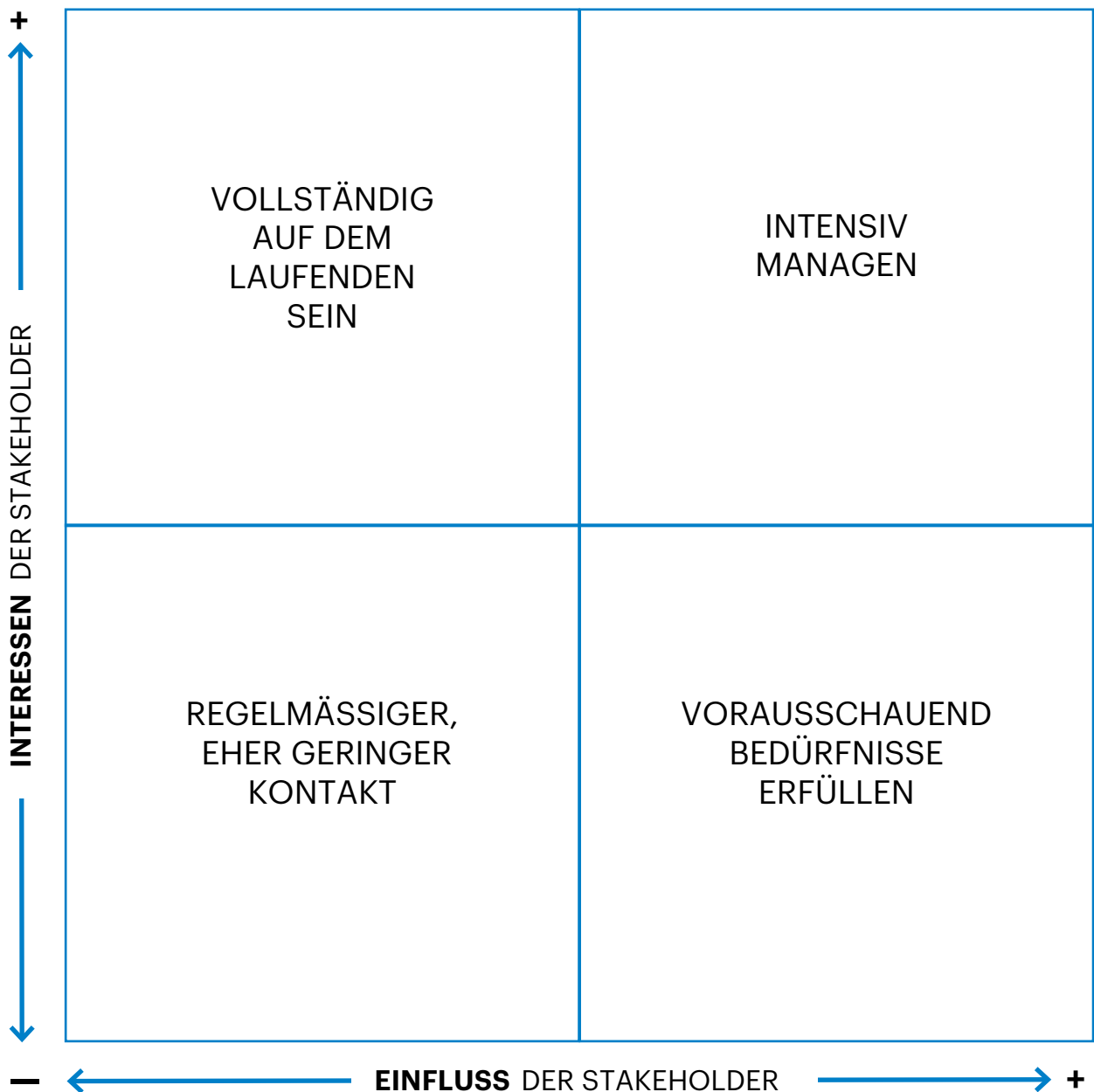
- Wer wird vom KI-Projekt profitieren?
- Welche internen Stakeholder müssen die Initiative unterstützen und zu ihrer Umsetzung beitragen? Gibt es im Museum spezifische Bereiche des Widerstands?
- Wer verfügt über und verwaltet die Daten, die verwendet werden sollen?
- Wer in der Museumsleitung muss vom KI-Projekt wissen?
- Gibt es externe Beteiligte, die an diesem Projekt teilnehmen oder bei denen ein Interessenkonflikt auftreten könnte?
- Wen müssen Sie einbeziehen, um Datenschutz und ethische Praktiken für das KI-Projekt sicherzustellen?

Wenn Sie alle Stakeholder aufgelistet haben, besprechen Sie in der Gruppe, wo Sie sich in der Stakeholder-Matrix befinden. Überlegen Sie davon ausgehend, wann und wie Sie mit jedem Stakeholder kommunizieren werden.



# STAKEHOLDER-MATRIX: WER BRAUCHT WAS?

Projekttitel



Adapted from Mendelow (1991)

## **Algorithmus**

Ein Algorithmus ist eine Abfolge von Anweisungen, wie eine bestimmte Aufgabe Schritt für Schritt auszuführen ist. In der Informatik werden verschiedene Typen von Algorithmen verwendet, um Objekte zu erkennen, Sprachen zu übersetzen, Produkte zu empfehlen und Texte zu generieren. Häufig werden auch mehrere Algorithmen kombiniert, um komplexere Aufgaben auszuführen. Algorithmen werden in einigen Ländern bereits in der Justiz eingesetzt, um Gefängnisstrafen zu bestimmen, oder im Finanzwesen, um auf der Grundlage des Daten-Fußabdrucks individualisierte Hypotheken- und Versicherungspolice zu gestalten.

## **Bias**

Bias von Algorithmen beziehen sich auf systematische Fehler in einem Computersystem, die zu ungerechten Ergebnissen wie der Bevorzugung einer Gruppe von Nutzer\*innen gegenüber einer anderen führen. Bias kann durch eine Reihe von Faktoren entstehen, etwa durch das Design des Algorithmus, nicht vorgesehene Anwendungsfälle oder die Art, wie Daten gesammelt, codiert, ausgewählt oder zum Trainieren des Algorithmus verwendet werden. Die Auswirkungen von algorithmischem Bias reichen von der Verletzung der Privatsphäre bis zur Verstärkung sozialer Vorurteile anhand von Geschlecht, Rasse, ethnischer Zugehörigkeit und sexueller Orientierung. Dies kann in einer Vielzahl von Situationen zu systematischer und ungerechter Diskriminierung führen, z. B. der Verhängung von Haftstrafen, den Raten für die Bewilligung von Hypotheken und der Berechnung von Beiträgen für die Krankenversicherung. Im Museumskontext kann algorithmischer Bias durch bereits vorhandene Tendenzen von Museumssammlungen, Datenbeständen und Software entstehen, die für die Sammlungsforschung und das öffentliche Engagement eingesetzt werden. Ein Beispiel für ein Kunstprojekt, das den Bias von Datenbeständen thematisiert, ist das ImageNet-Roulette von Kate Crawford und Trevor Paglen, das Fotos von Nutzer\*innen anhand des beliebten ImageNet-Datenbestandes klassifiziert. Häufig führt diese Klassifizierung zu unerwarteten und problematischen Ergebnissen, insbesondere wenn sie von Menschen aus Asien und Afrika verwendet wird – Gruppen, die im zugrundeliegenden Datenbestand möglicherweise unterrepräsentiert oder ungünstig gekennzeichnet waren.

## **Black Box**

Eine Black Box ist ein System, dessen interne Mechanismen nicht nachvollzogen werden können. Im Feld des Maschinellen Lernens bezieht sich Black Box auf ein Modell, das anhand seiner Parameter nicht verstanden werden kann: Daten werden eingegeben und Entscheidungen kommen heraus, aber der Prozess zwischen Ein- und Ausgabe ist unklar. Dies gilt insbesondere für Modelle Neuronaler Netze, da die Eingabedaten in den verschiedenen Schichten des Neuronalen Netzes zahlreiche Veränderungen durchlaufen oder sich deren komplexe Modelle auf unvorhersehbare Weise verhalten können. Der Black-Box-Charakter vieler Modelle des Maschinellen Lernens ist aufgrund ihrer weit verbreiteten Anwendung problematisch. Sie kann dazu führen, dass Einzelpersonen aufgrund nicht weiter erklärbarer Entscheidungen des Algorithmus höhere Versicherungsprämien angeboten oder Hypotheken verweigert werden. In den letzten Jahren wurden verstärkt Anstrengungen unternommen, um besser interpretierbare Modelle des Maschinellen Lernens zu entwickeln, so dass die Algorithmen eine gewisse Begründung oder Erklärung für ihre Entscheidungen mitliefern.

## **Chatbot**

Ein Chatbot ist ein Computerprogramm, das eine menschliche Interaktion in textbasierter Konversation imitiert. Chatbots können nützliche Werkzeuge sein, um in sozialen Medien mit Besucher\*innen während der Schließzeiten des Museums in Kontakt zu treten. Ein Facebook-Messenger-Chatbot kann beispielsweise einfache Fragen zu Öffnungszeiten, Ticketpreisen und Parkmöglichkeiten beantworten. Chatbots tun sich mit komplexen Fragen schwer; um effektiv zu funktionieren, müssen die Nutzer\*innen kurze, direkte und sachliche Fragen stellen. Chatbots können allgemeine Informationen anbieten – das Anne-Frank-Haus verwendet beispielsweise einen Chatbot, um allgemeine Anfragen zum Besuch zu beantworten. Sie können aber auch kreativ sein, das Field Museum etwa hat einen Chatbot mit frecher Persönlichkeit für sein T-Rex-Exponat Maximo entwickelt.

## **Deep Learning**

Deep Learning bezeichnet eine Untergruppe von Algorithmen des Maschinellen Lernens. Sie basieren auf neuronalen Netzen, die mehrere Schichten verwenden, wobei jede Schicht eine Interpretation der eingespeisten Daten liefert. Die verschiedenen Schichten werden verwendet, um schrittweise komplexere Merkmale aus den Eingabedaten zu extrahieren. In der Bildverarbeitung etwa können untere Schichten für die Erkennung von Kanten zuständig sein, während höhere Schichten für Menschen nachvollziehbarere Konzepte wie Gesichter, Buchstaben oder Ziffern bestimmen. In den letzten Jahren hat Deep Learning wegen der Verfügbarkeit von riesigen Datenmengen aus den sozialen Medien, Digitalisierungsbestrebungen und Online-Aktivitäten sowie der höheren Rechenleistung durch GPUs an Popularität gewonnen. Ein Beispiel für die Anwendung im Museumskontext ist der Einsatz von Deep Neural Networks zur Indizierung der 800 Millionen Digitalisate des World Holocaust Remembrance Center in Jerusalem, um die digitale Geschichte für Forscher\*innen zu kategorisieren und ein jüngeres Publikum zu erreichen.

## **Generative Adversarial Networks (GAN)**

Generative Adversarial Networks bestehen aus zwei neuronalen Netzwerken: einem Generator und einem Diskriminator. Der Generator erzeugt Bilder auf Grundlage eines Datenbestandes und ein Diskriminator bestimmt, ob das erzeugte Bild echt (d.h. in den Ausgangsdaten vorhanden) oder gefälscht (d.h. generiert) ist. Das Zusammenspiel der beiden Netzwerke ermöglicht es dem Generator, qualitativ immer bessere Bilder zu erzeugen, die den Diskriminator täuschen. Die meisten Systeme, die derzeit zur Generierung von Bildern verwendet werden, sind eine Art von GAN. Beispiele für GAN-basierte Projekte sind das Gen Studio, eine Zusammenarbeit zwischen MIT, Microsoft und dem Metropolitan Museum of Art. Das Projekt besteht aus Bildern, die mit einem GAN erstellt wurden, das mit Kunstwerken aus der Open-Access-Sammlung des Museums trainiert wurde. Mit den erzeugten Bildern kann man potentielle Kunstwerke zwischen ausgewählten Stücken aus den Sammlungen erkunden und visualisieren. So kann man etwa sehen, wie ein zwischen einer Vase und einem Kelch angesiedeltes Objekt aussehen könnte.

## **Maschinelles Lernen**

Maschinelles Lernen bezieht sich auf Algorithmen, die ohne explizite Programmierung aus Daten, Beobachtungen und Interaktionen mit der Umwelt Generalisierungen ableiten können. Dadurch können Algorithmen eine Vorhersage über etwas in der Welt treffen oder auf Grundlage der analysierten Daten neue Daten generieren. Maschinelles Lernen wird häufig als Oberbegriff verwendet, um eine Vielzahl von Algorithmen zu beschreiben, darunter neuronale Netze und Deep Learning. Im Museumskontext wird es häufig zusammen oder als Teil von Verfahren des



Maschinellen Sehens oder des Natural Language Processing angewendet. Das Norwegische Nationalmuseum bietet dafür ein Beispiel. Dort wurden Technologien des Maschinellen Lernens auf Museumssammlungen angewendet, um Besucher\*innen durch bessere Metadaten und explorative Schnittstellen einen leichteren Zugang zu schaffen. Generative Technologien des Maschinellen Lernens können auch für interaktive Installationen wie das Projekt *Dali Lives* des Dali-Museums in Florida eingesetzt werden. Dort werden die Besucher\*innen von einem Deepfake (d. h. einer KI-generierten Kopie) von Salvador Dali begrüßt und können während ihres Besuchs auf verschiedenen Bildschirmen mit ihm interagieren und in Austausch treten.

### **Maschinelles Sehen**

Maschinelles Sehen bezieht sich auf Technologien, die Erkenntnisse aus visuellen Daten wie Bildern und Videos gewinnen. Dabei werden einzelne Pixel und die von ihnen abgeleiteten Merkmale betrachtet und in ihrer Vielfalt Muster gesucht. Objekt- und Gesichtserkennung gehören in dieses Feld. Diese Verfahren können auch eingesetzt werden, um Ähnlichkeiten zwischen Werken in musealen Sammlungen zu finden – Beispiele reichen vom Google-Projekt *X Degrees of Separation*, das zwei Objekte durch eine Reihe anderer Kunstwerke miteinander verbindet, über die Website des Cooper Hewitt Smithsonian Design Museum, auf der Besucher\*innen Sammlungen nach Farben erkunden können, bis hin zum Projekt *Recognition*, das 2016 den IK-Preis der Tate gewonnen hat und zeitgenössischen Fotojournalismus mit Kunstwerken aus der Sammlung der Tate vergleicht. Darüber hinaus könnten die Reaktionen der Besucher\*innen auf eine Ausstellung analysiert werden, indem Gesichtserkennung zur Analyse der Videoübertragungen aus den Ausstellungsräumen eingesetzt wird.

### **Natural Language Processing (NLP)**

Natural Language Processing befasst sich mit der Interaktion zwischen Computern und Menschen auf Grundlage von Sprachen. Hauptziele sind das Lesen, Entschlüsseln, Verstehen und Erzeugen menschlicher Sprachen. Derzeit beruhen die meisten NLP-Verfahren auf dem Maschinellen Lernen. Zu den Anwendungsfeldern von NLP gehören die Kategorisierung von Inhalten, die Analyse von Stimmungen, die Übersetzung von Sprache sowie die Umwandlung von gesprochener Sprache in geschriebenen Text und umgekehrt. Im Museumskontext kann NLP eingesetzt werden, um Beiträge in den sozialen Medien oder Bewertungen auf touristischen Websites zu analysieren. Ein Beispiel ist der Einsatz der beiden virtuellen Vermittlerinnen Ada und Grace im Museum of Science in Boston, die Fragen der Besucher\*innen beantworten, Ausstellungsstücke vorschlagen und die ihnen zugrundeliegende Technologie erklären – einschließlich des Natural Language Processing.

### **Neuronale Netze**

Neuronale Netze bezeichnen einen Typ von Algorithmus für Maschinelles Lernen, der sich lose an der Funktionsweise neuronaler Netze im menschlichen Gehirn orientiert. Dies gilt vor allem mit Blick auf die Verarbeitung von Daten und die Erkennung von Mustern. Neuronale Netze bestehen aus einzelnen Einheiten, die über Gewichte verbunden sind; beim Training des Netzes werden die Gewichte und die gesamte Struktur angepasst. Die Begriffe *neuronale Netze* und *Deep Learning* werden heute oft synonym verwendet, obwohl es durchaus Unterschiede gibt, vor allem bezüglich der höheren Anzahl von Schichten zwischen Eingabe und Ausgabe (daher das *Deep*). Neuronale Netze liegen einer Vielzahl von Anwendungen im Museumskontext zugrunde, etwa der Generierung romantischer Landschaften im Norwegischen Nationalmuseum.

### **Objekterkennung**

Objekterkennung beschreibt allgemein eine Reihe von Verfahren der Computer Vision zur Identifizierung von Objekten in Bildern oder Videos. Eingesetzt werden diese Verfahren, um Objekte in einem Bild zu klassifizieren, die Positionen von Objekten innerhalb eines Bildes zu bestimmen oder um beide Aufgaben zugleich zu lösen. Die Objekterkennung bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten im Museumskontext, von der Forschung und Sammlungsverwaltung über die Identifizierung von Kunstwerken bis hin zur Einbindung der Besucher\*innen durch interaktive Apps. Ein Beispiel ist die App *Headhunt!* der National Portrait Gallery in Australien, mit der Kinder mit einem iPad Fotos von Porträtkunstwerken machen können und dann Zugang zu interaktiven Lernerlebnissen bekommen. Ein weiteres Beispiel ist die Google Arts&Culture-App *Art Selfie*, die Nutzer\*innen ein Selfie machen lässt und dann mithilfe der Gesichtserkennung das am besten dazu passende Kunstportrait findet.

### **Prädiktive Analyse**

Prädiktive Analyse ist ein Teilbereich der Datenanalyse, die auf Grundlage historischer Daten Vorhersagen über unbekannte künftige Ereignisse trifft. Bei der prädiktiven Analyse wird eine Vielzahl von Techniken aus den Bereichen Data Mining, Modellierung, Statistik und Maschinelles Lernen eingesetzt, um auf der Grundlage von Datenanalysen Erkenntnisse über die Zukunft zu gewinnen. Mit Datenbeständen zu Museumsbesucher\*innen können Prädiktive Analyse-Systeme die Besuchszahlen für eine Ausstellung an einem bestimmten Datum in der Zukunft schätzen oder die Wahrscheinlichkeit der Erneuerung von Mitgliedschaften für bestimmte Kundengruppen beurteilen. Das National Museum of African American History and Culture griff beispielsweise auf Prädiktive Analyse zurück, um Fluktuationen in den Besuchszahlen zu untersuchen. Es nutzte beim Kauf von E-Tickets erhobene Daten zur Vorhersage der Nachfrage und führte zur Erprobung von freiem Eintritt mittwochs erste Pilotveranstaltungen durch.

### **Roboter**

Roboter sind Maschinen, die mechanische Routineaufgaben automatisch ausführen. In der Industrie werden verschiedene Arten von Robotern eingesetzt, etwa zum Greifen und Bewegen von Gegenständen zur Vorbereitung von Lieferungen. Im Museumskontext hat man es normalerweise mit humanoiden Robotern zu tun, die dem Menschen ähneln und bestimmte Funktionen und Bewegungen nachahmen können. Das Pariser Musée du quai Branly hat *Berenson* aufgestellt, einen robotischen Kunstkritiker, der die Reaktionen der Menschen auf Kunstwerke aufzeichnet und dann seinen eigenen Geschmack entwickelt. Das Smithsonian setzt den humanoiden Roboter *Pepper* im National Museum of African American History and Culture ein, wo er Fragen der Besucher\*innen beantworten und mit Hilfe von Gesten, Sprache und einem interaktiven Touchscreen Geschichten erzählen soll. Das Van Abbemuseum bietet einen Roboter für Besucher\*innen an, die aufgrund einer körperlichen Behinderung das Museum nicht besuchen können. Diese Besucher\*innen können das Museum von zu Hause aus erleben, indem sie den Roboter steuern und selbst durchs Museum führen.

### **Sentiment-Analyse**

Sentiment-Analyse ist die kontextbezogene Auswertung von Texten, bei der subjektive Informationen und affektive Zustände im Quellmaterial identifiziert, extrahiert, quantifiziert und untersucht werden. Man kann sie verwenden, um die allgemeine Haltung einer Gruppe – positiv oder negativ – gegenüber einem Produkt, einer Organisation oder einem Thema zu ermitteln. Für Museen kann dies hilfreich sein, um Diskussionen in den sozialen Medien zu nutzen und die soziale Stimmung rund um eine Ausstellung oder ein Kunstwerk besser zu verstehen. Das British Museum etwa hat eine Sentiment-Analyse für Tripadvisor-Bewertungen aus zwei Jahren durchgeführt, um daraus Erkenntnisse zu gewinnen, wie die Besucher\*innen verschiedene Aspekte des Museums erlebt haben (z. B. Ausstellungen, Führungen, Ausstattung).

### **Spoken Language Identification**

Spoken Language Identification ist die maschinengestützte Erkennung von natürlicher Sprache. Das Verfahren baut auf Ansätzen des Deep Learnings auf, nutzt Modelle der Computerlinguistik und umfasst sowohl die Kategorisierung von geschriebenen Texten als auch von gesprochener Sprache. Spoken Language Identification hat vor allem in Kontexten der Mehrsprachigkeit eine hohe Relevanz und bildet eine wichtige Grundlage für die Automatisierung von Übersetzungen. In Museen kann das Verfahren für eine Vielzahl von Anwendungen wie virtuelle und interaktive Guides, automatisierte Angebote in mehreren Sprachen und somit die Verbesserung der Zugänglichkeit zu den musealen Inhalten genutzt werden. Am ZKM | Hertz-Labor werden in dieser Richtung Prototypen für interaktive und mehrsprachige Werktafeln erforscht und entwickelt.

### **Trainingsdaten**

Datenbestände sind eine der wichtigsten Säulen des Maschinellen Lernens. Beim überwachten Lernen liefern die Trainingsdaten eine Reihe von Beispielen, die zur Formung des Modells verwendet werden. So soll sichergestellt werden, dass das Modell zu den Daten passt und künftig korrekte Ergebnisse vorhersagen kann. Die Trainingsdaten bestehen aus Paaren von Eingabe- und Ausgabe-Beispielen, z. B. der Zeichnung einer Katze als Eingabe und dem Foto einer Katze als Ausgabe; diese Daten bringen dem Modell bei, wie es die Eingaben in richtige Ergebnisse überführen kann. Damit das maschinelle Lernmodell zur künftigen Anwendung passt, ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Trainingsdatensätze so repräsentativ wie möglich sind, da sich Unvollständigkeit und falsche Labels der Daten in den nächsten Schritten und in der Anwendung des trainierten Modells auf unbekannte Daten verstärken. Ein Beispiel aus dem Museumskontext: Wenn wir genaue Vorhersagen über die Nutzung der Cafeteria machen möchten, müssen wir sicherstellen, dass das System mit Daten aus unterschiedlichen Jahreszeiten trainiert wird. Wenn die Nutzung der Cafeteria stark saisonabhängig ist und das System nur für die letzten zwei Monate trainiert worden ist, dann kennt es nur die aktuelle Jahreszeit und wird bei sich ändernden Jahreszeiten weniger genaue Vorhersagen machen.

### **Überwachtes Lernen**

Überwachtes Lernen ist eine Form des Maschinellen Lernens, die Muster ausschließlich aus Trainingsdaten lernt. Dazu müssen die richtigen Antworten in den Trainingsdaten korrekt ausgezeichnet sein. Auf Grundlage der abgeleiteten Muster können neue Datensätze dann systematisch ausgewertet und Antworten vorhergesagt werden. Für das überwachte Lernen sind umfangreiche und gelabelte Datensätze von entscheidender Bedeutung, damit es effektiv Ergebnisse generieren

kann. Falsche oder gestörte Datenlabels verringern die Effektivität des Modells. Im Museumskontext gehören zu den Anwendungen des überwachten Lernens die Vorhersage von Ausstellungsbesuchen oder die automatische Benachrichtigung von Geldgebern, die möglicherweise ihre Mitgliedschaft nicht verlängern möchten.

### **Unüberwachtes Lernen**

Unüberwachtes Lernen ist eine Form von Maschinellern Lernen bzw. Deep Learning, das Strukturen findet, wo keine vordefiniert sind. Es untersucht Daten und identifiziert darin ohne Anleitung Muster. Unüberwachtes Lernen kann eingesetzt werden, um Cluster ähnlicher Daten oder sich vom Bestand unterscheidende Anomalien in den Daten zu finden. Im Museumskontext könnte es beispielsweise dazu verwendet werden, einen Datenbestand von Museumsbesucher\*innen zu analysieren und Cluster von Wochenenden mit hoher Besuchszahl zu identifizieren (z. B. aufgrund von Schulferien oder bestimmten Ausstellungen).



# PROJEKTLINKS UND RESSOURCEN

## Englischsprachige Projekte:

Gen Studio

<https://gen.studio>

Google's X Degrees of Separation

<https://artsexperiments.withgoogle.com/xdegrees>

Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum

<https://collection.cooperhewitt.org/>

Tate's IK Prize Winner 2016 Recognition

<https://www.tate.org.uk/whats-on/tate-britain/exhibition/ik-prize-2016-recognition>

Anne Frank House

<https://www.annefrank.org/en/about-us/news-and-press/news/2017/3/21/anne-frank-house-launches-bot-messenger>

Field Museum

<https://www.fieldmuseum.org/exhibitions/maximo-titanosaur>

National Museum of African American History and Culture

<https://www.slideshare.net/MuseWeb/mw18-presentation-big-data-analytics-in-museum-operations>

Musée du quai Branly

<https://www.widewalls.ch/magazine/berenson-the-robot-vidal-gaussier>

The Smithsonian

<https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-launches-pilot-program-pepper-robots>

Van AbbeMuseum

<https://vanabbemuseum.nl/en/mediation/inclusion/museum-visit-with-robot>

National Portrait Gallery, Australia

<https://www.portrait.gov.au/content/headhunt>

The British Museum

<https://medium.com/mcnx-london/invisible-insights-learning-from-trip-advisor-reviews-b5c825fa4409>

ImageNet Roulette

<https://www.excavating.ai>

Google Arts & Culture, Art Selfie

<https://artsandculture.google.com/camera/selfie>

Dali museum

<https://thedali.org/exhibit/dali-lives>

World Holocaust Remembrance Center

<https://blogs.nvidia.com/blog/2019/05/06/yad-vashem-holocaust-museum-ai-dgx-1>

Museum of Science

<https://ict.usc.edu/prototypes/museum-guides>

Europeana

<https://pro.europeana.eu/tags/artificial-intelligence>

## Deutschsprachige Projekte:

Archäologische Museum Hamburg  
und Stadtmuseum Harburg (AMH)  
<https://blog.amh.de/kuenstliche-intelligenz-im-museum>

Badisches Landesmuseum Karlsruhe  
<https://www.landmuseum.de/museum/forschungsprojekte/kuenstliche-intelligenz-museum>

Deutsches Hygiene Museum Dresden  
<https://www.dhmd.de/ausstellungen/vorschau/kuenstliche-intelligenz>

Deutsches Museum München  
<https://www.deutsches-museum.de/forschung/forschungsinstitut/projekte/detailseite/iggi-ingenieur-geist-und-geistes-ingenieure>

Deutsches Museum München  
<https://www.deutsches-museum.de/forschung/forschungsinstitut/projekte/detailseite/bilder-hoeren-und-musik-sehen-mit-ki>

Deutsches Museum Bonn  
<https://www.deutsches-museum.de/bonn/ausstellung/mission-ki>

Fachhochschule Kiel  
<https://www.fh-kiel-gmbh.de/de/leistungen/drittmittelprojekte/landesministerien-sh/ki-in-kultur.html>

LINK-Master  
<https://www.link-niedersachsen.de/link-masters>

Ludwig Forum Aachen  
<http://ludwigforum.de/museum/forschung/training-the-archive>

Schaufler Lab Dresden  
<https://tu-dresden.de/gsw/schauflerlab>

Städel Museum  
<https://blog.staedelmuseum.de/kuenstliche-intelligenz-chatbot-museum>

Stiftung Haus der Geschichte  
der Bundesrepublik Deutschland  
<https://www.hdg.de/presse/pressemitteilung-2020-12-11-erzaehlte-geschichte-trifft-kuenstliche-intelligenz>

Qurator Projekt  
<https://qurator.ai>

ZKM | Zentrum für Kunst und Medien Karlsruhe  
<https://zkm.de/de/projekt/das-intelligente-museum>  
<https://zkm.de/de/projekt/emotional-ai>  
<https://zkm.de/de/projekt/as-we-may-speak>

## Offene Lernressourcen:

Bundeswettbewerb Künstliche Intelligenz  
<https://ki-kurs.org>

KI-Campus  
<https://ki-campus.org>

Open HPI  
<https://open.hpi.de>

Alle Projekt-Weblinks aktiv bei Zugriff Dezember 2021.

# DANKSAGUNGEN

Die Inhalte für dieses Toolkit wurden in einer Reihe von Workshops in London und New York entwickelt, die im Sommer 2019 stattfanden; das deutschsprachige Netzwerk KI & Museen hatte seine Auftaktveranstaltung im Frühling 2021. Wir möchten uns bei den Workshop-Teilnehmer\*innen für ihre Einblicke, Kritik, Neugier und Großzügigkeit bedanken.

## Forschungsassistenten

Dimitra Gkitsa, Goldsmiths, University of London

Seth Crider, School of Information, Pratt Institute

## Mitglieder des englischsprachigen Netzwerks

Andrew Lih, Wikimedia Strategist, The Metropolitan Museum of Art

Ariana French, Director of Digital Technology, American Museum of Natural History

Carolyn Royston, Chief Experience Officer, Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum

Casey Scott-Songin, Senior Manager: Data & Insight, The National Gallery, London

Dan Brennan, Museum Application Developer, Princeton University Art Museum

Dr. Juhee Park, Data Research Fellow, Victoria and Albert Museum Research Institute (VARI)

Dr. Mia Ridge, Digital Curator for Western Heritage Collections, The British Library

Harrison Pim, Data Scientist, Wellcome Collection

Jamie Unwin, Collections Technical Architect, Science Museum Group

Jennie Choi, General Manager of Collection Information, The Metropolitan Museum of Art

John Stack, Digital Director, Science Museum Group

Lawrence Chiles, Head of Digital Services, The National Gallery, London

Rachel Ginsberg, Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum

## Teilnehmer\*innen London

Ben Vickers, Chief Technology Officer, Serpentine Galleries

Dr. Fiona Johnstone, Research Associate, Centre for Interdisciplinary Methodologies, Warwick University, People Like You

Dr. Giles Bergel, Digital Humanities Research Fellow, Seebibyte, Faculty of Engineering, University of Oxford

Dr. Sophie Frost, Research Assistant, One by One, University of Leicester

Hannah Barton, Digital Project Manager, Tate

Joe Padfield, Conservation Scientist, The National Gallery, London

John Davies, Economic Research Fellow, Creative Economy and Data Analytics, Nesta

Lisa Ollerhead, Head of Museums Policy, Department of Digital, Culture, Media & Sport

Meriel Royal, User Experience Researcher, The National Gallery, London

Natalie Kane, Curator of Digital Design, Victoria & Albert Museum

Nicolas Malevé, PhD Researcher, Centre for the Study of the Networked Image, London South Bank University

Philo Van Kemenade, Co-founder and Head Curator, Sensorium Festival

Professor Victoria Alexander, Institute for Creative and Cultural Entrepreneurship, Goldsmiths, University of London

Rachel Coldicutt, CEO, Doteveryone

Tom Cunningham, Data Analyst, The National Gallery, London

Tonya Nelson, Director of Arts Technology and Innovation, Arts Council England

Victoria Ivanova, PhD Researcher, Centre for the Study of the Networked Image, London South Bank University

Vishal Kumar, Futurecity Associate, Spatial Data Science and Visualisation, Centre for Advanced Spatial Analysis The Bartlett, University College London



## Teilnehmer\*innen New York

Achim Koh, Visiting Assistant Professor, Pratt Institute  
Adam Quinn, Digital Product Manager, Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum  
Dr. Anthony Cocciolo, Dean, School of Information, Pratt Institute  
Dr. Chris Sula, Associate Professor, Pratt Institute  
Dr. Craig MacDonald, Director, Center for Digital Experiences, Associate Professor, Pratt Institute  
Effie Kapsalis, Senior Digital Programme Officer, American Women's History Initiative, Smithsonian Institute

Jeff Steward, Director of Digital Infrastructure and Emerging Technology, Harvard Art Museums  
Kang-Ting Peng, Senior Engineer, Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum  
Lawrence Swiader, Director of Digital Strategy, American Battlefield Trust  
Matthew Cock, Chief Executive, Vocal Eyes  
Shannon Darrough, Director, Digital Media, MoMA  
Spencer Kiser, Lead Developer, The Metropolitan Museum of Art

## Teilnehmer\*innen Öffentliche Veranstaltungen

Andrea Lipps, Associate Curator of Contemporary Design, Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum  
Dr. Oliver Fletcher Vane, Living With Machines, British Library  
Dr. Sophie Frost, Executive Director, Furtherfield

Irini Papadimitriou, Creative Director, Future Everything  
Karen Palmer, Storyteller from the Future  
Laren Vargas, Research Assistant, One by One, University of Leicester

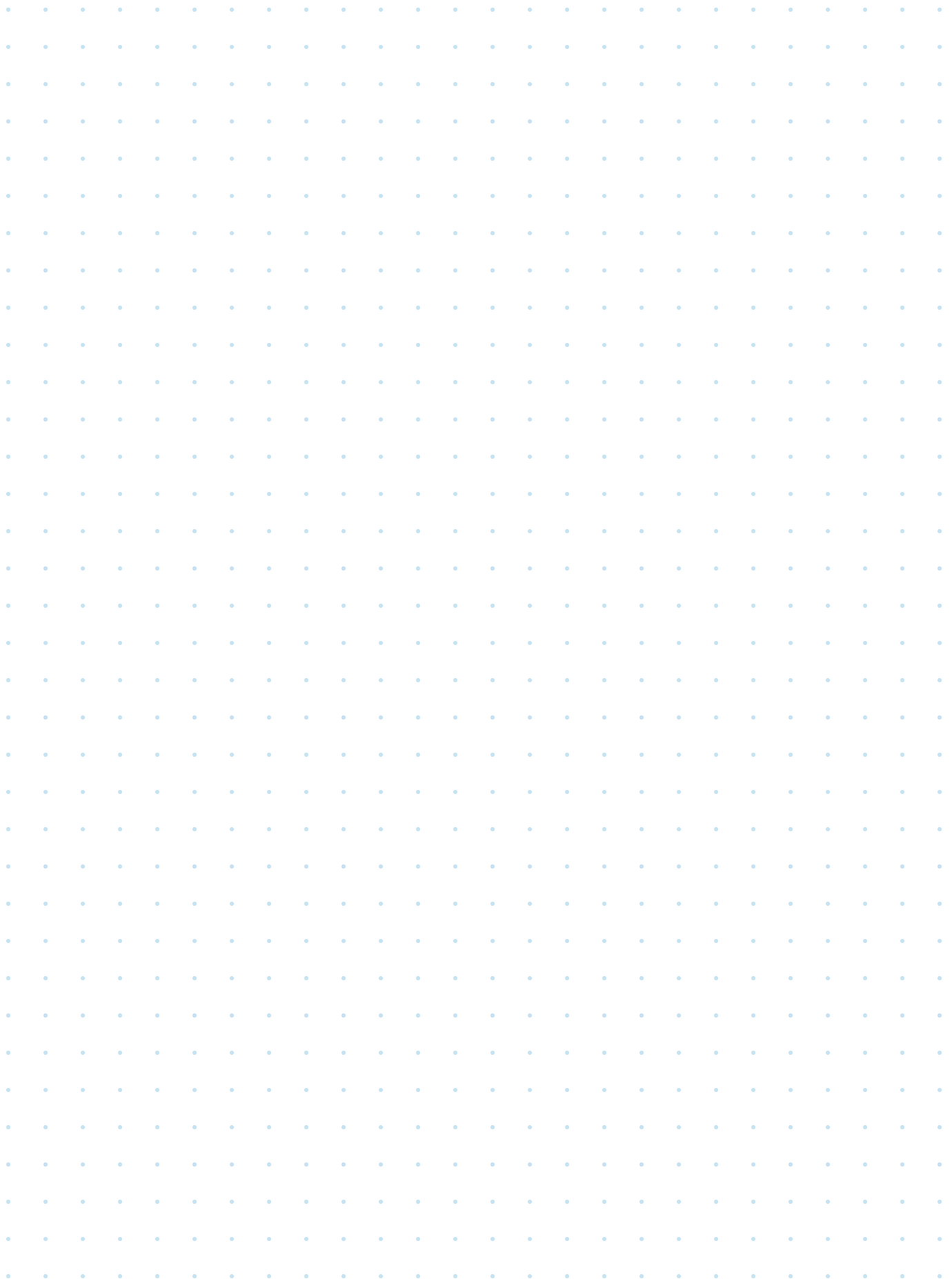
## Teilnehmer\*innen Karlsruhe

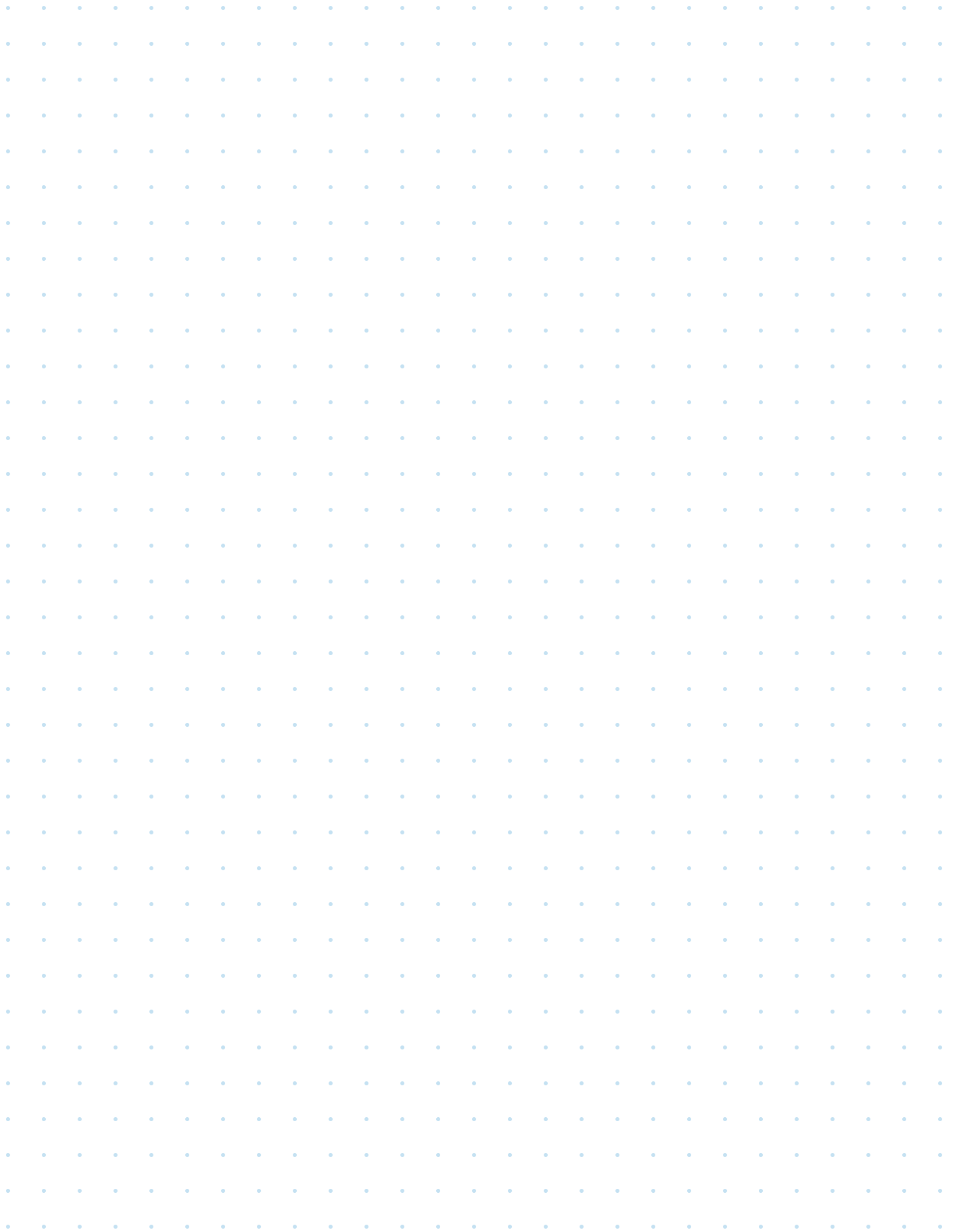
Dr. Antje Schmidt, MKG Hamburg  
Dominik Bönisch, Ludwig Forum für Internationale Kunst Aachen  
Dominik Busch, Zeppelin Museum  
Felix Lange, digiS, Zuse-Institut Berlin  
Dr. Friederike Nowak, Dataport AÖR  
Dr. Heidi Pfeiffenberger, Badisches Landesmuseum Karlsruhe  
Holger Kurtz, Freier Kulturmanager  
Ilias Kyriazis, Coding da Vinci / Deutsche Nationalbibliothek  
Dr. Johannes Bernhardt, Badisches Landesmuseum Karlsruhe  
Jonas Wietelmann, TU Dresden, Schaufler Lab  
Katja Hofmann, Staatliche Kunstsammlungen Dresden


Dr. Katja Schumann, Staatliche Kunstsammlungen Dresden  
Dr. Leila Zickgraf, Kuratorin und Musikwissenschaftlerin  
Prof. Dr. Matthias Wölfel, Hochschule Karlsruhe  
Nike Matthiesen, Stiftung Haus der Geschichte Bonn  
Sonja Thiel, Badisches Landesmuseum Karlsruhe  
Stefan Grill, 3pc GmbH Neue Kommunikation  
Dr. Tabea Golgath, Stiftung Niedersachsen  
Prof. Dr. Tobias Hochscherf, Fachhochschule Kiel/ Staatskanzlei des Landes Schleswig-Holstein  
Tristan Post, Applied AI  
Dr. Werner Schweibenz, MusIS, Bibliotheksservice-Zentrum Baden-Württemberg  
Yannick Hofmann, ZKM | Zentrum für Kunst und Medien Karlsruhe



# NOTIZEN





The background features a series of parallel, zig-zagging lines in blue and yellow. The blue lines are on the left and top, while the yellow lines are on the right and bottom. The lines create a sense of depth and movement, resembling a stylized architectural or geometric pattern.

Goldsmiths, University of London  
New Cross  
London SE14 6NW  
[gold.ac.uk](http://gold.ac.uk)

Badisches Landesmuseum  
Schlossbezirk 10  
76137 Karlsruhe  
[landesmuseum.de](http://landesmuseum.de)

ISBN (print) 978-1-913380-34-2  
ISBN (elektronisch) 978-1-913380-31-1