



# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DEUTSCHLAND

EIN SYSTEMATISCHER KATALOG VON ANWENDUNGEN  
DES MASCHINELLEN LERNENS





FRAUNHOFER-ALLIANZ BIG DATA

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DEUTSCHLAND

## EIN SYSTEMATISCHER KATALOG VON ANWENDUNGEN DES MASCHINELLEN LERNENS

Autoren

Lisa Fink | Fraunhofer IAIS  
Ulrike Petersen | Fraunhofer IAIS  
Angi Voss | Fraunhofer IAIS

im Auftrag von



Über das Smart Data Forum

Das Smart Data Forum ist eine Wissensplattform und Ausstellungsfläche für Smart-Data-Technologien und digitale Innovationen in Deutschland.

Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte und in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) entwickelte Initiative treibt den Austausch und die Vernetzung zwischen Smart-Data-Stakeholdern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik voran.

Das Smart Data Forum macht Ergebnisse aus der deutschen und internationalen Spitzenforschung für den Mittelstand leicht zugänglich und hilft bei der erfolgreichen Umsetzung

innovativer Digitalisierungskonzepte und Technologien in der unternehmerischen Praxis. Auf internationaler Ebene werden innovative Forschungsprojekte, Technologien und Produkte aus Deutschland einem ausländischen Publikum vorgestellt und neue Partnerschaften entwickelt. Der Showroom in Berlin bietet zudem herausragenden Projekten und Unternehmen eine Plattform für mehr Sichtbarkeit und Vernetzung.

Das Smart Data Forum ist ein Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) sowie der Fraunhofer-Institute für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI und für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS.

[www.smartdataforum.de](http://www.smartdataforum.de)



# INHALT

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1 Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz</b>	<b>6</b>
1.1 Höhen und Tiefen der Künstlichen Intelligenz	6
1.2 Lernen statt Programmieren	7
1.3 Der Trick beim Tiefen Lernen	8
<b>2 Einsatzgebiete für intelligente Systeme</b>	<b>14</b>
<b>3 Aus- und Fortbildung von Data Scientists</b>	<b>17</b>
3.1 Was machen Data Scientists	17
3.2 Hochschulstudium	18
3.3 Berufsbegleitende Fortbildung bei Fraunhofer	19
<b>4 Vorgehensweise im Unternehmen</b>	<b>22</b>
<b>5 Katalog der Beispiele nach Einsatzgebieten</b>	<b>25</b>
5.1 Wahrnehmung	25
5.2 Problemlösen	32
5.3 Handeln	50
<b>6 Referenzen</b>	<b>69</b>
<b>7 Impressum</b>	<b>73</b>



# VORWORT

Wir erleben eine Zeitenwende. Künstliche Intelligenz hat die Forschungslabore verlassen und durchdringt atemberaubend schnell Alltag und Arbeitswelt in Form sprechender Geräte und digitaler Assistenten, kooperativer Roboter, autonomer Fahrzeuge und Drohnen. Es fällt uns zunehmend schwer, in digitalen Medien Bots von Menschen zu unterscheiden, und auch am Schreibtisch werden immer mehr Routineaufgaben automatisiert.

Ausgelöst durch amerikanische Internetkonzerne und ihre Big-Data-Technologien wird diese Entwicklung durch die fortschreitende Digitalisierung aller Wirtschaftsbereiche befeuert. Auf hochleistungsfähigen Hard- und Softwareplattformen bieten maschinelle Lernverfahren der Künstlichen Intelligenz das Instrumentarium, um aus großen Datenmengen komplexe Zusammenhänge zu lernen und in Entscheidungen und Handlungen umzusetzen, und zwar ohne explizit programmiert werden zu müssen.

Die spektakulärsten Erfolge haben bislang tiefe Lernverfahren mit künstlichen neuronalen Netzen erzielt. Sie lassen intelligente Maschinen in beliebigen Sprachen mit uns sprechen, unsere gemeinsame Umgebung wahrnehmen und interpretieren. Künstliche Intelligenz schafft eine neue Kommunikationsschnittstelle zu unserer Wohnung, dem Auto, den Wearables und wird Touchscreens und Tastaturen zurückdrängen.

Dieses Dokument bietet Unternehmen, die sich für praktische Beispiele Maschinellen Lernens und Künstlicher Intelligenz interessieren, einen umfangreichen Überblick. Gut 120 Beispiele – vorwiegend aus Deutschland – decken ein vielfältiges Spektrum ab: die Anwendungen betreffen physische und

digitale Umgebungen, sind assistiv oder autonom, nutzen sprachliche Kommunikation oder andere Interaktionsformen und stammen aus unterschiedlichen Branchen. Mit diesen Kriterien werden neun Einsatzbereiche unterschieden und abhängig von der Aufgabe und den verarbeiteten Daten weiter untergliedert. Etwa 50 Infoboxen skizzieren zudem die interessantesten Beispiele. Der Beispielsammlung vorangestellt sind ein kurzer Abriss zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz, die wichtigsten Konzepte des Maschinellen Lernens als aktuelle Schlüsseltechnologie für intelligente Lösungen und ein Ausblick auf Trends in der Forschung. Das Dokument schließt mit Hinweisen zum Vorgehen im Unternehmen und einem Überblick über Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten für Datenwissenschaftler. Eine Zusammenstellung von wichtigen Begriffen aus dem Maschinellen Lernen und eine Übersicht über die Reifegrade verschiedener Anwendungsmöglichkeiten wurden aus einer Analyse zum Maschinellen Lernen für das Bundesforschungsministerium<sup>1</sup> übernommen und runden diese Studie sinnvoll ab.

Die präsentierten Ergebnisse basieren außerdem auf weiteren, bei Fraunhofer im Jahr 2017 beauftragten Analysen des Marktes, des Forschungsgebietes und der Ausbildungssituation.<sup>2</sup> Der besondere Beitrag dieser Studie ist die umfangreiche Zusammenstellung und Systematisierung von Beispielen aus Deutschland zu einem Katalog, der interessierte Unternehmen bei der Identifizierung von eigenen Innovations- und Optimierungsprojekten unterstützen möchte.

Eine Karte zur interaktiven Suche in ausgewählten Beispielen ergänzt diese Studie: <http://s.fhg.de/SmartDataForum-KISuche>

<sup>1</sup> Döbel et al. 2018

<sup>2</sup> Fraunhofer-Allianz Big Data 2017

# 1 MASCHINELLES LERNEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

## 1.1 Höhen und Tiefen der Künstlichen Intelligenz

Die Vision, dass Maschinen eines Tages sprechen, abstrakte Konzepte bilden, die gleichen Probleme wie Menschen lösen und sich ständig verbessern<sup>3</sup>, führte 1956 zur Gründung des Forschungsgebiets »Künstliche Intelligenz (KI)«. Schon 1950 hatte Alan Turing<sup>4</sup> in einem berühmten Artikel den heute sogenannten »Turing-Test« vorgeschlagen. In einer Art Chat soll man herausfinden, wer von seinen zwei Chatpartnern der Mensch und wer der künstliche Bot ist. Der Test ist heute aktueller denn je, wo wir mit Sorge den Einfluss von Social Bots auf unsere Meinungen und Wahlentscheidungen verfolgen.

KI ist nicht auf bestimmte Techniken festgelegt. Anders als die klassische Computerwissenschaft strebt sie keine Speziallösungen für einzelne Probleme an, sondern versucht durch Verwendung von Wissen möglichst große Problemklassen flexibel zu lösen.

Die KI hat im Laufe ihrer Entwicklung Höhen und Tiefen erlebt. Ihre Aufgaben waren zunächst umgrenzt und gut strukturierbar wie beim Schach, Diagnosen und mathematischen Beweisen. Sogenannte Expertensysteme führten in den 1980er Jahren zur ersten kommerziell relevanten Welle der KI. Sie benötigten manuell eingegebenes symbolisches Wissen und Wenn-dann-Regeln, die für eine Anfrage automatisiert genutzt und kombiniert wurden. Die Skalierbarkeit war jedoch enttäuschend. Größere Wissensbasen widerspruchsfrei zu erweitern stellte sich als zu schwierig heraus. Ende der 1980er setzte ein sogenannter KI-Winter ein. Die KI wurde zur »good old-fashioned AI (GofAI)«.

Schon in den 1990er Jahren hatte man an verschiedenen Lernalgorithmen geforscht. Sie erzeugen aus vielen empirischen Beobachtungen, also Beispielen und Feedback, Modelle, die Muster in den Daten erfassen. Sie repräsentieren Wissen,

das auf neue Daten angewendet werden kann. Anders als bei den früheren Expertensystemen ermöglichen die Modelle kein logisches Schließen, sondern induktives, mit Unsicherheit behaftetes Schließen. Es ermöglicht automatisierte Einschätzungen und Voraussagen, Vorschläge, Empfehlungen und Warnungen. Mit der Big-Data-Welle, dem mobilen Internet, den sozialen Medien und der Digitalisierung allgemein, bekam man endlich genug Daten für Modelle mit ausreichenden Trefferquoten. Das Maschinelle Lernen wurde so zur Schlüsseltechnologie einer neuen KI-Welle. Im Kontext von Big Data nutzte man die Verfahren bereits zur sogenannten »prädiktiven« und »präskriptiven Analytik«.

### Beispiele der frühen KI

#### Beispiel Alltagswissen:

Mit Cyc wurde 1984 ein lang angelegtes Projekt gestartet, um manuell eine Wissensbasis für Alltagswissen aufzubauen. Zwischen 2001 und Anfang 2017 wurden Teile der Wissensbasis veröffentlicht<sup>5</sup> und zwar in den Formaten des semantischen Web: RDF und den zugehörigen Ontologien. Ontologien sind Begriffssysteme, die Konzepte, ihre Eigenschaften und Beziehungen strukturieren. Sie sind ein wichtiges Vermächtnis der Expertensysteme, das den heutigen Wissensgraphen zugrunde liegt. Bekannt ist dbpedia, der Wissensgraph, der aus der Wikipedia automatisch extrahiert wird.

#### Beispiel Schach:

Beim Schachspielen stellte sich dagegen heraus, dass die größte Herausforderung darin bestand, genügend viele mögliche Zugfolgen genügend weit zu verfolgen. Als 1997 IBM mit Deep Blue gegen den Schachweltmeister Garry Kasparov gewann, hatte man dafür endlich genug Rechenleistung.

<sup>3</sup> McCarthy et al. 1955

<sup>4</sup> Turing 1950

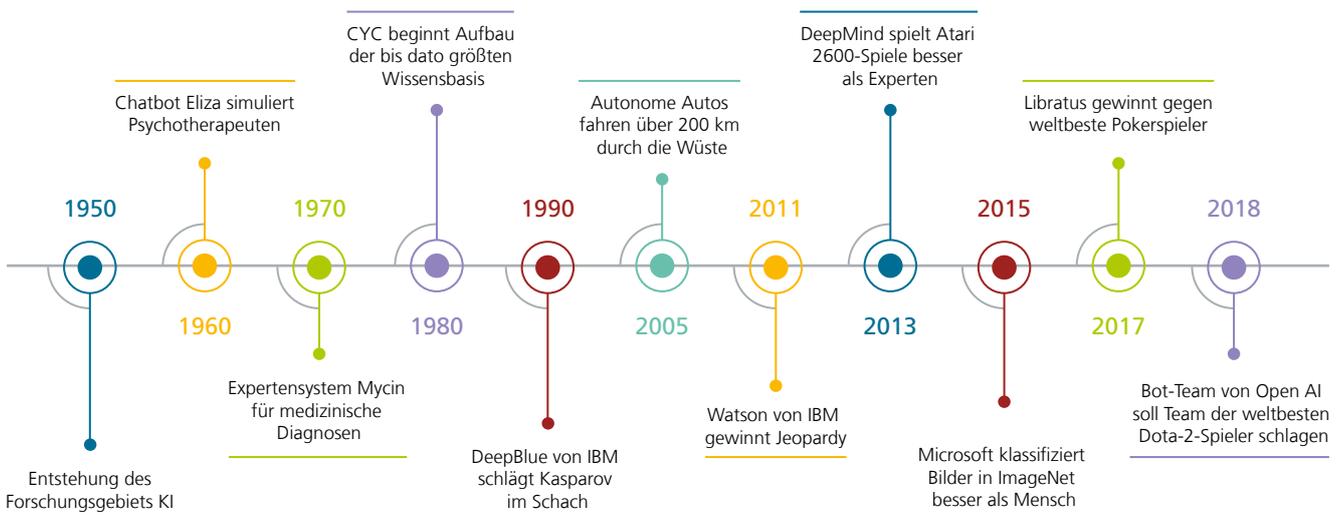
<sup>5</sup> Wikipedia 2018b

Der eigentliche Durchbruch der KI kam mit tiefen neuronalen Netzen. Sie bestehen aus vielen Schichten von künstlichen Neuronen, die man hervorragend auf viele Rechner und Graphikprozessoren verteilen und parallel trainieren kann. Das Lernen in solchen tiefen Netzen, englisch »Deep Learning«, ist besonders erfolgreich in der Bild- und Sprachverarbeitung. Als etwa Google die Spracherkennung in Smartphones auf Deep Learning umstellte, konnte die Fehlerrate auf einen Schlag um 25 Prozent reduziert werden<sup>6</sup>. Abbildung 1 gibt einen Überblick über Höhepunkte der KI.

### 1.2 Lernen statt Programmieren

Das Maschinelle Lernen (ML) ist eine Alternative zum Programmieren, weil für eine neue Aufgabe kein spezielles Programm geschrieben und auch kein Wissen händisch eingegeben werden muss, wie vormals bei den Wissensbasen der Expertensysteme. Stattdessen gibt es verschiedene Lernalgorithmen, die aus Trainingsdaten bestimmte Arten von Modellen erstellen. Die bekanntesten Modelle sind Entscheidungsbäume, Regressionsfunktionen oder sogenannte Stützvektormaschinen. Sie werden in vielen Anwendungsfeldern auf historischen Daten aus Tabellen und Datenbanken angewendet. Zu jeder Art von Modell gibt es ein Inferenzverfahren, das die aktuellen Daten durch das Modell schleust, um eine Antwort zu erhalten. Oft kann zusätzlich ein Konfidenzwert ausgegeben werden. Er gibt an, wie sicher das Modell bei seiner Vorhersage ist. Je höher die Konfidenz, desto sicherer ist die Antwort.

Abbildung 1: Höhepunkte der KI, eigene Darstellung



### Einige messbare Erfolge des Deep Learning

2013:

DeepMind Technologies gewinnt mit einem einzigen Verfahren sieben Atari 2600-Spiele und ist damit bei dreien davon besser als Menschen.<sup>7</sup>

2015:

ImageNet ist ein jährlicher Bilderkennungswettbewerb. 2015 unterbot ein Deep-Learning-System von Microsoft in einer Kategorie mit 4,94 Prozent die menschliche Fehlerrate von 5,1 Prozent und nur Tage später meldete Google eine Fehlerrate von 4,9 Prozent.<sup>8</sup>

2016:

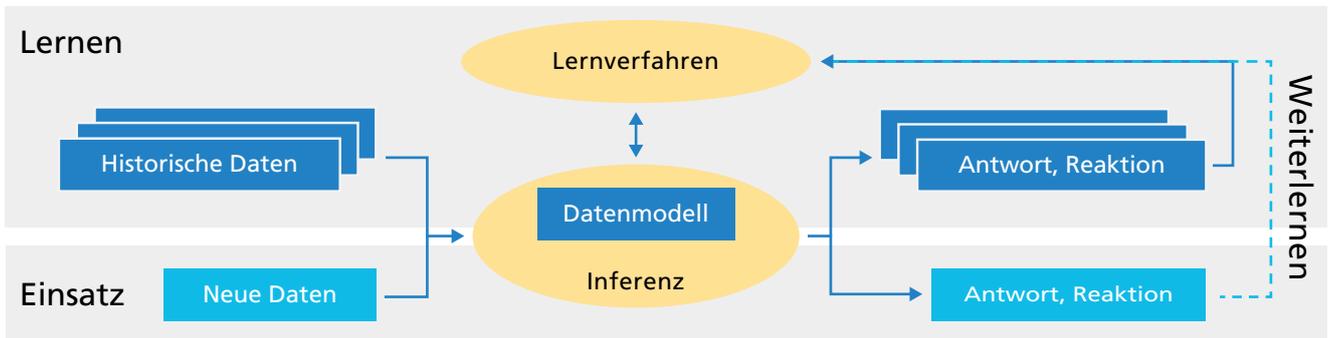
Google gewinnt mit AlphaGo gegen den Südkoreanischen Go-Meister Lee Se-do.

2017:

Nach 20 Tagen pokern besiegt die Carnegie Mellon University mit Libratus vier der weltbesten Pokerprofis überwältigend in der Poker-Version no-limit Texas Hold'em.<sup>9</sup> Anders als Schach und Go liegen beim Poker nicht alle Karten auf dem Tisch und der Spieler muss mit unvollständigem Wissen umgehen.

6 Jones 2014  
 7 Golem 2016  
 8 Mnih et al. 2013; Johnson 2015  
 9 IEEE Spectrum 2017; Mobile Geeks 2017; Deutschlandfunk 2017

Abbildung 2: Maschinelles Lernen, Daten und Modelle, eigene Darstellung



Maschinelles Lernen bietet sich vor allem an, wenn man keine festen Vorschriften finden kann und auch bei unvollständigem Wissen noch reagieren möchte. Während das Modell im Einsatz ist, können neue Daten eintreffen, die das Modell weiter verbessern oder an Änderungen in der Umgebung anpassen lassen. Solche »selbstlernenden« Systeme sind allerdings nicht möglich in Einsatzgebieten, wo neue Versionen eines Systems vor dem Ausrollen geprüft und abgenommen werden müssen. Aber auch dort kann man neue Daten sammeln, um eine neue Version zu trainieren. Abbildung 2 verbildlicht die zwei Phasen des Maschinellen Lernens.

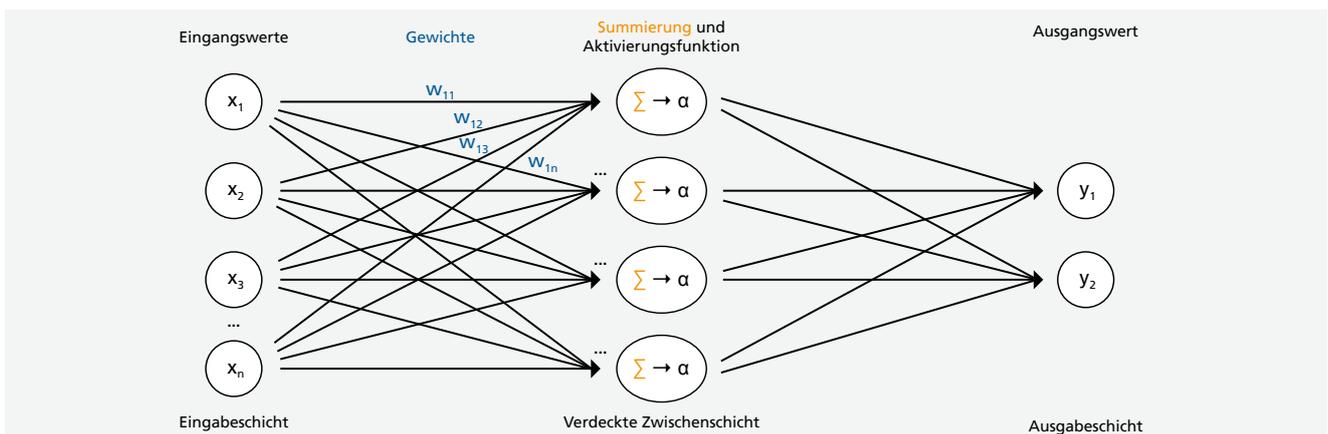
Datenspezialisten, neudeutsch »Data Scientists«, und ML-Spezialisten trainieren für jede Fragestellung ein individuelles Modell. Dazu probieren sie meist mehrere Lernalgorithmen und Modelltypen aus. Vorher müssen sie meist aufwändig relevante Daten identifizieren, von Fehlern und Artefakten bereinigen und passend aufbereiten. Denn »Garbage in – garbage out«: die Qualität oder Voraussagegüte eines Modells hängt hauptsächlich von der Richtigkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität der Trainingsdaten ab. Das haben viele Unternehmen erkannt und ergreifen Maßnahmen der Data

Governance, um die Verfügbarkeit der Daten und ihre Qualität nachhaltig zu erhöhen. Zunehmend lassen sie diese Aktivitäten durch einen Chief Digital Officer (CDO) steuern.

### 1.3 Der Trick beim Tiefen Lernen

Die Analyse von Bild- und Video-, Sprach- und Textdaten machte lange Zeit wenig Fortschritte. Es waren aufwendige Datenvorverarbeitungsketten durch computergraphische bzw. akustische und linguistische Verfahren nötig, um von den Ausgangsdaten zu abstrakten Merkmalen zu gelangen, auf die man die Lernverfahren ansetzen konnte. Hier hat 2006 eine Revolution eingesetzt. Tiefe Netze aus künstlichen Neuronen können nicht nur sehr komplexe Funktionen lernen, sondern machen große Teile der Vorverarbeitung überflüssig. Ein künstliches neuronales Netz berechnet eine Funktion von der Eingabe- zur Ausgangschiicht. Wie in Abbildung 3 angedeutet, verrechnet dazu jedes Neuron Daten, die es von seinen Vorgängern bekommt, mit Gewichten, die für diese Verbindungen gelernt wurden, und berechnet einen neuen Wert für seine Nachfolger. Zum Trainieren der Gewichte benötigt man vergleichsweise viele Beispiele.

Abbildung 3: Künstliche neuronale Netze, eigene Darstellung



Tiefe neuronale Netze bestehen aus vielen inneren Schichten und können deshalb zwei Aufgaben auf einmal lösen. In den ersten Schichten lernen sie ohne äußeres Zutun aus den Daten eine geeignete kompakte Repräsentation. Der Zweck ist ähnlich wie beim MP3-Format, das Musik verdichtet repräsentiert, ohne dass wir einen Qualitätsverlust hören. Die eigentliche Aufgabe wird von den letzten Schichten des Netzes gelernt. Beide Teile des Netzes arbeiten Hand in Hand, wenn man sie gemeinsam »end-to-end« trainiert. Dabei lernen tiefe Netze die passende Repräsentation von Bildern und Sprache besser, als Data Scientists oder ML-Spezialisten es durch Vorverarbeitungsprogramme bisher geschafft haben.

Abbildung 4 zeigt verschiedene Möglichkeiten, die Ebenen eines tiefen Netzes zu dimensionieren und zusammenzuschalten. Deshalb ist auch hier wieder Erfahrung und Experimentieren angesagt. Aber die Mühe lohnt sich. Ein großes Netz, das eine komplexe Bildaufgabe erfolgreich löst, ist vermutlich auch ziemlich gut darin, in seinen vorderen Schichten die elementaren Eigenschaften von Bildern herauszufiltern, wie in Abbildung 5 dargestellt. Diese ersten Schichten können bei einer neuen Bildinterpretationsaufgabe wiederverwendet werden, um den Trainingsaufwand zu reduzieren. Tiefe Netze können sukzessiv auch immer schwerere Aufgaben lernen oder weitere Eingabekanäle einbeziehen.

Abbildung 4: Verschiedene Netzarchitekturen<sup>10</sup>

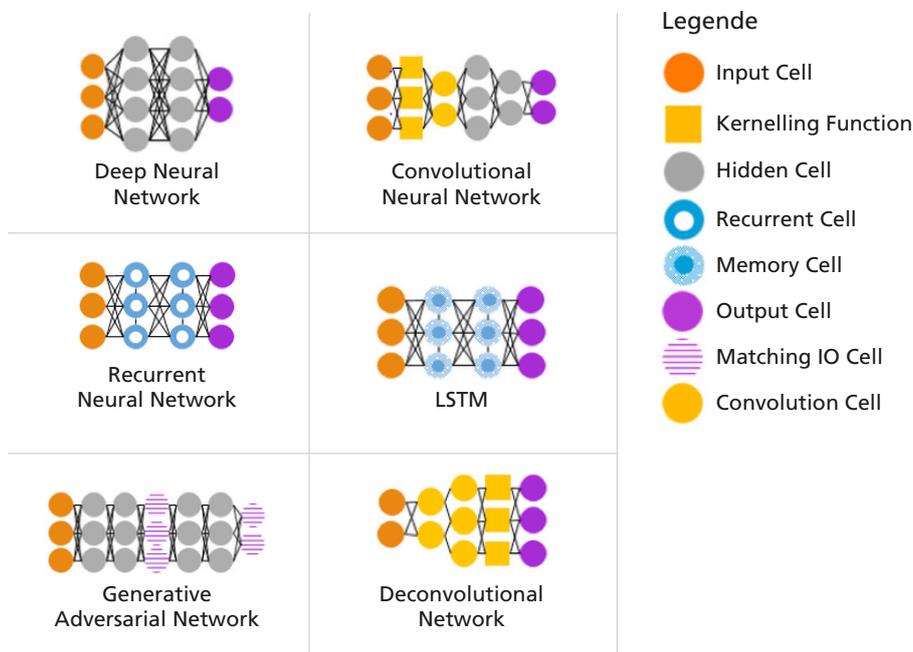
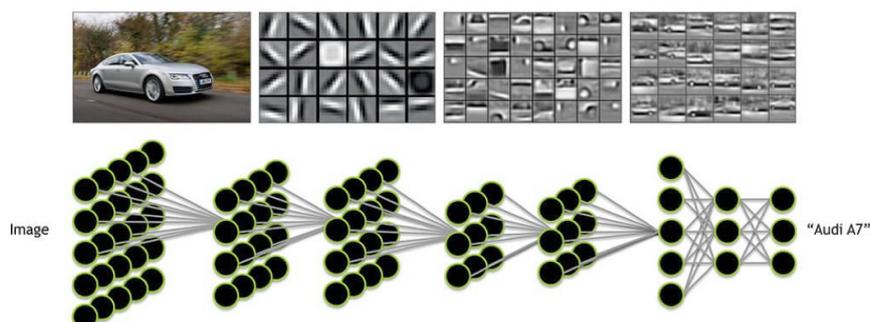


Abbildung 5: Veranschaulichung eines tiefen neuronalen Netzes das zunächst die Eingabe in eine kompakte interne Repräsentation überführt und dann eine Klassifikation durchführt.

## HOW A DEEP NEURAL NETWORK SEES



10 Angelehnt an Datasoc 2018

Amazons sprechende Assistentin Alexa erhält man beispielsweise inzwischen auch mit einer Kamera, die ihre Wahrnehmungsfähigkeit radikal erweitert, auch wenn sie zunächst einmal nur Kleidungstipps geben sollte. In vielen Anwendungen kann man Bild mit Ton, und im Gesundheitssektor mit Biosignalen kombinieren. Schließlich beobachten auch Maschinenbediener ihre Produktionsanlagen mit Augen, Ohren und Nase. Es ist also damit zu rechnen, dass neuronale Netze immer mehr kombiniert werden und so – neben den Rohdaten – zu einem wertvollen Asset im Unternehmen werden. Tiefe Netze sind auch für den Erfolg von AlphaGo verantwortlich, das 2016 den stärksten Go-Spieler besiegte. AlphaGo lernte aus alten Partien, aber auch Erfolgen und Misserfolgen beim Spielen gegen sich selbst. Diese Art des Lernens durch Feedback bezeichnet man als »Lernen durch Bestärkung«. Es lässt sich ebenfalls für digitale Agenten, Assistenten und Roboter einsetzen.

Tiefe Netze können nicht nur Daten analysieren, sondern auch ergänzen und generieren, was ganz neue Anwendungsmöglichkeiten erzeugt. Dazu zählen das Kolorieren von Filmen, das Ausfüllen von Szenen in digitalen Spielen, das Texten, Malen und Komponieren.

Der Fortschritt gegenüber der Künstlichen Intelligenz in den 1980er Jahren wird in Abbildung 6 deutlich. Bei einem Expertensystem musste die gesamte Wissensbasis manuell konstruiert werden. Beim Maschinellen Lernen der 1990er waren es nur noch die Merkmale, die mit großer Sorgfalt ausgewählt werden mussten. Nun hat man neuronale Netze, die automatisch in ihren verdeckten Schichten immer abstraktere Repräsentationen lernen und die Arbeit der Merkmalswahl selber miterledigen.

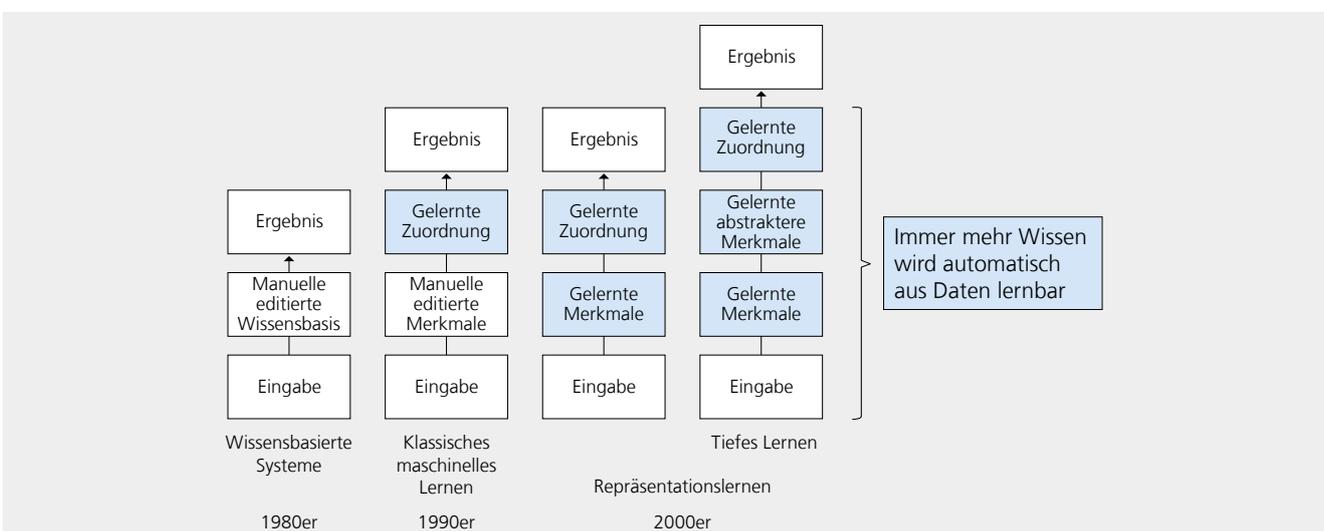
#### 1.4 Ein Blick in die ML-Labore

Die Forschung zum Maschinellen Lernen ist vielfältig und in Gänge kaum zu überblicken. Letztendlich dient sie dazu, die Einsatzmöglichkeiten der ML-Methoden zu erhöhen. Das bedeutet zunächst einmal, aus den vorhandenen Daten mehr zu lernen, und dann die antrainierbaren Fähigkeiten zu erweitern. In vielen Einsatzszenarien ist die Akzeptanz statistischer Lösungen ein Hinderungsgrund. Zudem möchte man den Aufwand bei der Modellentwicklung reduzieren.

**Datenlage:** Das Maschinelle Lernen ist eine datenbasierte Technologie und die Lernergebnisse hängen stark von den Trainingsdaten ab. Um nicht nur tiefe Netze, sondern auch klassische Modelle aus großen Datenmengen zu gewinnen, sucht man nach weiteren verteilten Lernalgorithmen. Allerdings sind manche Datenströme zu groß, als dass man sie speichern kann, so dass im »Vorbeifließen« gelernt werden muss.

Andererseits gibt es für viele Fragestellungen zu wenig brauchbare Daten. Teilweise sind tatsächlich zu wenig Daten da, oder sie sind verteilt und man kann oder darf sie nicht zusammenführen, oder es mangelt an der Qualität. Zur Lösung dieses Problems gibt es unterschiedliche Ansätze. Man kann versuchen, Daten aus Simulationen zu gewinnen, externes Wissen zu benutzen, den Menschen einzubeziehen, Modelle wiederzuverwenden oder nach neuen Algorithmen suchen, die mit weniger Daten bei gleichbleibender Performanz auskommen. Mit diesen Fragestellungen beschäftigen sich Fraunhofer Wissenschaftler im Forschungs-Cluster »Cognitive Internet Technologies«.

Abbildung 6: Fortschritte von Expertensystemen zum tiefen Lernen, eigene Darstellung



Es gibt verschiedene Gründe, warum Daten nicht zusammengeführt werden können: Datenschutz, zu unsicherer Datentransfer oder eine Anwendung, die auf dem Endgerät personalisiert werden soll. Dann müssen die Modelle an der Datenquelle gelernt werden. Die Lernalgorithmen müssen dabei auch mit beschränkten Ressourcen auf den verteilten Geräten auskommen.

**Fähigkeiten:** Um die Fortschritte der letzten Jahre auf weitere Anwendungsbereiche zu übertragen, müssen neue Fähigkeiten erlernt werden. Die Kombination mit anderen Methoden der KI und besonders die Integration anderer Wissensquellen kann das Lernen für intelligente Systeme weit voranbringen. Wissensgraphen mit ihren Begriffssystemen sind vermutlich erst der Anfang.

Wenige Einsatzgebiete sind statisch: Die Umwelt ändert sich, es kommen neue Daten hinzu und ihre statistische Verteilung ändert sich, die Aufgabe des Systems verschiebt oder erweitert sich. Das gelernte Modell sollte sich flexibel auf die neue Lage einstellen können, ohne groß neu trainiert werden zu müssen. Gerade in der Zusammenarbeit mit dem Menschen frustrieren Systeme, denen man nichts zeigen kann und die nicht aus ihren Fehlern lernen.

In den Life Sciences analysiert man komplex strukturierte Daten wie Interaktionsnetzwerke von Proteinen oder Korrelationsmuster von Genomen, um Ansätze für neue Medikamente abzuleiten. Hierfür werden maschinelle Lernverfahren benötigt, die komplexe Datenstrukturen analysieren oder generieren können. Ähnlich verhält es sich mit dem Lernen von Regeln, Schaltkreisen oder von Schrittabfolgen eines Automaten.

**Akzeptanz:** Einige Lernverfahren liefern Blackbox-Modelle, deren Antworten und Verhalten für den Menschen nicht nachvollziehbar sind. Dazu zählen auch die tiefen künstlichen

neuronalen Netze, deren Wissen sich in den Gewichten der Verbindungen verbirgt. Hier ist die Forschung gefragt, Modelle zu produzieren, zu kombinieren oder externes Wissen einzu-beziehen, um Antworten plausibler und erklärbar zu machen. Gerade in sicherheitsrelevanten Anwendungen möchte man wissen, wieso ein gelerntes Modell eine gewisse Entscheidung trifft, um gegebenenfalls eine entdeckte Fehlinterpretation der Datenlage in der Zukunft ausschließen zu können. In anderen Fällen reicht es, das entscheidende Kriterium in der Eingabe zu identifizieren und nachzuprüfen, wie knapp diese Entscheidung war. Dieser Ansatz könnte für personenbezogene Entscheidungen praktikabel sein, um die es in Artikel 22 der Europäischen Datenschutzgrundverordnung geht.<sup>11</sup>

In einer Reihe von Anwendungen muss unzulässiges Systemverhalten ausgeschlossen werden, aus gesetzlichen bzw. Haftungsgründen. Hier sind ML-Ansätze gefragt, die vorgegebene Einschränkungen verlässlich einhalten. Das könnte per Konstruktion oder durch nachträgliche Prüfung sichergestellt werden. Verlässliches Verhalten von Modellen kann deren Akzeptanz beim Verbraucher verbessern und ermöglicht es Unternehmen, mit geringerem Risiko ML-Methoden als Kernkomponenten in ihre Produkte zu integrieren.

**Entwicklungsaufwand:** Der Aufwand von der Datenaufbereitung bis zur Modellvalidierung ist erheblich und erfordert ML-Expertise. Jede Anwendung hat ihre individuellen Schwierigkeiten, die bei der Modellentwicklung berücksichtigt werden müssen. Lernplattformen, Lernwerkzeuge und Software-Bibliotheken sollten den Aufwand für den Data-Science- und ML-Spezialisten reduzieren.

Um einen weit verbreiteten Einsatz von ML-Methoden in Unternehmen zu erleichtern, müssen für begrenzte Aufgaben auch Spezialwerkzeuge für Fachleute aus der Anwendung entwickelt werden.

1.5 Wichtige Begriffe des Maschinellen Lernens

Die folgenden Erklärungen zu wichtigen Begriffen des Maschinellen Lernens wurden einer Analyse zum Maschinellen Lernen für das BMBF<sup>12</sup> entnommen.

Begriff	Definition
Algorithmus, Lernalgorithmus	In der Informatik ist ein Algorithmus eine genaue Berechnungsvorschrift zur Lösung einer Aufgabe. Ein Lernalgorithmus ist ein Algorithmus, der Beispieldaten (Lerndaten, oder Trainingsdaten) erhält und daraus ein verallgemeinertes Modell berechnet, das auch auf neue Daten anwendbar ist.
Bild- und Videoanalyse	Bei der Bild- und Videoanalyse werden visuelle Daten von optischen Sensoren und Kamerasystemen verarbeitet, um Objekte, Szenen und Aktivitäten in der Umgebung wahrzunehmen und zu identifizieren.
Bot	Unter einem Bot versteht man ein Computerprogramm, das weitgehend automatisch wiederkehrende Aufgaben abarbeitet. Beispiele, die vom Maschinellen Lernen profitieren könnten, sind Chatbots, Social Bots und Gamebots.
Tiefes Lernen oder Deep Learning (DL)	Tiefes Lernen bedeutet das Lernen in künstlichen neuronalen Netzen mit mehreren bis sehr vielen inneren Schichten. Tiefes Lernen ist verantwortlich für die Erfolge in der Sprach- und Text-, Bild- und Videoverarbeitung.
Erklärbare KI	Black-Box-Modelle, wie insbesondere die tiefen künstlichen neuronalen Netze, sind für Menschen nicht nachvollziehbar. Die »Erklärbare KI« sucht nach Möglichkeiten, die versteckte Logik oder die einzelnen Ausgaben besser nachvollziehbar oder erklärbar zu machen.
Klassische Lernverfahren, traditionelle Lernverfahren	Zu den klassischen oder traditionellen Lernverfahren gehören symbolische Verfahren und ältere statistische Verfahren. Nicht dazu zählen Verfahren für tiefe neuronale Netze.
Kognitive Maschinen oder kognitive Systeme	Kognitive Maschinen oder Systeme sind alternative Begriffe für künstliche intelligente Systeme. Sie zeichnen sich durch Fähigkeiten des Lernens und Schlussfolgerns sowie der Sprachverarbeitung, Bildverarbeitung und Interaktion mit dem Nutzer aus.
Künstliche Intelligenz (KI)	Künstliche Intelligenz ist ein Teilgebiet der Informatik mit dem Ziel, Maschinen zu befähigen durch Anwendung von Wissen möglichst flexibel Aufgaben zu lösen. KI ist nicht auf eine bestimmte Technik festgelegt.
Künstliche Neuronale Netze (KNN)	Künstliche Neuronale Netze sind Modelle des Maschinellen Lernens, die durch Aspekte des menschlichen Gehirns motiviert wurden. Sie bestehen aus vielen in Datenstrukturen realisierten Schichten von Knoten, die als künstliche Neuronen bezeichnet werden. Der Lernalgorithmus verändert die Gewichte, das sind Zahlenwerte an den Verbindungen zwischen den Knoten, solange, bis die Ergebnisse für die Aufgabe gut genug sind. Die Güte wird durch eine Zielfunktion formalisiert.
Maschinelles Lernen (ML)	Maschinelles Lernen bezweckt die Generierung von »Wissen« aus »Erfahrung«, indem Lernalgorithmen aus Beispielen ein komplexes Modell entwickeln. Das Modell kann anschließend auf neue, unbekannte Daten derselben Art angewendet werden. Damit kommt das Maschinelle Lernen ohne manuelle Wissensangabe oder explizite Programmierung eines Lösungswegs aus.

<sup>12</sup> Döbel et al. 2018

Begriff	Definition
Modell	Ein Modell ist eine Abstraktion der Wirklichkeit. Im Maschinellen Lernen erzeugt der Lernalgorithmus ein Modell, das von den Beispieldaten abstrahiert, so dass es anschließend auch auf neue Daten angewendet werden kann.
Text- und Sprachverarbeitung oder Natural Language Processing (NLP)	Text- und Sprachverarbeitung umfassen Techniken zur Interpretation und Erzeugung von natürlicher Sprache in Wort und Schrift. Dazu gehören die Vertextung gesprochener Sprache, Stimmungserkennung, Informationsextraktion aus Texten, maschinelle Übersetzung und das Führen von Gesprächen
Wissensgraph	Wissensgraphen bestehen aus Knoten und Verbindungen, die symbolisches Wissen über Objekte und ihre Beziehungen repräsentieren. Die Knoten haben einen Typ, beispielsweise Tier, Möbel oder Stadt, der die zulässigen Objekte und ihre Beziehungen einschränkt.

## 2 EINSATZGEBIETE FÜR INTELLIGENTE SYSTEME

Ein »intelligentes System« enthält KI-Techniken, die das Verhalten des Systems für den Betrachter intelligent erscheinen lassen. Hielt man früher Schachspielen für intelligent, so beeindruckt die Systeme heute durch ihr Sprach- und Bildverstehen. Darum spricht man jetzt vermehrt von »kognitiven«, also wahrnehmenden und erkennenden Systemen. KI-Systeme agieren oft in einer Umwelt, die veränderlich und so komplex sein kann, dass die Systeme notwendigerweise auf unerwartete Situationen treffen und trotzdem reagieren müssen.

Die Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen sind vielfältig und branchenübergreifend. Sie erfordern unterschiedliche Eigenschaften und Fähigkeiten, von denen die folgenden vielleicht besonders wichtig sind.

**Physische versus digitale Umgebung:** KI kann in physischen Geräten und Maschinen stecken, die isoliert sind oder zu intelligenten Umgebungen vernetzt, wie Smart Homes, Smart Grids, Smart Cities und intelligente Fabriken. KI kann aber auch in rein digitalen Umgebungen operieren: in digitalen Spielen, als Agenten in digitalen Märkten und in IT-Systemen.

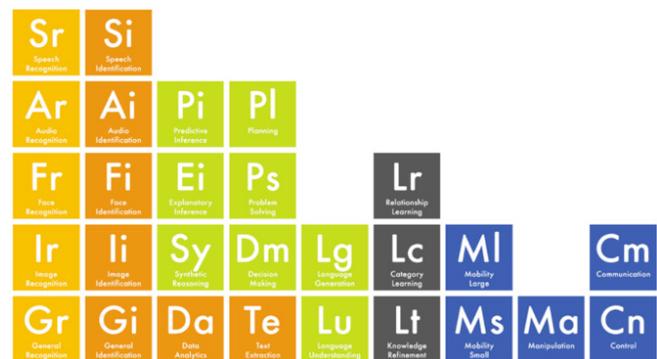
**Kontinuierlich oder fallweise:** KI-Systeme können in einer Umwelt existieren, die sie kontinuierlich beobachten müssen, um Ereignisse zu erkennen, auf die unverzüglich reagiert werden muss. Sie können aber auch explizit angestoßen werden oder fallweise arbeiten, quasi einen Eingangskorb abarbeiten. Beispiele für den fallweisen Einsatz sind Büroarbeiten oder Laboranalysen, aber auch das Filtern von Emails und anderen Nachrichten.

**Kognitive Fähigkeiten:** KI-Lösungen müssen ihre Umgebung wahrnehmen. In der Regel analysieren sie die Daten anschließend weiter, um ihre Aufgabe zu lösen. Einige interagieren so mit ihrer Umwelt, dass eine direkte Rückkopplung möglich ist.

Das Periodensystem der KI<sup>13</sup> unterscheidet 28 einzelne Fähigkeiten, eingeteilt in vier Gruppen, die in Abbildung 7 farblich unterschieden werden. Im Folgenden werden sie als

»Wahrnehmen« (orange), »Problemlösen« (grün), »Lernen« (schwarz) und »Handeln« (blau) bezeichnet. Die Wahrnehmung reicht bis zum Erkennen von Objekten, Tatsachen und Ereignissen. Unter Problemlösen fallen Vorhersagen, Erklären, Planen, Entscheiden, Sprachverstehen und -generieren sowie synthetisches Schließen. Zum Handeln gehören Mobilität, Manipulation, Steuern und Kommunizieren. Eine Komponente für kreative Fähigkeiten fehlt.

Abbildung 7: Periodensystem der KI<sup>14</sup>



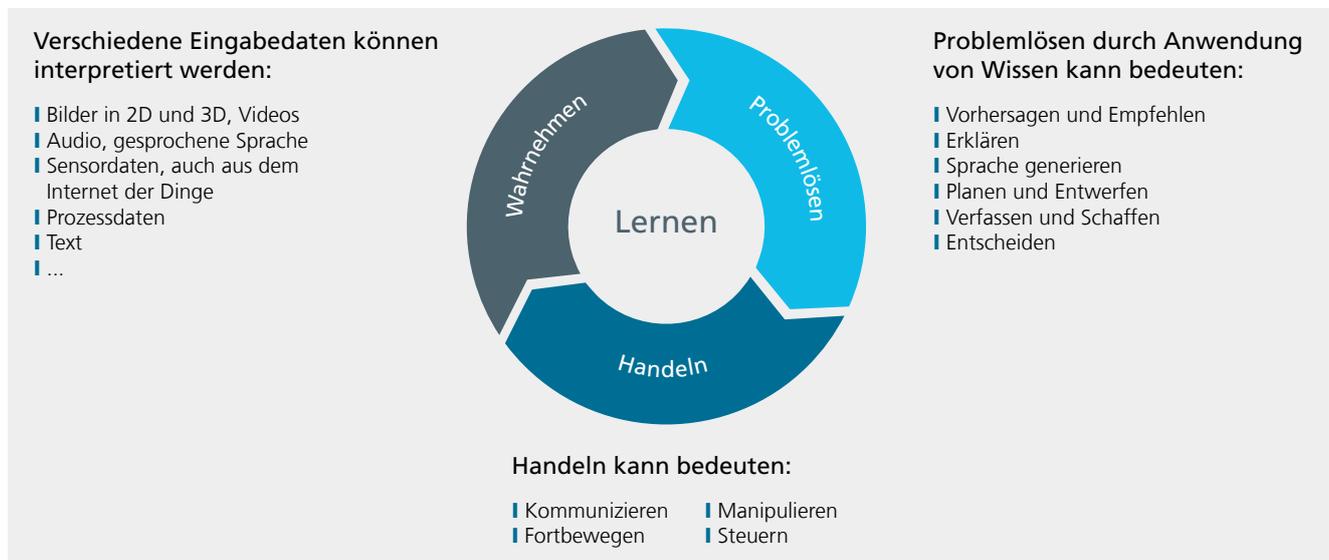
**Daten:** Oft unterscheiden sich KI-Lösungen in der Art der Daten, die sie interpretieren: Bild- und Videodaten inklusive weiterer bildgebender Verfahren, Texte, gesprochene Sprache, andere Audiodaten, Sensordaten, Prozess- und Logdaten, sowie weitere Daten mit besonderen Strukturen. Abbildung 8 ordnet die wichtigsten Fähigkeiten in den Zyklus von Wahrnehmung, Problemlösen und Handeln ein.

**Natürliche Interaktion:** Mit dem Begriff »kognitive Systeme« betont man insbesondere die Fähigkeit mit Menschen natürlich umzugehen und zu kommunizieren. Tastatur, Maus und Touchscreen verschwinden und KI wird zur neuen Benutzungsoberfläche. Mit Sprachassistenten und Chatbots sprechen bzw. texten wir, andere KI-Interfaces interpretieren unsere Biosignale, Mimik oder Bewegungen zur Steuerung von Geräten.

13 Hammond 2016

14 Hammond 2016

Abbildung 8: Kognitive Fähigkeiten, eigene Darstellung



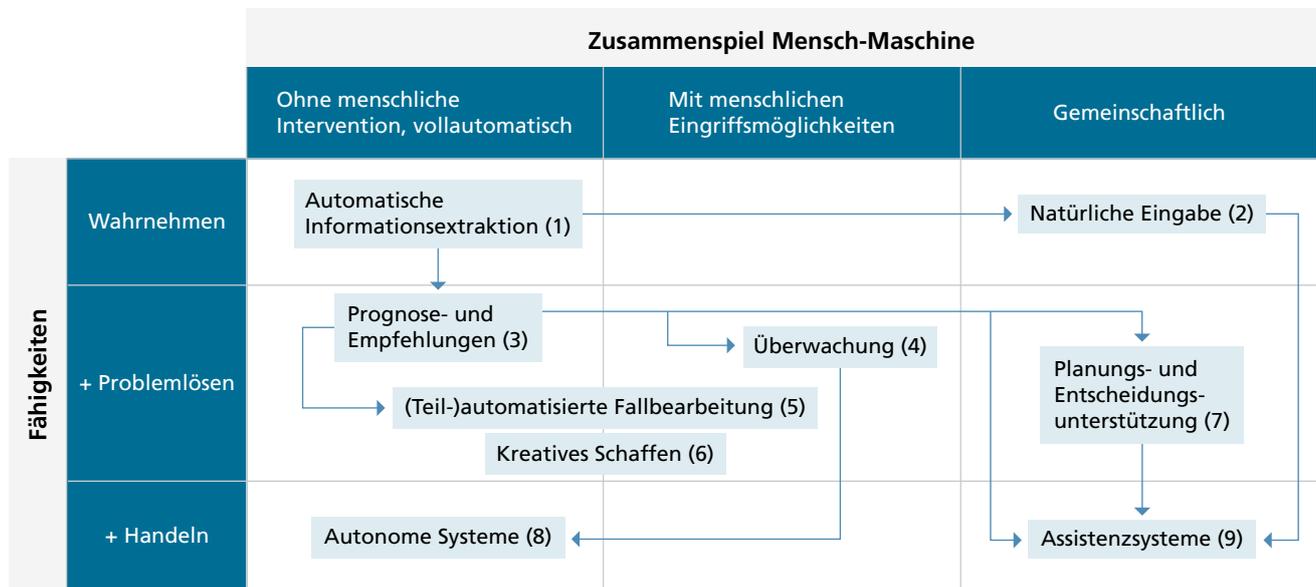
**Zusammenspiel mit dem Menschen:** Ein KI-System kann autonom, völlig ohne menschliche Eingriffe agieren, es kann Vorschläge generieren und dem Mensch Interventionsmöglichkeiten geben, oder es kann mit dem Menschen so interagieren, dass die Aufgaben gemeinsam gelöst werden.

Beispiele für autonome Systeme sind Roboter, die isoliert unter Wasser, im Weltraum oder unter der Erde operieren und auf unerwartete Situationen nicht nur vorprogrammiert reagieren können. Ganz auf sich gestellt agieren aber auch autonome Agenten in rein digitalen Umgebungen: Bots in digitalen Spielen und Märkten, oder »Wächter«, die digitale Systeme vor Schäden zu bewahren suchen. Nicht autonome Systeme lassen sich in ihren Aktionen vom Menschen beeinflussen oder

liefern nur Erkenntnisse ab. Kollaborative Roboter, kurz Kobots, und Sprachassistenten sind Beispiele für das Zusammenarbeiten von Mensch und Maschine.

Um differenzierter über Verantwortung im Einsatz von KI-Systemen argumentieren zu können<sup>15</sup>, wurde vorgeschlagen, die Rolle im Zusammenspiel mit dem Menschen mit der Dimension »Wahrnehmen – Problemlösen – Handeln« zu kombinieren. Einen solchen Versuch unternimmt die Abbildung 9, um zu einer ersten Unterscheidung von KI-Lösungen nach ihrem Einsatzzweck zu gelangen. Die Gruppen in den blauen Kästen werden im Folgenden weiter verfeinert und mit Beispielen unterlegt.

Abbildung 9: Gruppen von KI-Systemen nach Fähigkeiten und Zusammenspiel mit dem Menschen, eigene Darstellung



Der Übergang zwischen den Gruppen ist fließend und hängt davon ab, wo man die Grenze zwischen der »KI-Lösung« und dem System zieht, in das sie eingebettet ist. Die blauen Pfeile in der Abbildung deuten typische Übergänge an.

**Stufe 1:** Beispiele für die automatische Extraktion relevanter Informationen (1) sind die Erkennung von Objekten und Personen in Bildern bei Google und Facebook. Die Informationsextraktion und Überführung der Eingabe in eine abstraktere interne Repräsentation steht am Anfang aller Datenverarbeitung. Natürliche Eingabesysteme (2) für Sprach- und Gestensteuerung kann man gut für Assistenzsysteme (2→9) brauchen, die Menschen beobachten und mit ihnen sprechen. Sprachassistentinnen wie Alexa, Siri und Cortana verstehen nicht nur gesprochene Sprache, sie können auch Anweisungen ausführen und allgemeinere Fragen beantworten und Dialoge führen.

**Stufe 2:** Amazon empfiehlt zu jedem Buch weitere Bücher, eine Funktion, die sich in vielen Online-Stores durchgesetzt hat. Solche Empfehlungen und überhaupt Prognosen (3) sind eine Grundleistung des Maschinellen Lernens auf Daten, die ggf. auf einer automatisch erzeugten internen Darstellung (1→3) aufsetzen. Vorschläge kann man in der Überwachung (3→4), der Fallbearbeitung (3→5) oder dem kreativen Erzeugen (3→6) von digitalen Inhalten anbieten, wo sie vom Menschen geprüft, ignoriert oder geändert werden können. Bei der Planungs- und Entscheidungsunterstützung (7) werden oft mehrere Vorschläge exploriert und Analysen verglichen, die der Mensch anstößt und auswählt.

**Stufe 3:** Das tiefe Lernen hat Schlagzeilen gemacht als AlphaGo den Weltmeister im Go besiegte und seit selbstfahrende Autos von Google, Tesla und Co. auf öffentlichen Straßen fahren. Solche autonomen Systeme (8) überwachen ihre Umgebung (4→8), reagieren dann aber ohne weitere menschliche Eingriffe. Assistenzsysteme (9) überwachen meist ebenfalls ihre Umgebung (4→9), sind aber kooperativer und können dabei unter Umständen von Techniken aus Entscheidungsunterstützungssystemen (7→9) profitieren.

In Abschnitt 5 sind gut 120 Beispiele für die vorgestellten Gruppen zusammengetragen. Da die Übergänge fließend sind, ist die Zuordnung manchmal schwierig. Die KI-Lösung »Brain4Cars« in Abschnitt 5.3.1 beispielsweise überwacht den Autofahrer und sagt sein Verhalten in den nächsten Sekunden vorher. Das allein wäre ein Prognose- und Empfehlungssystem. Die Informationen werden aber an ein Fahrassistenzsystem weitergegeben, das entsprechend Warnungen produzieren oder in die Fahrzeugsteuerung eingreifen kann. Insgesamt wäre das ein Assistenzsystem. Ein anderes Beispiel ist die Verhinderung von Kreditkartenbetrug (in Abschnitt 5.2.1). Das Modell wird auf das Erkennen betrügerischer Transaktionen trainiert, was einer Prognose entspricht. Es wird aber in die Transaktionssoftware eingesetzt, die auf eine Warnung der KI die Umbuchung verhindert. Insgesamt ist das eine autonome Lösung, weil kein Mensch mehr eingreifen muss.

## 3 AUS- UND FORTBILDUNG VON DATA SCIENTISTS

Mit der Big-Data-Welle entstand als neues Berufsbild der Data Scientist. Angesichts rasant steigender Datenmengen warnte McKinsey schon im Jahr 2011, dass Spezialisten für Big Data Analytics zum Engpass in den Unternehmen würden.<sup>16</sup> 2012 legte der Harvard Business Review mit einer seitdem vielzitierten Schlagzeile nach: »Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century<sup>17</sup>«. Der steigende Bedarf an Bild-, Text- und Sprachverarbeitung für digitale Assistenten und intelligente Geräte verschärft die Lage weiter.

### 3.1 Was machen Data Scientists

Die EU hat die Ausarbeitung des Berufsbilds und eines Curriculums für Data Science durch ein eigenes Projekt, »EDISON«, gefördert. Diese definierte das Berufsbild des Data Scientists wie folgt:

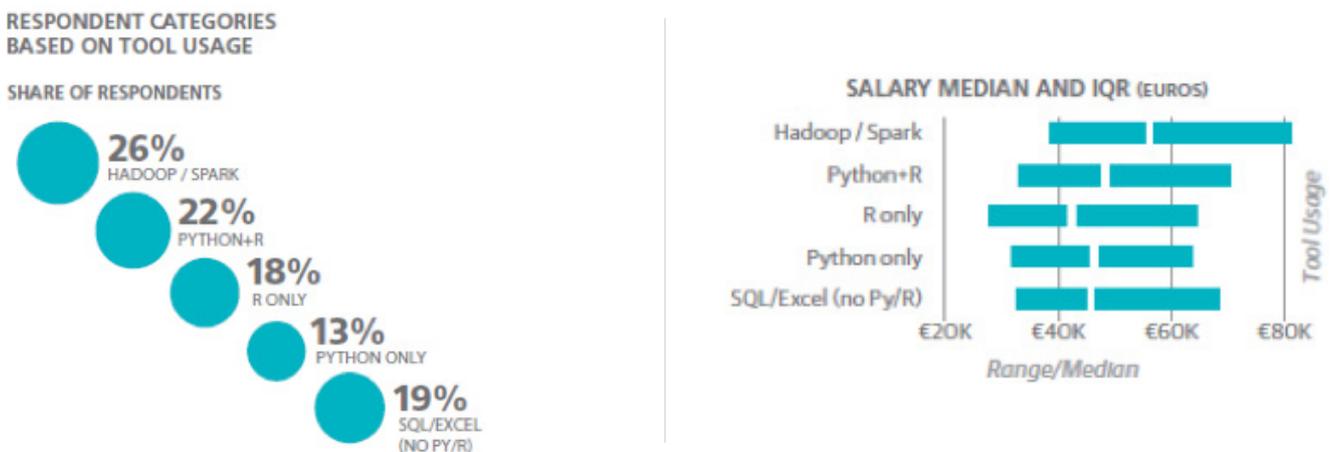
»Datenwissenschaft ist die Gewinnung von handlungsrelevantem Wissen, das durch einen Entdeckungsprozess direkt aus den Daten oder via Hypothesenformulierung und -überprüfung gewonnen wird. Es interpretiert Aktivitäten in der

Ausführungsschicht mit Wissen, das aus den gespeicherten Daten extrapoliert wurde.

Data Scientists und Data Scientist Teams lösen komplexe Datenprobleme im Kontext einer Geschäftsstrategie und unter Berücksichtigung von Fachbereichswissen. Sie verstehen sich auf Datenbereinigung, Datenmanagement, Datenanalyse, Visualisierung und neuerdings auch Big Data Engineering. Persönliche Fähigkeiten in den Bereichen Kommunikation, Präsentation und Neugier sind ebenfalls sehr wichtig, um mit der Komplexität von Wechselwirkungen in Big Data Systemen umgehen zu können.«<sup>18</sup>

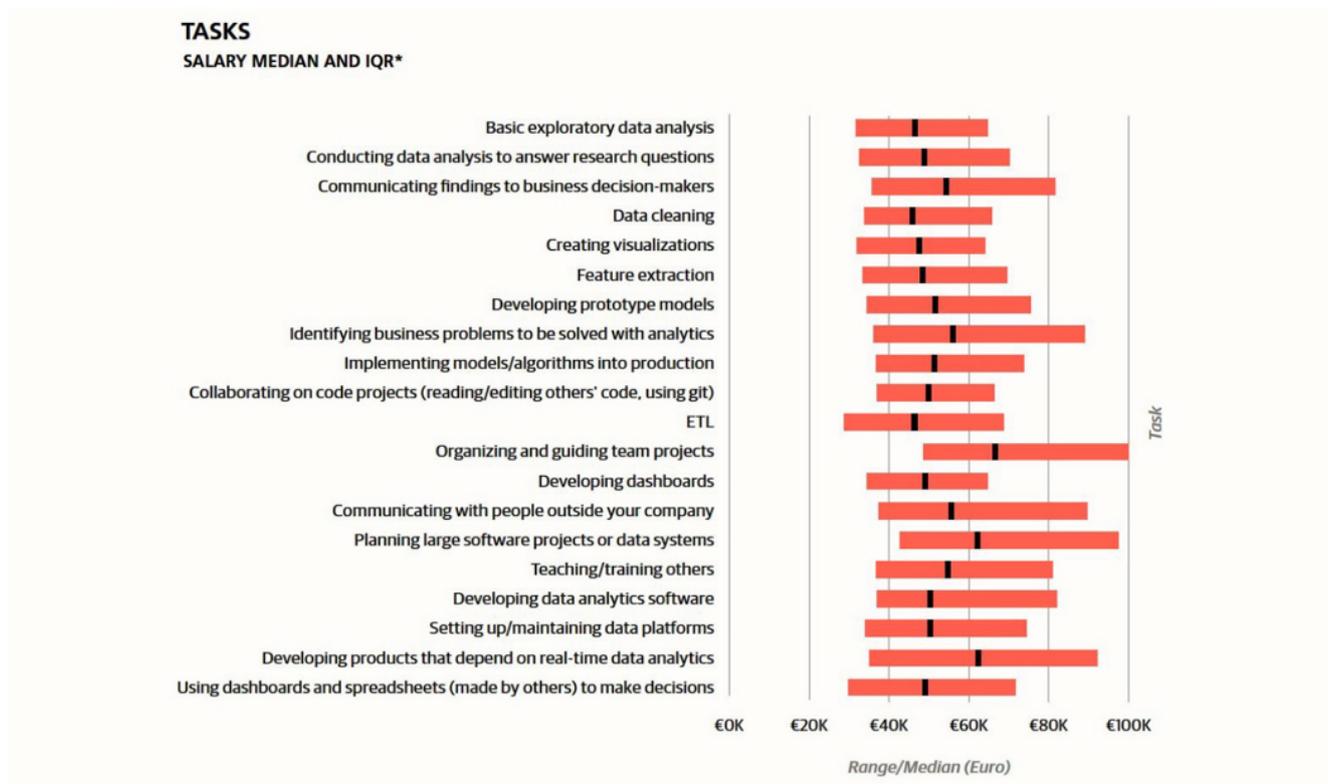
Eine Einzelperson wird kaum alle gerade aufgezählten Informatik-Methoden in der erforderlichen Tiefe beherrschen, und dazu noch Branchen- und Bereichswissen mitbringen. Darum arbeiten Data Scientists meist in Teams mit Experten unterschiedlicher Fachrichtungen. Abbildung 10 und 11 resultieren aus einer Befragung europäischer Data Scientist und vermitteln einen Eindruck von ihren Tätigkeiten in der Praxis, den populärsten Werkzeugen und ihrem finanziellen Gegenwert.<sup>19</sup>

Abbildung 10: Auswirkung der Toolkenntnis auf das Gehalt von Data Scientists in Europa<sup>20</sup>



16 James et al. 2011  
 17 Davenport und Patil 2012  
 18 Belloum et al. 2016  
 19 O'Reilly Media Inc. 2017  
 20 O'Reilly Media Inc. 2017

Abbildung 11: Tätigkeiten von Data Scientists in Bezug zum Gehalt in Europa<sup>21</sup>



### 3.2 Hochschulstudium

Die Nachfrage nach Data Scientists ist seit Jahren ungebrochen. Als Reaktion auf den Bedarf hat sich an deutschen Hochschulen 2016 das Angebot von bis dahin 8 Masterstudiengängen sprunghaft verdoppelt. Im Sommersemester 2018 gab es nach Hochschulkompass<sup>22</sup> 21 Masterstudiengänge und 7 Bachelor-Studiengänge mit expliziter Spezialisierung auf Data Science. Da die meisten Studiengänge erst nach 2016 eingeführt wurden, stehen die Studierenden dem Markt noch nicht zur Verfügung. Der beruflichen Fortbildung zu Datenanalysten und Big Data Spezialisten kommt daher nach wie vor eine besondere Bedeutung zu.

Ein West-Ost-Gefälle des Hochschulangebotes ist vorhanden. Unsere Untersuchung von 2016 ergab, dass die Hälfte der Studiengänge komplett in englischer Sprache durchgeführt wurde. Auf einigen Webseiten wurden Studiengebühren angegeben. Sie lagen zwischen 1.500€ pro Semester (6.000€

für das gesamte Studium mit 4 Semestern) bis 3.900€ pro Semester (19.500€ für das gesamte Studium mit 5 Semestern).

Laut Auskunft der Hochschulen sind die Studiengänge fast alle überlaufen und die Nachfrage steigt massiv. So werden die Kapazitäten erhöht, die Startsemester von einmal jährlich auf zweimal jährlich erweitert und unterschiedliche Studienarten angeboten (Vollstudium, berufsbegleitendes Studium, Modul-Zertifizierung, Weiterbildung). Auch die Nachfrage nach Weiterbildungen im Bereich Big Data für Nicht-Akademiker nimmt zu.

Eine Kooperation mit mindestens einem, manchmal zwei (anderen) Fachbereichen besteht fast immer: grundsätzlich mit der Informatik, oft mit der Mathematik oder Statistik. Das Grundkonzept ist bei allen Angeboten ähnlich, aber es werden unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Die Masterstudiengänge lassen verschieden viele Freiheitsgrade in der Wahl der Module erkennen: von fast beliebig in Marburg bis fast völlig

<sup>21</sup> O'Reilly Media Inc. 2017

<sup>22</sup> Hippler 2018

festgelegt an der LMU München. Je weniger Freiheitsgrade, desto klarer werden die Kompetenzen, die dem Datenwissenschaftler vermittelt werden sollen.

Die Masterstudiengänge für Data Scientists an vielen anglo-amerikanischen und deutschen Hochschulen reichen bei der aktuellen Marktentwicklung nicht aus. Auch Ingenieure mit Berufserfahrung sollten ein Verständnis für statistische Datenanalysen und maschinelle Lernverfahren bekommen. Das kann kurzfristig über Weiterbildungsangebote von Forschungs- und Bildungseinrichtungen geschehen. Dennoch sollten Data-Science-Module langfristig in Ingenieurstudiengänge und angrenzende Fachdisziplinen aufgenommen werden.

### 3.3 Berufsbegleitende Fortbildung bei Fraunhofer

Das Fraunhofer Schulungsprogramm richtet sich an Führungskräfte und Fachleute in Unternehmen, die sich kompakt informieren bzw. als Data Scientist weiterqualifizieren möchten.

Für die Zielgruppe, die eine Qualifikation anstrebt, wurde ein dreistufiges Zertifizierungsprogramm aufgesetzt. Da kaum jemand alle Facetten der Data Science gleich gut beherrscht, prüft es eine Kombination von General- und Spezialkompetenzen, auch bekannt als »T-Profil«. Das Zertifikat »Data Scientist Basic Level« bescheinigt Überblickswissen, das man für die Zusammenarbeit im Team benötigt. Vertieftes Wissen

und praktische Fähigkeiten werden separat für die Rolle des Datenanalysten, Datenmanager oder ML-Spezialisten zertifiziert. Für diese Prüfungen gibt es vorbereitende Schulungen von vier oder fünf Tagen.

Wie Abbildung 12 veranschaulicht, reicht auf der ersten Stufe ein beliebiges der genannten Zertifikate. Auf der zweiten Stufe benötigt man zwei Zertifikate, auf jeden Fall das Basic-Level-Zertifikat und eines der Spezialistenzertifikate. Auf der dritten Stufe wird man zum Senior Data Scientist, wenn man ein Projekt durchführt, dokumentiert und präsentiert. Außerdem ist für Stufe 2 und 3 Berufserfahrung nachzuweisen. Die Zertifikate werden von der Fraunhofer Personenzertifizierungsstelle vergeben, die auch die Prüfungen durchführt. Maßgeblich sind Vorgaben der DIN EN ISO 17024.

In der zweiten Zielgruppe, die sich nur fokussiert informieren oder für eine anstehende Aufgabe fit machen möchte, finden sich Projektleiter, Business Developer und Spezialisten. Für sie gibt es ein- bis dreitägige Seminare, in denen verschiedene Arten von Methoden oder Herangehensweisen für verschiedene Anwendungsbereiche wie Industrie 4.0, Energiemanagement, Business und Life Sciences vorgestellt werden.

Die methodenspezifischen Schulungen fokussieren auf verschiedene Rollen in einem Data-Science-Team. Diese Rollen veranschaulicht Abbildung 13.

Abbildung 12: Das Fraunhofer Data Science Zertifizierungsmodell, eigene Darstellung

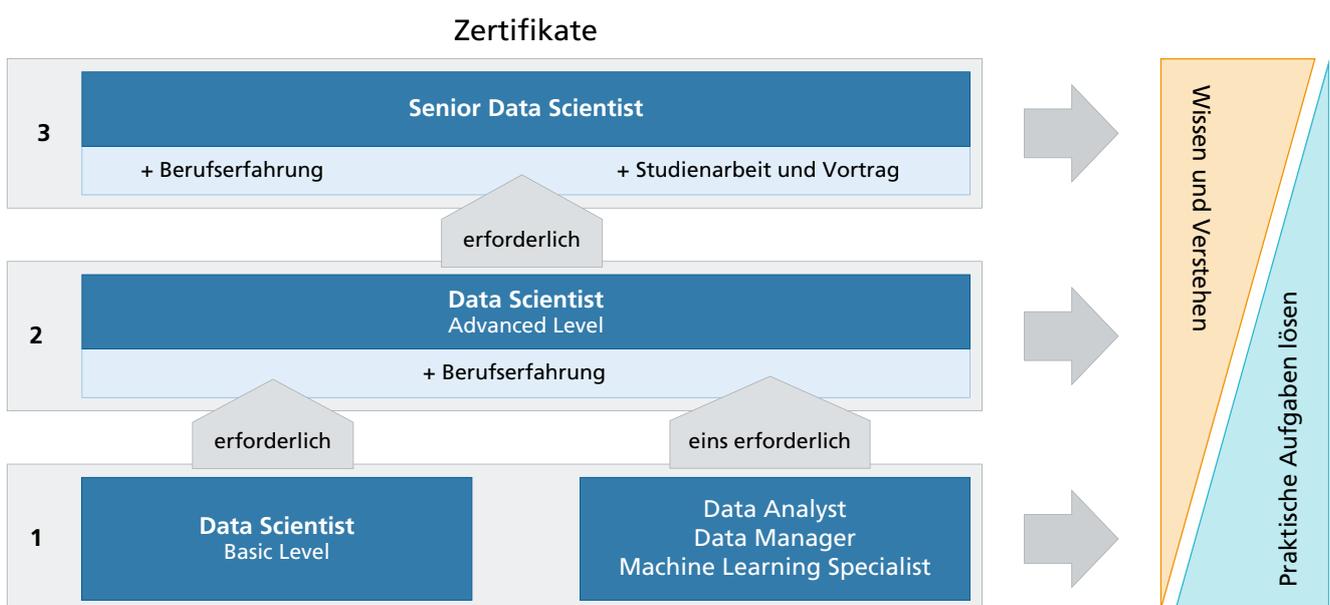
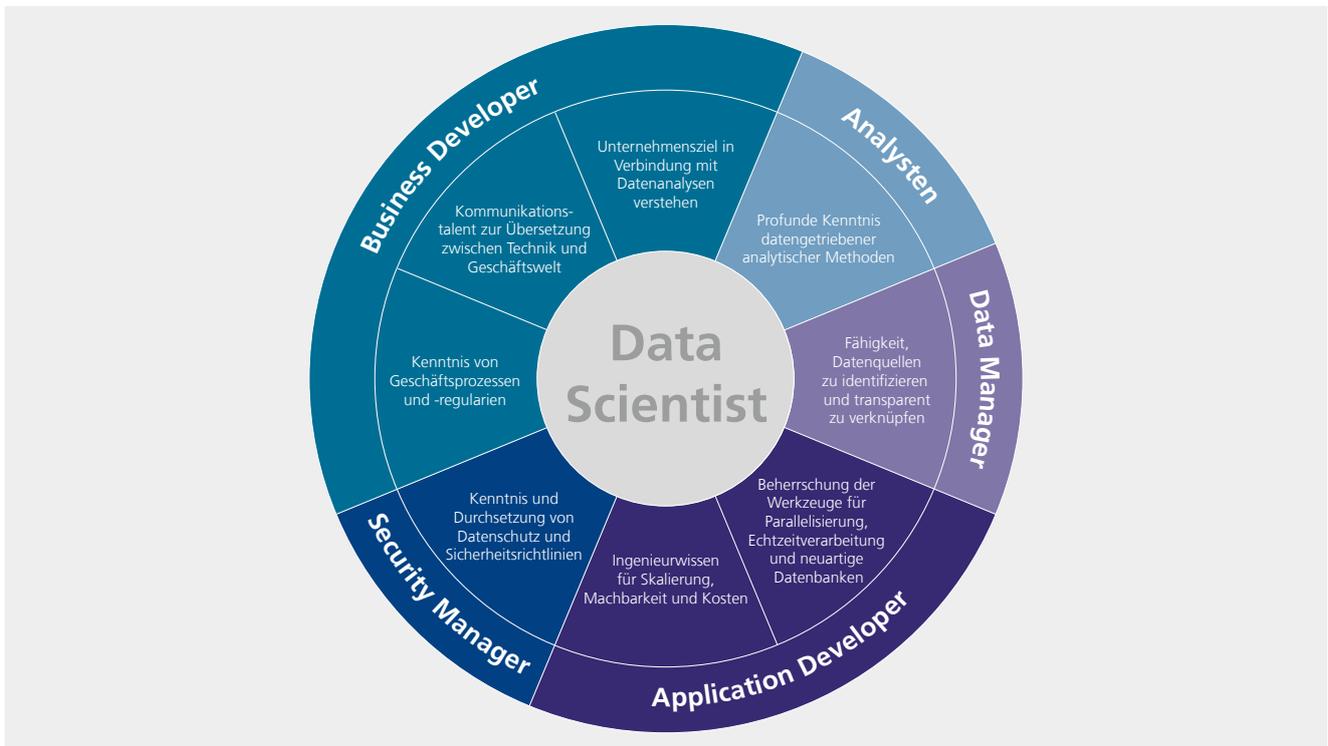


Abbildung 13: Zielgruppen der Fraunhofer Big Data Fortbildungsangebote, eigene Darstellung



Alle Schulungen werden von erfahrenen Wissenschaftlern durchgeführt, die bei Fraunhofer täglich als Data Scientist in Forschungs- und Kundenprojekten arbeiten. Sie vermitteln einen herstellerneutralen Überblick über gängige Tools und Methoden, die in praktischen Übungen direkt erprobt und umgesetzt werden. Kleine Gruppen garantieren eine intensive Betreuung, bei der auf individuelle Fragen und spezifische Anwendungsfälle eingegangen werden kann.

Insbesondere für Mitarbeiter aus kleinen und mittleren Unternehmen werden vom Smart Data Forum gemeinsam mit der Fraunhofer-Allianz Big Data sogenannte »Smart-Data-Schulungen« angeboten<sup>23</sup>. Die Teilnahme ist kostenlos. Anhand einfacher und praktisch relevanter Fragestellungen werden Methoden der Datenexploration, Modellierung und Validierung von erfahrenen Data Scientists von Fraunhofer vermittelt. Hier lernen Fachleute mit Grundkenntnissen im Bereich Statistik und erster Programmiererfahrung

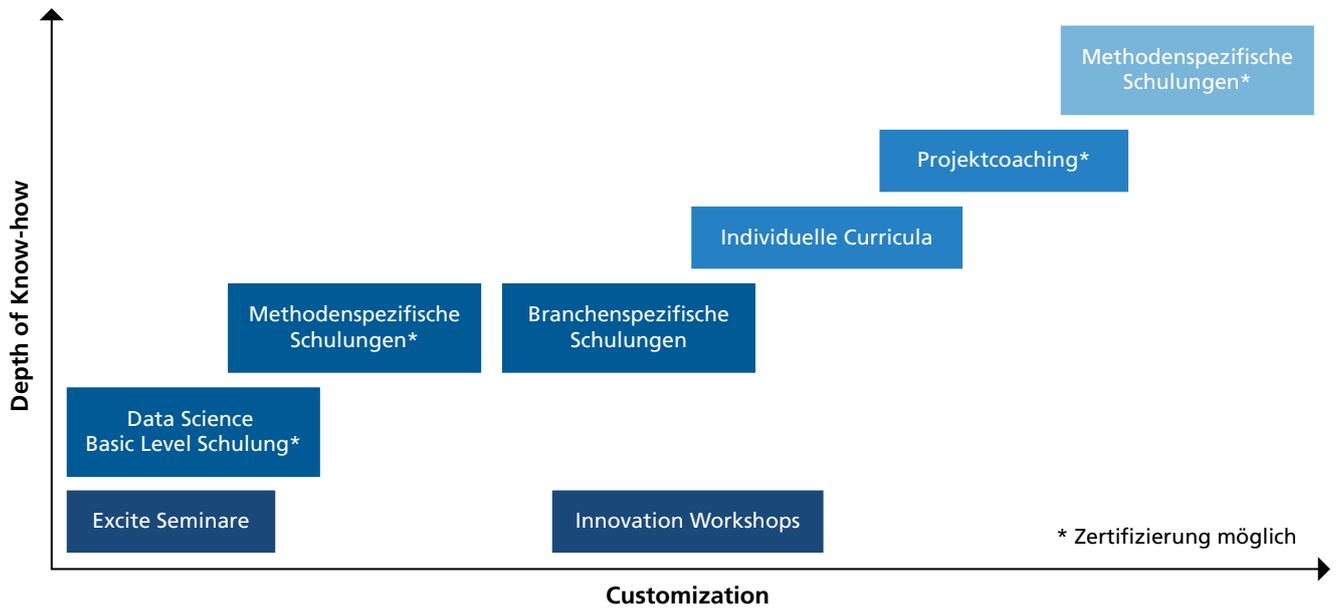
wesentliche Grundlagen der modernen Datenanalyse mit verschiedenen Tools kennen. Nach der Schulung sind die Teilnehmer in der Lage, erste eigene Analysefragestellungen zu bearbeiten und den Nutzen von maschinellen Lernverfahren zu bewerten.

Abbildung 14 zeigt, wie sich das Schulungsprogramm mit weiteren Angeboten an Unternehmen wendet. Dazu gehören Excite-Seminare, Innovationworkshops und Coaching. Begleitete Projekte bilden eine gute Basis für die Projektarbeit, die für die Zertifizierung zum Senior Data Scientist einzureichen ist.

Der Enterprise Innovation Campus ermöglicht es, am Fraunhofer Institut Projekte in enger Zusammenarbeit mit Experten aus den Unternehmen und Datenwissenschaftlern von Fraunhofer durchzuführen. Für große Unternehmen mit eigenen Fortbildungsprogrammen können spezielle Lernpfade und Lernmodule entwickelt werden.

23 Smart Data Forum 2018

Abbildung 14: Fraunhofer-Entwicklungsangebote rund um Big Data, Data Science und KI, eigene Darstellung



## 4 VORGEHENSWEISE IM UNTERNEHMEN

Die Entscheidung, KI im Unternehmen einzusetzen, hat strategische Dimensionen. Für jeden Use Case, der identifiziert wird, benötigt man genügend Daten, um einen Prototyp zu bauen. Die Daten müssen rechtlich zu diesem Zweck verwendet werden dürfen, sie müssen technisch zugreifbar sein, Menge und Qualität müssen ausreichen und unter Umständen müssen sie noch annotiert werden. Der Aufwand für die Datenaufbereitung sollte aber nicht punktuell für jedes Projekt neu betrieben werden. Stattdessen sollte das Unternehmen seine Daten als Asset begreifen und nachhaltige Maßnahmen ergreifen, um dieses Gut zu erschließen. Große Unternehmen übergeben die Verantwortung für ihre »Data Governance« in die Hände eines »Chief Data Officer« oder »Chief Digital Officer« (CDO).

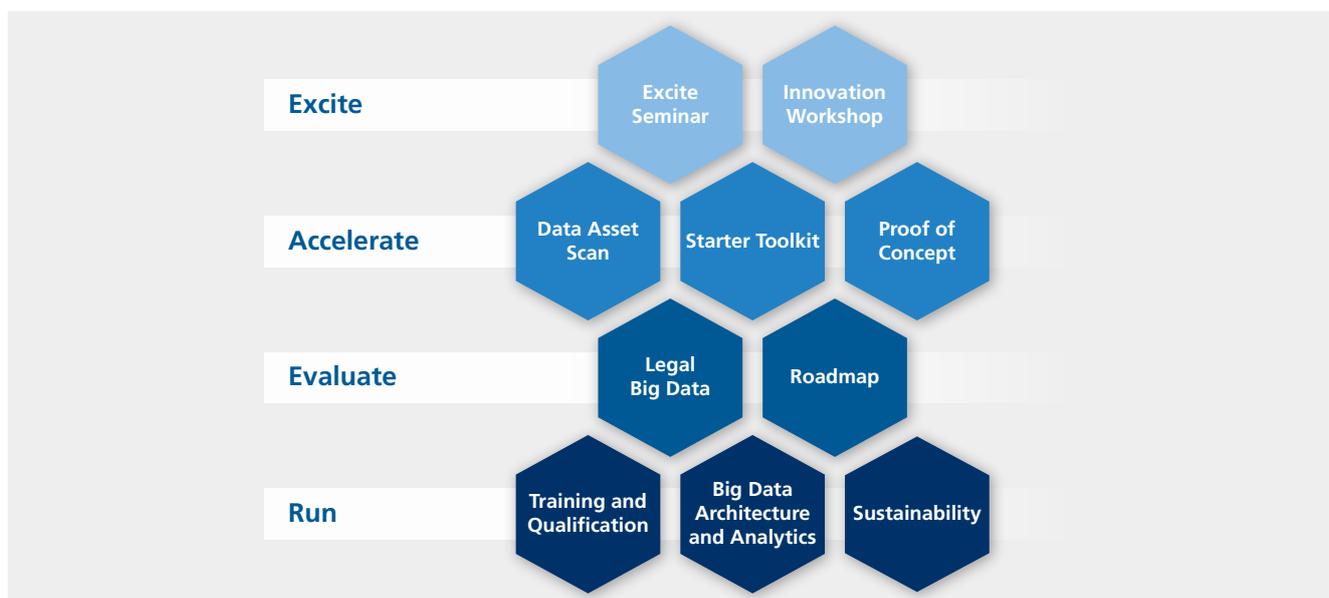
Für den Einsatz von Maschinellem Lernen benötigt man Werkzeuge, Bibliotheken oder Plattformen mit verschiedenen Lernverfahren und natürlich Experten, die damit umgehen können. Diese Kapazitäten sollten möglichst nicht unabhängig voneinander in verschiedenen Abteilungen im Unternehmen aufgebaut bzw. eingekauft werden. Synergien entstehen am einfachsten, wenn die KI-Projekte zentral überwacht und die

Beteiligten miteinander vernetzt werden. Nach der strategischen Entscheidung, KI im Unternehmen einzusetzen, empfiehlt es sich, bottom-up mit den Fachabteilungen gemeinsam Use Cases zu identifizieren. Danach ist es wichtig, die Ideen zu vergleichen und einen Plan zu erstellen, in welcher Reihenfolge die Projekte zu priorisieren sind. Die ersten Projekte sollten nicht zu anspruchsvoll sein, aber lehrreich und ausbaubar.

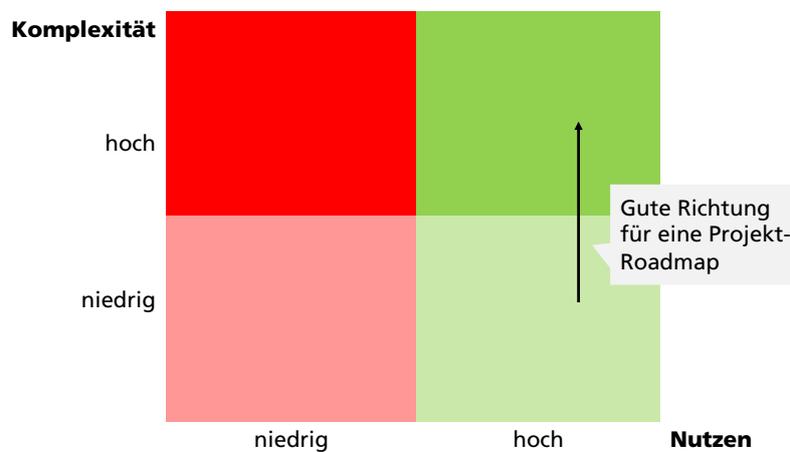
Data Scientists und ML-Spezialisten sind Mangelware und werden gerade in KMUs aktuell selten zu finden sein. Bei den ersten Projekten arbeiten Unternehmen deshalb gern mit externen Partnern zusammen, seien es Technologiepartner oder Start-ups. Wenn geeignete Kooperationsformen gefunden werden, dienen solche Projekte neben der Anwendungsentwicklung auch dem Wissens- und Technologietransfer.

Unternehmen, die auf dem Weg zur »data-driven Company« sind und vermehrt intelligente Lösungen einsetzen möchten, benötigen an unterschiedlichen Stellen Unterstützung. Abbildung 15 zeigt eine Palette von Angeboten, die sich an vier Phasen orientieren.

Abbildung 15: Vier-Phasen-Modell der Ausbildung, eigene Darstellung<sup>24</sup>



24 Fraunhofer IAIS 2018a

Abbildung 16 Matrix zur Bewertung von Projektideen und Use Cases, adaptiert nach<sup>25</sup>

Sobald die grundsätzliche Entscheidung zum Einsatz von KI und Maschinellern gefallen ist, geht es darum, das Personal einzubeziehen und über die Bedeutung von KI und Maschinellern für die eigene Branche bzw. das eigene Unternehmen zu informieren und möglichst zu begeistern. Personen, die man auf diese Weise begeistern kann, engagieren sich nach bisherigen Erfahrungen auch intensiver in den folgenden Aktivitäten, sind in der Datenanalyse qualifiziert oder interessieren sich für eine Fortbildung.

Konkreter wird es, wenn in **Innovationsworkshops** Ideen gesammelt und mögliche Use Cases identifiziert und priorisiert werden. Dabei sollten auch Bedenken und Probleme aufgenommen werden, die in Vorgaben oder Randbedingungen für künftige Projekte münden können.

Auf der nächsten Stufe geht es darum, die ausgewählten Use Cases auf ihre Machbarkeit hin zu untersuchen und **Prototypen** zu entwickeln. Davor muss man sich einen Überblick über die Datenlage verschaffen. Mit einem »**Data Asset Scan**« werden alle relevanten eigenen Datenbestände identifiziert und es wird nach komplementären, öffentlich verfügbaren Daten gesucht. Außerdem benötigt man Zugriff auf maschinelle Lernverfahren. Dazu kann man ML-Software beschaffen, ML-Dienste in der Cloud nutzen oder die Entwicklung zu einem Technologiepartner auslagern. Ein »**Starter Toolkit**« sollte die wichtigsten freien Werkzeuge und Algorithmen enthalten, um ohne großen Zeitverlust und wenig Investitionen loslegen zu können.

Bei der Entwicklung von Konzepten, Demonstratoren und Prototypen sollte man sich nach Bedarf unterstützen lassen. Coaching fördert den Wissenstransfer und führt dazu, dass das eigene Personal in den Projekten kompetent mitentscheiden und sukzessive mehr Aufgaben übernehmen kann.

Nach ersten Experimenten ist es sinnvoll, den eingeschlagenen Weg zu reflektieren. Sind die Use Cases im Spannungsfeld zwischen technischer Machbarkeit, operativen Rahmenbedingungen und geschäftlicher Attraktivität neu zu bewerten? Wie könnten eine maßgeschneiderte Big-Data-Strategie und eine **Roadmap** aussehen? Können durch »Privacy by Design« auch personenbezogene Daten **legal** genutzt werden? Abbildung 16 zeigt, dass sich eine gute Roadmap immer am hohen Nutzen orientiert und die Komplexität schrittweise steigert.

Spätestens für die Umsetzungsphase und den anschließenden Betrieb muss die **IT-Infrastruktur** befähigt werden, die Daten in Realzeit verfügbar zu machen. Die trainierten Modelle müssen in Anwendungen oder Dienste eingebaut und ausgerollt werden. Dabei bleibt es nicht. Im Einsatz entstehen neue Daten, die Verteilung der Daten ändert sich und der Einsatzbereich der Lösungen soll erweitert werden. Entsprechend müssen die Modelle angepasst und umtrainiert werden. Generell sollte man Technologietrends und die Konkurrenz weiterverfolgen. Spätestens hier gehören zur **Nachhaltigkeit** auch Richtlinien zur Verbesserung der Datenqualität und -verfügbarkeit. Außer durch Coaching in Projekten kann das Personal auch gezielt **fortgebildet** werden, entweder durch ein berufsbegleitendes Studium oder gezielte Fortbildungsschulungen.

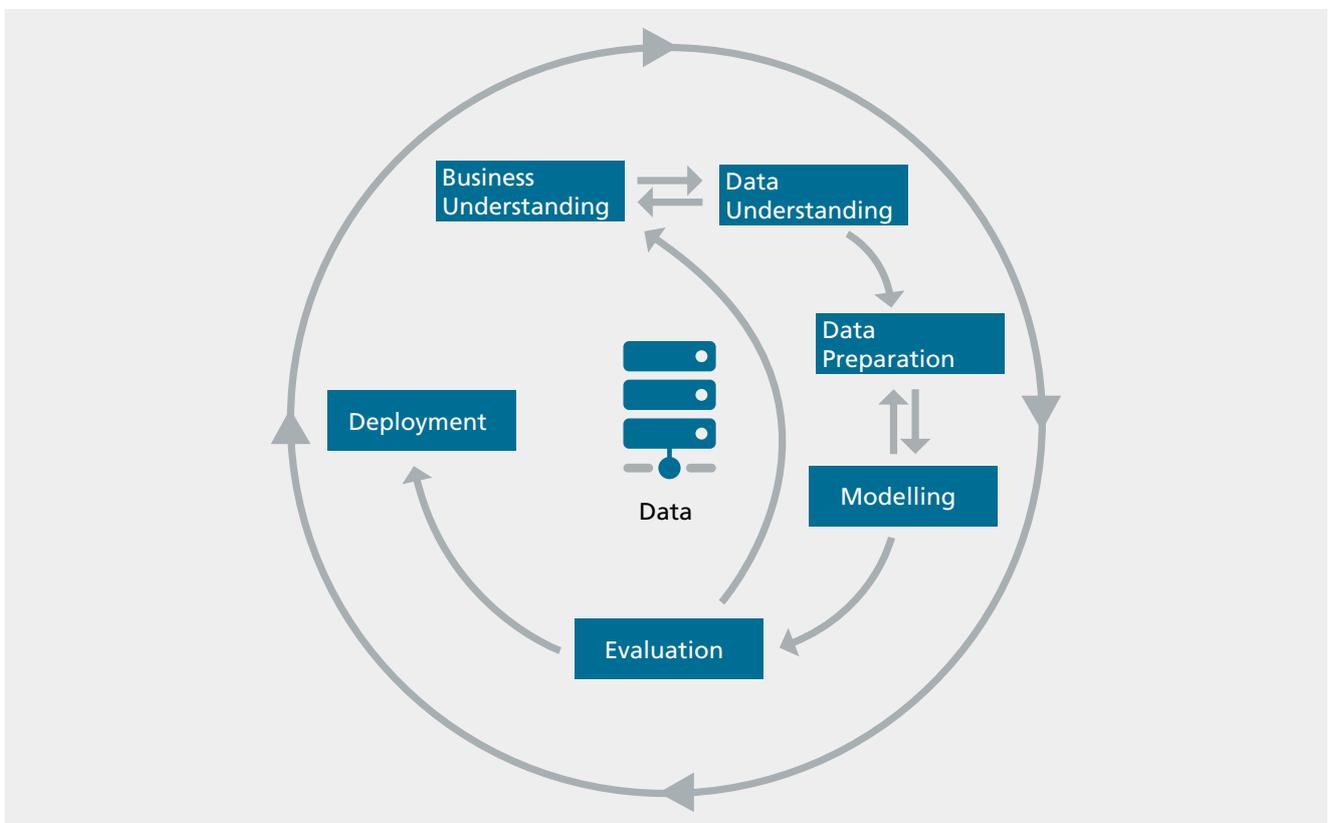
25 Stancombe et al. 2017

Das gerade beschriebene Vorgehen passt zu einem Modell, das 1997 als »Cross-industry standard process for data mining« (CRISP-DM, siehe Abbildung 17) konzipiert wurde und sich schnell im industriellen Umfeld etabliert hat.<sup>26</sup>

Bemerkenswert sind die Rückkopplungsschleifen. Ein Geschäftsproblem kann meist auf verschiedene Lernaufgaben abgebildet werden, die unterschiedliche Ansprüche an die Daten stellen.

Wenn sich bei der Datenauswahl und -aufbereitung oder später bei der Validierung des Modells herausstellt, dass die Qualität der Ergebnisse zu schlecht ist, hilft vielleicht ein anderer Lernalgorithmus oder eine Umformulierung der Aufgabe. Ändert man den Algorithmus, so müssen eventuell die Daten anders aufbereitet werden. ML-Experten kommen aufgrund ihrer Erfahrung meist schneller zu einem validen Modell als Anfänger.

Abbildung 17: CRISP-DM (Cross-industry standard process for data mining)<sup>27</sup>



26 Wikipedia 2018a

27 Wikipedia 2018a

## 5 KATALOG DER BEISPIELE NACH EINSATZGEBIETEN

Im folgenden Abschnitt werden ca. 120 Praxisbeispiele für die Anwendung Maschinelles Lernverfahren beschrieben. Diese Auswahl hat jedoch weder den Anspruch vollständig noch repräsentativ zu sein. Sie basiert auf mehreren Potenzialanalysen für KI und ML, an denen Fraunhofer IAIS in jüngster Zeit beteiligt war und ergänzt diese entsprechend. Der Schwerpunkt lag jeweils auf Deutschland. Der Status der Beispiele reicht von Projekten zu Prototypen und Produkten bzw. im Einsatz befindlichen oder einsatzbereiten Lösungen, insbesondere von Start-ups.

### 5.1 Wahrnehmung

Das Wahrnehmen umfasst die erste Verarbeitungsstufe der initialen Dateninterpretation und Informationsextraktion. Dazu zählen das Erkennen von Dingen, Emotionen, Bewegungen und Musik und anderen Phänomenen. In der Sprach- und Bilderkennung gab es die großen Durchbrüche

der Internetkonzerne Google, Facebook und auch Microsoft. Technische Beispiele sind die räumliche Lokalisierung von Objekten, die optische Identifikation von Inhaltsstoffen und die Erfassung von Vitalparametern. Die Verarbeitung kann fallweise oder kontinuierlich sein. Fallweises Erkennen ermöglicht die Indizierung von digitalen Inhalten und die Schlagwortsuche in digitalen Sammlungen. Kontinuierlich laufende Erkennungssoftware kann Datenströme in Echtzeit interpretieren.

KI als neue Benutzungsoberfläche schafft Anwendungen, die man nicht mehr mit Maus und Tastatur und auch nicht mehr mit einem Touchscreen bedient. Wir können Befehle mündlich eingeben und Geräte mit unseren Bewegungen fernsteuern, die über Kameras, Handschuhe oder andere Arten von Kleidung erfasst werden. Wir können sogar über Biosignale aus unserem Gehirn Geräte oder über Nervenimpulse intelligente Prothesen steuern. Solche Anwendungen sind in der Gruppe »Natürliche Eingabesysteme« zusammengefasst.

Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten in den Gruppen Informationsextraktion und natürliche Eingabesysteme

	Informationsextraktion	Natürliche Eingabesysteme
<b>Audio</b>	Musikerkennung (Beispiel 1)	
<b>Sprache, Text</b>	Spracherkennung Texterkennung	Sprachsteuerung (Beispiel 6, Beispiel 7)
<b>Bild, Video</b>	Objektlokalisierung (Beispiel 2) Optische Identifikation von Inhaltsstoffen (Beispiel 3) Zeichen-, Objekt- und Individuenerkennung Szenen- und Bewegungserkennung (Beispiel 4) Emotionserkennung	
<b>Sensordaten</b>	Vitalparametererfassung (Beispiel 5)	Brain-Computer Interface Gestensteuerung (Beispiel 8) Intelligente Prothesen und Exoskelette (Beispiel 9, Beispiel 10)

BEISPIEL 1: MUSIKERKENNUNG

**SHAZAM – Erkennung von Songs anhand ihres digitalen Fingerabdrucks**

**I Produkt**

**I Daten:** Sensordaten

**I Kontakt:** SHAZAM Entertainment Limited

**I Quelle:** SHAZAM Entertainment Limited 2018

Die Smartphone-App SHAZAM kann Songs innerhalb von wenigen Sekunden erkennen. Die Anwendung verfügt über eine große Datenbank, in der Millionen Songs gespeichert sind. Jeder der gespeicherten Songs besitzt einen Fingerabdruck, welcher eindeutig und individuell ist. Wird ein Song mit SHAZAM aufgenommen, so wird eine kurze Sequenz

mitgehört und an den APP-Server gesendet. Der Song wird auf auffällige Merkmale in der Sequenz überprüft und mit der Datenbank und den dort gespeicherten Fingerabdrücken verglichen. Das Ergebnis wird dem Nutzer anschließend angezeigt.

BEISPIEL 2: OBJEKTLOKALISATION

**Toposens – Objektdetektion zur Kollisionsvermeidung mittels Echolokation**

**I Produkt**

**I Daten:** Bild

**I Kontakt:** Toposens GmbH

**I Quelle:** Toposens GmbH 2018

Das Münchner Start-up Toposens entwickelt 3D-Sensorsysteme auf Basis von Ultraschall- und Radartechnik zur Objektlokalisierung für die Automobilindustrie, in intelligenten Gebäuden und in der Logistik. Der 3D-Ultraschallscanner erfasst über Sensoren die Position von Personen und Objekten in Echtzeit und ermöglicht so eine 3D-Visualisierung der Umwelt. In der Automobilindustrie findet das Produkt bereits Verwendung in der Objekterkennung beim autonomen Fahren oder bei Einparkhilfen. In der Logistik und Produktion kann das Sensorsystem dazu beitragen, die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine einfacher

und sicherer zu gestalten. Die Vorteile der neurartigen Ultraschalltechnologie liegen vor allem in dem Sensor, der zum Einsatz kommt. Er ist klein, leicht, energieeffizient, robust und kostengünstig.

Das noch junge Start-up-Unternehmen wurde bereits mit einigen Preisen ausgezeichnet. Dazu zählen die Auszeichnung als »IKT-Gründung des Jahres« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und der Innovators Award von Arrow Electronics.

## BEISPIEL 3: OPTISCHE IDENTIFIKATION VON INHALTSSTOFFEN

**Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion – Optische Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion****I Projekt****I Daten: Bild****I Kontakt: Fraunhofer IFF****I Quelle: Fraunhofer IFF 2018a**

Das Fraunhofer IFF entwickelt im Bereich Biosystems Engineering nicht-invasive Verfahren zur optischen Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion.

Qualitätsbewusste Hersteller wie beispielsweise in der Kaffeeproduktion unternehmen umfangreiche Anstrengungen zur Qualitätssicherung des zu verarbeitenden Rohkaffees sowie zum kontinuierlichen Monitoring des gerösteten Kaffees. Dafür werden vor allem nicht-invasive Verfahren zur Bestimmung von Inhaltsstoffen im Kaffee mittels Hyperspektral-Messtechnik eingesetzt. Die auf optischer Messung beruhenden Verfahren bieten eine erheblich umfassendere Qualitätssicherung gegenüber konventioneller Stichprobennahme. Die entwickelten

Mess- und Analysemethoden können bei Bedarf direkt in den Produktionsprozess integriert werden. Durch die Verwendung hyperspektraler Messtechnik und die Analyse der damit gewonnenen extrem hochdimensionalen Daten durch Methoden des Maschinellen Lernens können konzeptionell beliebige und beliebig viele relevante Inhaltsstoffe betrachtet werden. Bei Vorhandensein geeigneter Referenzdaten können Kaffeesorten, Mischungsverhältnisse bzw. Inhaltsstoffe quantifiziert werden.

Das Verfahren soll als verbrauchskostengünstige, echtzeitfähige Alternative im Sinne eines Schnelltests eingesetzt werden, das jedoch keine einschlägigen Laboruntersuchungen ersetzt.

## BEISPIEL 4: SZENEN- UND BEWEGUNGSERKENNUNG

**twentybn – Interpretation von menschlichem Verhalten in Videoaufnahmen zur Szenen- und Bewegungserkennung in Echtzeit****I Start-up****I Daten: Video****I Kontakt: Twenty Billion Neurons GmbH****I Quelle: Twenty Billion Neurons GmbH 2018**

Das Berliner Start-up Twentybn (Twenty Billion Neurons) entwickelt Deep-Learning-Algorithmen zur Erkennung menschlichen Verhaltens in Videos. Dabei geht das Unternehmen in zwei Schritten vor: zunächst werden neuronale Netze mit annotierten Videodaten vortrainiert, um eine interne Repräsentation davon zu entwickeln, wie Menschen in der realen Welt agieren. Anschließend wird dieses Wissen genutzt, um menschliches Verhalten in Videos mit Maschinellern zu erkennen. Die Anwendungsfälle sind vielfältig: von

Gestenerkennung über automatische Sturzerkennung bei älteren Menschen, zur Erkennung verdächtigen Verhaltens in Geschäften bzw. aggressivem Verhalten in öffentlichen Verkehrsmitteln ist alles möglich.

Die vier Gründer, allesamt promovierte Informatiker, verfügen über langjährige Erfahrung im Bereich des Maschinellen Lernens und konnten in den USA bereits Investoren für ihr Start-up gewinnen.

BEISPIEL 5: VITALPARAMETERERFASSUNG

**FitnessSHIRT – Bekleidung mit integrierter Sensorik zur Fernüberwachung von Vitalparametern**

**I Produkt**

**I Daten: Sensordaten**

**I Kontakt: Fraunhofer IIS**

**I Quelle: Fraunhofer IIS 2018a**

Das »FitnessSHIRT« des Fraunhofer IIS ist ausgestattet mit Messtechnik für EKG und Atmungserfassung. Die Integration der Sensorik direkt in das Kleidungsstück ist nutzerfreundlich, vereinfacht die Handhabung und bietet hohen Tragekomfort. Mit der Erfassung eines 1-Kanal-EKGs und der Atembewegung im Brustbereich liefert das »FitnessSHIRT« Messwerte zweier grundlegender Vitalparameter.

Zur Erfassung des EKGs kommen leitfähige textile Elektroden zum Einsatz, die direkt in das T-Shirt integriert wurden. Ein flexibles Band im unteren Bereich des Thorax erfasst die

Atembewegung des Brustkorbs resistiv. Die gemessenen Daten werden in Echtzeit per Funk an die Einsatzzentrale übertragen und dort ausgewertet. Zusätzlich können die Daten auf einer Speicherkarte zwischengespeichert und zur weiteren Auswertung auf einen PC übertragen werden. Die Elektronik zur Messwernerfassung, -speicherung und Funkübertragung befindet sich in einem separaten, abnehmbaren Gehäuse. Das Gehäuse hat etwa die Größe eines Smartphones, wird mit Druckknöpfen am »FitnessSHIRT« befestigt und kann zum Waschen des T-Shirts abgenommen werden.

BEISPIEL 6: SPRACHSTEUERUNG

**Audio Mining – Spracherkennung für die Suche in Mediatheken**

**I Projekt**

**I Daten: Sprache**

**I Kontakt: Fraunhofer IAIS**

**I Quelle: Fraunhofer IAIS 2018b**

Das Fraunhofer IAIS hat ein Audio-Mining-System entwickelt, mit dem Journalisten und Medienbeobachter zeitgenau Zitate, Stichwörter und Themen in audiovisuellen Inhalten finden können. Das System wird ähnlich wie eine Suchmaschine bedient. Angezeigt werden die Stellen, an denen der Suchbegriff gesprochen wurde.

Das Audio-Mining-System basiert auf einer Spracherkennung, welche das gesprochene Wort automatisch in Text überführt. Dabei werden nicht nur die einzelnen Wörter selbst, sondern auch die Zeitinformationen zu jedem Wort erfasst. Zusätzlich zur Sprache wird die Struktur des Audiosignals analysiert. Geräusche, Musik und einzelne Sprecher werden voneinander unterschieden. Diese Daten erleichtern den Zugang zum Medium, man springt von Segment zu Segment.

Für die Medienbeobachtung analysiert das Audio-Mining-System Rundfunkprogramme schon während ihrer Aufzeichnung mit nur geringer Zeitverzögerung und untersucht sie automatisch nach Schlüsselbegriffen. Dadurch werden große Datenmengen für die manuelle Nachbearbeitung bereits effizient vorgefiltert.

Im Redaktions- oder Medienarchiv kann Audio Mining zum einen Erschließungsvorgänge beschleunigen, indem es das Material bereits an charakteristischen Grenzen autonom vorsegmentiert. Zum anderen bietet die Spracherkennung einen völlig neuen Zugang zum archivierten Material. Audio-Mining verarbeitet neu eintreffende Inhalte unmittelbar automatisch, die Audio-Suche steht den Nutzern daher zeitnah zur Verfügung.

## BEISPIEL 7: SPRACHSTEUERUNG

**ODP S3 – Ontologiebasierte Dialogplattform mit Kontextverständnis für intelligente Assistenten****I Produkt****I Daten:** Sprache, Text**I Kontakt:** Semvox GmbH**I Quelle:** Semvox GmbH 2018

Semvox stellt mit ODP S3 eine ontologiebasierte Dialogplattform vor, die es erlaubt, mit KI-Technologien intelligente Assistenten zu erstellen. Die Assistenten sind Dank des intelligenten Sprachverstehens in der Lage, Gesagtes auch semantisch zu erfassen und die Intention der Benutzer zu unterstützen. Bei Unklarheiten fragen die Assistenten nach. Die Software bezieht darüber hinaus Kontextfaktoren in die

Interaktion mit dem Benutzer ein – zum Beispiel die aktuelle Position, die zeitlichen Umstände, die persönlichen Vorlieben der Benutzer und Informationen von Online-Diensten, um den Nutzer mit Empfehlungen und Vorschlägen proaktiv zu unterstützen. Die Sprachsteuerung wird durch Berührung, Gestik und weitere sensorische Informationen ergänzt, die ebenfalls semantisch verarbeitet und interpretiert werden.

## BEISPIEL 8: GESTENSTEUERUNG

**Kinemic – Gestensteuerung mit Wearables für die Industrie****I Start-up****I Daten:** Sensordaten**I Kontakt:** Kinemic GmbH**I Quelle:** Kinemic GmbH 2018

Ein »Kinem« ist die kleinste sinntragende Einheit nonverbaler Kommunikation. Die Gründer des Karlsruher Start-ups Kinemic nutzen diese Form der Kommunikation als Grundlage für ihr Gestensteuerungssystem. Über ein Sensorarmband können beliebige Computer- und Mobilgeräte gesteuert werden. Dabei erfassen die Sensoren im Armband zunächst die Drehrate und Beschleunigung während der Hand- und Armbewegungen und leiten diese an die Kinemic-Software weiter. Aus erkannten Bewegungsmustern werden Steuerbefehle oder Texte abgeleitet, die vom verbundenen Computersystem ausgeführt bzw. angezeigt werden. Der intelligente Algorithmus unterscheidet dabei

zwischen Befehlsgesten und anderen Bewegungsabläufen. Die Software ist individuell erweiterbar, da neue Gesten erlernbar sind.

Das System ist offen für eine Vielzahl von Anwendungen. Es kann überall dort eingesetzt werden, wo es wichtig ist freihändig zu arbeiten und dennoch mit einem Computersystem zu interagieren, wie zum Beispiel in der Produktion, Logistik, Wartung oder Qualitätssicherung. In Kombination mit tragbaren Computersystemen, sogenannten Wearables wie Smartwatch oder Smartglass, können weitere Anwendungen erschlossen werden.

BEISPIEL 9: INTELLIGENTE PROTHESEN UND EXOSKELETTE

**HAL – Unterstützung der Bewegungsfähigkeit bei Menschen mit physischen Behinderungen**

**I Prototyp**

**I Daten: Sensordaten**

**I Kontakt: Cyberdine Inc.**

**I Quelle: Cyberdine Inc. 2018**

Das Exoskelett HAL wurde entwickelt, um die körperlichen Fähigkeiten des Nutzers zu erweitern und zu verbessern. Es ist ein cyber-physisches System, das die Arme und Beine des Nutzers unterstützt. Die Steuerung von HAL erfolgt durch die Aufzeichnung und Auswertung von Nervensignalen, die entstehen, wenn ein Mensch seine Beine und Arme bewegen möchte. Ein im Zentrum befindlicher Intel-Prozessor empfängt und interpretiert diese Signale und sendet sie als Daten zurück, wodurch die technischen Extremitäten zusammen mit den entsprechenden Körperteilen bewegt werden. Komplementiert wird diese Art der Steuerung durch das Abrufen von Bewegungsmustern, die im Vorfeld durch Bewegungssensoren dreidimensional aufgezeichnet worden sind. Dabei handelt es sich um feste Bewegungsabläufe wie

Aufstehen von einem Stuhl und Treppensteigen. Sobald das System ein solches Muster erkennt, unterstützt es den Menschen bei dessen Ausführung. Durch die hohe Genauigkeit der Bewegungssensoren und der Datenverarbeitung verschiedener Algorithmen kann HAL ermitteln, in welchem Ausmaß der Nutzer seinen Körper bewegen bzw. nicht bewegen kann, was umfangreiche Schlüsse z. B. für weiterführende Therapien zulässt.

HAL unterstützt durch erfolgreich gelerntes Laufen zukünftige Versuche des Menschen zu laufen, da das System u. a. ein positives Feedback vermittelt. Durch diese Prozesse bietet es sich vor allem in der Rehabilitation (HAL Therapy) oder dem gezielten Training (HAL Fit) an.

BEISPIEL 10: INTELLIGENTE PROTHESEN UND EXOSKELETTE

**DynamicArm – Ellenbogenprothesen zur Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit des Arms**

**I Produkt**

**I Daten: Sensordaten**

**I Kontakt: OttoBock HeathCare GmbH**

**I Quelle: OttoBock HeathCare GmbH 2018**

»DynamicArm« ist eine intelligente Prothese für Menschen mit Amputationen oberhalb des Ellbogens. Die Prothese wird durch einen Elektromotor angetrieben, das Gelenk wird durch die Muskelsignale des Patienten gesteuert, die von Sensoren erfasst werden. Die Steuereinheit leitet die

Muskelsignale auch an die Prothesenhand weiter, so dass das Handgelenk gedreht und die Hand geöffnet und geschlossen werden kann. Ebenso kann der Ellbogen gestreckt und gebeugt werden.

Tabelle 2: KI-Lösungen in den Gruppen Informationsextraktion und natürliche Eingabesysteme

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Automotive	toposens	Objektdetektion zur Kollisionsvermeidung mittels Echolokation	Bild	Produkt	Toposens GmbH	<a href="https://toposens.com">https://toposens.com</a>
Automotive	Auto-Construct	Sicheres Navigieren im Baustellenbereich durch effiziente Erkennung von Hinweisschildern, Fahrspurinformationen und Verkehrszeichen	Bild, Video	Projekt	Fraunhofer IAIS	<a href="https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/bildverarbeitung/referenzprojekte/autoconstruct.html">https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/bildverarbeitung/referenzprojekte/autoconstruct.html</a>
Business		Optische Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion	Bild	Projekt	Fraunhofer IFF	<a href="https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/biosystems-engineering/forschung/qualitaetsicherung-lebensmittelproduktion.html">https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/biosystems-engineering/forschung/qualitaetsicherung-lebensmittelproduktion.html</a>
Business	DeepER	Optische Zeichenerkennung zur Prozessautomatisierung	Bild, Video	Projekt	Fraunhofer IAIS	<a href="http://www.izb.fraunhofer.de/de/presse/news-29-08-2016.html">www.izb.fraunhofer.de/de/presse/news-29-08-2016.html</a>
Business	valossa ai	Analyse von Videoaufnahmen zur Erkennung von Gesichtern, Objekten und Geräuschen sowie unangemessenen Inhalten	Video	Start-up	Valossa Labs Ltd.	<a href="http://valossa.com/products/">http://valossa.com/products/</a>
Business	SHORE	Optische Emotionserkennung für die Marktforschung	Video	Produkt	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/ils/tech/shore-facedetection.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/ils/tech/shore-facedetection.html</a>
Gesundheitswesen	Fitness-SHIRT	Bekleidung mit integrierter Sensorik zur Fernüberwachung von Vitalparametern	Sensordaten	Produkt	ambiotex GmbH	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mks/prod/fitnessshirt.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mks/prod/fitnessshirt.html</a>
Gesundheitswesen	bbci	Erkennung und Umwandlung von Gehirnsignalen in Steuerbefehle für Geräte	Sensordaten	Prototyp	Kollaboratives Konsortium	<a href="http://www.bernstein-network.de/de/neues/Forschungsergebnisse/bciberlin">http://www.bernstein-network.de/de/neues/Forschungsergebnisse/bciberlin</a>
Gesundheitswesen	Hal	Roboter-Prothesenanzug	Sensordaten	Prototyp	Cyberdyne Inc.	<a href="https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/index.html">https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/index.html</a>
Gesundheitswesen	Dynamic-Arm	Intelligente Prothesen	Sensordaten	Produkt	Otto Bock HealthCare GmbH	<a href="https://www.ottobock.de/prothetik/armprothetik/systemuebersicht/dynamic-arm-prothesenellenbogen/">https://www.ottobock.de/prothetik/armprothetik/systemuebersicht/dynamic-arm-prothesenellenbogen/</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Konsumgüter	twentybn	Interpretation von menschlichem Verhalten in Videoaufnahmen zur Szene- und Bewegungserkennung in Echtzeit	Video	Start-up	Twenty Billion Nuerons GmbH	<a href="https://www.twentybn.com/">https://www.twentybn.com/</a>
Konsumgüter	myestro	Gestensteuerung für interaktive Werbung in Schaufenstern	Sensordaten	Start-up	Myestro Interactive GmbH	<a href="https://myestro.de/">https://myestro.de/</a>
Konsumgüter	ODP S3	Ontologiebasierte Dialogplattform mit Kontextverständnis für intelligente Assistenten	Sprache, Text	Produkt	Semvox GmbH	<a href="https://www.semvox.de/technologien/odp-s3/">https://www.semvox.de/technologien/odp-s3/</a>
Landwirtschaft	Identifikation von Pflanzen und Tieren	Identifikation von Pflanzen und Tieren	Bild	Projekt	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/zfp/projekte/strukturen_von_pflanzen_in_hochaufloesung.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/zfp/projekte/strukturen_von_pflanzen_in_hochaufloesung.html</a>
Landwirtschaft	Saisbeco	Bestimmung von Tieren für das Biodiversitätsmonitoring	Bild, Video	Projekt	Fraunhofer IDMT	<a href="https://www.idmt.fraunhofer.de/en/institute/projects-products/projects/saisbeco.html">https://www.idmt.fraunhofer.de/en/institute/projects-products/projects/saisbeco.html</a>
Medien und Wissensvermittlung	Shazam	Erkennung von Songs anhand ihres digitalen Fingerabdrucks	Sensordaten	Produkt	Shazam Entertainment Limited	<a href="https://www.shazam.com/de">https://www.shazam.com/de</a>
Medien und Wissensvermittlung	Audio Mining	Spracherkennung für die Suche in Mediatheken	Sprache	Projekt	WDR, Fraunhofer IAIS	<a href="https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/content-technologies-and-services/uebersicht/AudioMining.html">https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/content-technologies-and-services/uebersicht/AudioMining.html</a>
Produktion	Kinemic	Gestensteuerung mit Wearables für die Industrie	Sensordaten	Start-up	Kinemic GmbH	<a href="https://kinemic.de/">https://kinemic.de/</a>

**5.2 Problemlösen**

Über die Wahrnehmung hinaus gehen Anwendungen, die aus den Daten weitergehende Schlüsse ziehen und für die Lösung ihrer Aufgabe anwenden. Sie generieren vollautomatisch Vorhersagen oder Empfehlungen oder überwachen mit menschlichen Eingriffsmöglichkeiten kontinuierlich andere Systeme. Eine weitere Gruppe von Anwendungen bearbeitet fast oder völlig selbständig Aufträge im Labor, im Büro oder erzeugt digitale Inhalte. Bei Planungs- und Entscheidungsunterstützungssystemen ist die Arbeitsverteilung zwischen Mensch und Maschine dagegen eher ausgeglichen.

**5.2.1 Prognose, Empfehlung und Überwachung**

Prognosen und Empfehlungen werden aus verschiedenen Datenquellen und für viele Zwecke vollautomatisch erzeugt: aus Polizeiberichten werden Kriminalitätsprognosen (Stichwort: »predictive policing«), aus Audioaufnahmen Lärmprognosen, aus Preisverläufen der Konkurrenz eigene Preisempfehlungen (Stichwort: »dynamic pricing«), in Kreditkartentransaktionsdaten werden Betrugsversuche erkannt und zum angeschauten Produkt werden ähnliche Produkte empfohlen. Vorschläge zur Bewirtschaftung von Feldern, die Gewinnung von Lagebildern und die Früherkennung von Erkrankungen benötigen meist verschiedenartige Datenquellen. Wie die Prognosen und Hinweise dann weiter genutzt werden, ist für den KI-Anteil der Gesamtlösung in dieser Gruppe nicht mehr relevant.

Während Prognosen und Empfehlungen fallweise oder auf Anforderung generiert werden, beobachten Überwachungssysteme ihre Umgebung kontinuierlich und erzeugen ereignisgesteuert Hinweise und Warnungen. Hier spielt die Reaktionszeit eine Rolle. Es liegt aber meist in der Verantwortung des Benutzers, die Hinweise des Systems zu verwerten. Hauptdatenquelle für die Überwachung von Anlagen, die Qualitätskontrolle, die präventive Wartung und

das vorausschauende Energiemanagement sind Prozess- und Sensordaten. Im Gesundheitsbereich lassen sich Wearables, die Vitalparameter erfassen, mit Apps kombinieren, die dem Nutzer Hilfen zur Änderung oder Verbesserung seines Verhaltens geben. Einer der Pioniere in diesem Bereich ist der Sportwarenhersteller Nike, der seinen Kunden mit NikePlus eine Plattform bietet, um ihre Messergebnisse und Trainingserfolge auszutauschen und zu vergleichen.

Tabelle 3: Einsatzmöglichkeiten in den Gruppen Prognose und Empfehlung sowie Überwachung

	Prognose und Empfehlung	Überwachung
<b>Audio</b>		Akustische Qualitätskontrolle (Beispiel 18)
<b>Sprache, Text</b>	Kriminalitätsprognose (Beispiel 11)	
<b>Bild, Video</b>	Empfehlung von Bildern (Beispiel 12)	Gelände- und Zugangsüberwachung (Beispiel 23)
<b>Sensordaten, Prozessdaten</b>	Lärmprognosen (Beispiel 13)	Präventive Wartung (Beispiel 19) Vorausschauendes Energiemanagement (Beispiel 20) Lifestyle- und Gesundheitscoach (Beispiel 21)
<b>Prozessdaten</b>	Preisempfehlungen (Beispiel 14) Produkt- und Medienempfehlungen Betrugserkennung (Beispiel 15)	
<b>Kombination</b>	Krankheitsfrüherkennung (Beispiel 16) Empfehlungen zur Bewirtschaftung von Feldern Erstellung von Lagebildern (Beispiel 17)	Überwachung von Produktionsanlagen (Beispiel 22)

BEISPIEL 11: KRIMINALITÄTSPROGNOSE

**Precobs – Kriminalitätsprognose und -bekämpfung zur Erhöhung der Sicherheit in öffentlichen Räumen**

I Prototyp  
I Daten: Text

I Kontakt: Strategies for Policing Innovation  
I Quelle: Strategies for Policing Innovation 2018

Predictive Policing wird in den USA bereits seit 2009 bei der Kriminalitätsfrüherkennung und -bekämpfung eingesetzt. Die Polizei nutzt dazu Algorithmen, um vorherzusagen zu können, wann und wo sich welche Art von Verbrechen ereignen werden, um rechtzeitig vor Ort sein und die Verbrechen damit verhindern zu können.

bilden Einsatzberichte und Berichte von Streifenpolizisten über auffällige Ereignisse, Personen, Fahrzeuge etc. Dieser proaktive Ansatz der Polizeiarbeit wird in vielen Städten in den USA erfolgreich praktiziert. Die Zahl von Gewaltverbrechen, Überfällen und Einbrüchen konnte in mehreren Städten auf diese Weise um bis zu 20% gesenkt werden.

In Precobs werden Daten und Statistiken analysiert, um Muster und Häufungen, vor allem bei Einbrüchen und Überfällen mit Schusswaffen, zu identifizieren und Gebiete mit hohem Potenzial für Straftaten auszumachen. Datengrundlage

Neben der Früherkennung von Gewaltverbrechen wie Einbrüchen und Überfällen mit Schusswaffen sollen zukünftig auch Verbrechen im Zusammenhang mit psychischen Krankheiten und Drogenmissbrauch analysiert werden können.

BEISPIEL 12: EMPFEHLUNG VON BILDERN

**Pinterest Lens – Visuelle Bildersuche durch kontextsensitive Bildauswertung**

I Produkt

I Daten: Bild

I Kontakt: Pinterest

I Quelle: Pinterest 2018

Pinterest stellt mit der App »Pinterest Lens« eine Bildersuche vor, die es ermöglicht, Objekte im Alltagsleben abzufotografieren, um sich ähnliche Objekte anzeigen zu lassen. So kann der Nutzer beispielsweise über die App die Tasche des Gegenübers in der S-Bahn abfotografieren und sich ähnliche Taschen über Pinterest Lens anzeigen lassen. Die Einführung der visuellen Bildersuche bietet neue Möglichkeiten, nach Objekten zu suchen, da die gewünschten Objekte in einen Kontext gestellt werden. Wird also beispielsweise die

Küchenuhr fotografiert, so zeigen die Ergebnisse Bilder von ähnlichen Uhren in unterschiedlichen Einrichtungsstilen. Neben der visuellen Bildersuche gibt es weitere Funktionen in Pinterest Lens. Nutzer finden unter den Pins kreisförmige Buttons, die verwandte Pins anzeigen. Auch wird eine »Shop the Look« Funktionalität angeboten, die auf einem Pin angezeigte Objekte identifiziert und mit Links zu Shops führen, über die die Produkte erhältlich sind.

BEISPIEL 13: LÄRMPROGNOSEN

**StadtLärm – Erfassung, Prädiktion und Darstellung von Lärmquellen mittels hochauflösender und flächendeckender Lärmmessungen in urbanen Räumen**

I Prototyp

I Daten: Sensordaten

I Kontakt: Fraunhofer IDMT

I Quelle: Fraunhofer IDMT 2018a

Die Geräuschkulisse in urbanen Räumen wird durch temporäre Ereignisse wie öffentliche Großveranstaltungen, Bau- und Sanierungsmaßnahmen oder ein erhöhtes Verkehrsaufkommen zusätzlich verstärkt. Dieser »StadtLärm« belastet die Bevölkerung und beeinträchtigt die Lebensqualität.

In dem Projekt »StadtLärm« entwickeln die fünf Projektpartner ein System zur Erfassung, Prädiktion und Darstellung von städtischem Lärm. Über eine Sensorplattform werden zeitlich hochauflösende und flächendeckende Lärmmessungen durchgeführt und in Lärm-Raum-Modelle integriert

und in 3D visualisiert. Durch die Erfassung von zeitlich und räumlich aufgelösten Schalldaten wird es möglich, aus vergangenen Lärmereignissen zukünftige Lärmsituationen vorherzusagen. Die Genauigkeit der Vorhersage steigt mit der Anzahl an Messungen. Auf diese Weise werden städtische Entscheidungsträger bei der Beurteilung der aktuellen Lärmsituation und der Planung unter Berücksichtigung von zukünftigen Lärmquellen unterstützt. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des »Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)« gefördert.

## BEISPIEL 14: PREISEMPFEHLUNGEN

**Price Optimization – Dynamische Preisgestaltung im Einzelhandel****I Produkt****I Daten:** Prozessdaten**I Kontakt:** Blue Yonder GmbH**I Quelle:** Blue Yonder GmbH 2018

Die Preisgestaltung ist ein integraler Bestandteil der Unternehmens- und Marketingstrategie, die sich wesentlich auf das Markenimage auswirkt. Das Unternehmen Blue Yonder bietet seinen Kunden eine Lösung, mit der sie die Preisgestaltung auf Artelebene im Einklang mit ihrer Geschäftsstrategie, der Konsumentennachfrage und den Marktbedingungen gestalten können. Die Lösung berücksichtigt Preisstrategien und -regeln und nutzt unternehmensinterne und externe Daten, z. B. Wettbewerbspreise,

Wetter oder Ferienzeiten. Sie liefert unter anderem Bedarfsprognosen auf Artikel- und Filialebene, sowie tägliche Preisvorschläge für jedes Produkt in jedem Vertriebskanal. Um eine höhere Präzision und eine schnellere Anpassung an die Veränderungen des Marktes zu erreichen, setzt Blue Yonder auf Maschinelles Lernen anstatt auf vordefinierte Regeln und Annahmen. Laut Blue Yonder lassen sich so Umsatzsteigerungen um bis zu 15% und eine Kostensenkung des Lagerbestands um bis zu 20% erreichen.

## BEISPIEL 15: BETRUGSERKENNUNG

**MINTify rule – Betrugserkennung bei Kreditkartentransaktionen****I Produkt****I Daten:** Prozessdaten**I Kontakt:** Fraunhofer IAIS, Paymint AG**I Quelle:** Fraunhofer IAIS 2018c

Der stetige Anstieg an elektronischen Zahlungen erfordert ein effizientes Risiko- und Betrugsmanagement von Seiten der Kreditinstitute. Sogenannte »Fraud-Mining-Technologien« helfen dabei, Betrugsmuster schnell und zuverlässig zu identifizieren, um Kreditkartenmissbrauch zu vermeiden. Indem unnötige Ablehnungen durch Falschklassifizierungen vermieden werden, steigt die Kundenzufriedenheit.

MINTify rule ist das Betrugserkennungssystem aus der Kooperation des Fraunhofer IAIS mit der Paymint AG. Es kann

neue Betrugsmuster erkennen und in nachvollziehbaren Regeln ausdrücken. Die Experten können die Regeln verfeinern oder eigene Regeln hinzufügen. Anders als die meisten Betrugserkennungssysteme kann MINTify rule seine Regeln über eine einfache Schnittstelle jedem beliebigen Echtzeitsystem zur Verfügung stellen. Eine teure, riskante Migration auf ein neues Echtzeitsystem ist nicht nötig. Zudem kann die Regelkomplexität durch flexibel steuerbare Regelparameter an das bestehende Echtzeitsystem angepasst werden.

BEISPIEL 16: KRANKHEITSFRÜHERKENNUNG

**i-PROGNOSIS – Entwicklung von Tests zur Früherkennung von Parkinson und technologiebasierte Unterstützung der Patienten bei der Therapie**

**I Prototyp**

**I Daten:** Sensordaten, Sprache, Bild

**I Kontakt:** Fraunhofer IAIS

**I Quelle:** i-PROGNOSIS Projektwebseite

Parkinson ist eine der häufigsten neurodegenerativen Erkrankungen. In frühen Stadien werden die Symptome häufig leicht übersehen, insbesondere da sie mit klassischen Diagnosetechniken (Biomarker, Bildgebung) nicht oder nur schwer zu erkennen sind. Jedoch ist eine frühe Intervention wichtig und hat einen großen Einfluss auf

den Krankheits- und Behandlungsverlauf. Im EU-Projekt i-PROGNOSIS entstand eine App, die die Interaktion mit dem Smartphone und anderen Wearables analysiert, um frühe Symptome von Parkinson zu entdecken und nach Absprache mit dem behandelnden Arzt mit geeigneten spielerischen Anwendungen zu intervenieren.

BEISPIEL 17: ERSTELLUNG VON LAGEBILDERN

**SENEKA – Mobiles Roboter-Sensor-Netzwerk für die Erstellung von Lagebildern und die Ortung von Personen im Katastrophenfall**

**I Projekt**

**I Daten:** Sensordaten, Bild

**I Kontakt:** Fraunhofer IOSB, Fraunhofer IAIS, Fraunhofer IPA, Fraunhofer IPM, Fraunhofer IIS

**I Quelle:** Fraunhofer Gesellschaft 2018

»Die Projektidee von SENEKA besteht darin, im Katastrophenfall den Einsatz- und Rettungskräften dynamisch vernetzbare Sensoren und Roboter zur Seite zu stellen, um dadurch die beiden für die Rettung von Menschenleben wichtigsten Phasen des Katastrophenmanagements – die Aufklärung des Katastrophenumfelds sowie die Suche nach Opfern und Gefahrenquellen – wesentlich zu verkürzen.

Der typische ad-hoc-Charakter von Naturkatastrophen (Erdbeben, Tsunami etc.), Terroranschlägen und größeren Industrieunfällen (z. B. in Kernkraftwerken) macht eine

situationsspezifische, schnelle und umfassende Aufklärung und Detektion von Opfern und Gefahrenquellen erforderlich, um Menschenleben retten zu können.

Als Sensorträger dienen drahtlos kommunizierende mobile Luft- und Landroboter (UAV, UGV), die verschiedene funktionspezifische Sensoren zu Erkundungszwecken autonom bzw. teilautonom entlang von geplanten kollisionsfreien Bewegungstrajektorien durch das Gelände führen und an kritischen Orten zielgenau positionieren.«

## BEISPIEL 18: AKUSTISCHE QUALITÄTSKONTROLLE

**ACME 4.0 – Akustische Qualitätskontrolle in der Produktion****I Projekt****I Daten:** Sensordaten**I Kontakt:** Fraunhofer IDMT, Fraunhofer IIS**I Quelle:** Fraunhofer IDMT 2018b

Einzelne fehlerhafte oder gar defekte Maschinen können die Produktion zum Erliegen bringen. Je nach Industrieanlage kann eine Überwachung auf Fehler sehr komplex und kostenintensiv sein. Im Verbundprojekt ACME 4.0 untersuchen Partner aus Industrie und Forschung das Potenzial der akustischen Überwachung von Maschinen

und Produktionsprozessen. Dafür werden unter anderem Körper-, Luft- und Ultraschall der Maschinen erfasst. Mithilfe von Verfahren der computerbasierten akustischen Ereigniserkennung sollen Unregelmäßigkeiten oder Fehler im Produktionsprozess zuverlässiger und leichter erkannt werden.

## BEISPIEL 19: PRÄVENTIVE WARTUNG

**Statelogger – Vorausschauende Wartung von Maschinen im Einsatz beim Kunden****I Projekt****I Daten:** Sensordaten, Prozessdaten**I Kontakt:** BMW, Rolls&Royce, Krupp&Mannesmann, Fraunhofer IFF**I Quelle:** Fraunhofer IFF 2018b

Das Fraunhofer IFF hat in Zusammenarbeit mit Unternehmen ein System entwickelt, um Lastprofile und den aktuellen technischen Zustand von Produktions- und Logistikanlagen zu erfassen und etwaige Zustandsänderungen zu prognostizieren. Die Daten sind so aufbereitet, dass sie zur Entscheidungsunterstützung für Maßnahmen des Anlagenbetriebs genutzt werden können.

Auf diese Weise können die technische Verfügbarkeit von Produktions- und Logistikanlagen erhöht und anfallende Ausfall- und Instandhaltungskosten reduziert werden. Die Instandhaltungsstrategie kann variabel an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden.

BEISPIEL 20: VORAUSSCHAUENDES ENERGIEMANAGEMENT

**SmartEnergyHub – Energieeinsparungspotenziale durch sensorbasierte Smart-Data-Plattform erschließen**

**I Prototyp**

**I Daten:** Sensordaten, Prozessdaten

**I Kontakt:** Fraunhofer IAO

**I Quelle:** SmartEnergyHub Projektwebseite 2018

Der Energieverbrauch ist ein wesentlicher Kostenfaktor beim Betrieb von Infrastrukturen. Einsparungen kommen meist unmittelbar der Umwelt zugute. Ein wichtiger Hebel, um den Verbrauch zu optimieren, sind Smart-Data-Technologien. Das demonstriert der SmartEnergyHub, eine sensorbasierte Plattform zur Nutzung von Flexibilitäts- und Einsparpotenzialen. Die Daten über die Infrastruktur stehen in Echtzeit bereits über die Gebäudeleittechnik zur

Verfügung und können gemeinsam mit externen Quellen zu Wetterdaten und Strompreisdaten in einem Optimierungsmodell abgebildet werden. Implementiert und pilotiert wird die Lösung am Flughafen Stuttgart. Das Projekt ist Teil des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsprogramms »Smart Data – Innovationen aus Daten«.

BEISPIEL 21: LIFESTYLE- UND GESUNDHEITSCOACH

**Vi – Individuelle Unterstützung und Anpassung des Trainings mittels Biosensorik**

**I Start-up**

**I Daten:** Sensordaten, Geodaten

**I Kontakt:** LifeBEAM Inc.

**I Quelle:** Engadget 2018

Ein persönlicher Trainer, der alleine auf Künstlicher Intelligenz basiert, wurde mit dem Produkt Vi aus dem Hause Lifebeam Inc. realisiert. Er kombiniert Bluetooth-Kopfhörer, die auf Biosignale reagieren, mit anderen Fitness-Tracking-Features und einer App, um Sportbegeisterte bei ihrem Training zu unterstützen. Gemeinsam mit dem Halsband, in dem ein Gyroskop, ein Barometer und ein Akzelerometer integriert sind, kann Vi beispielsweise beim Laufen im

Freien die Herzrate und die Geschwindigkeit messen und den derzeitigen Standort, das Wetter, die Höhe und die angestrebten Trainingsziele erfassen. Verlangsamt der Läufer nach einer Weile sein Tempo, so wird er durch die Stimme von Vi darauf aufmerksam gemacht und angespornt, das Lauftempo wieder zu erhöhen. Fällt man häufiger aus dem Laufmuster, bietet Vi an, einen Rhythmus vorzugeben, an den sich der Sportler halten kann.

## BEISPIEL 22: ÜBERWACHUNG VON PRODUKTIONSANLAGEN

**PUMon – Überwachungssystem zur Ergänzung bestehender Condition-Monitoring Systeme in der chemischen Industrie****I Projekt****I Daten:** Sensordaten, Prozessdaten**I Kontakt:** Fraunhofer IOSB, Bayer**I Quelle:** Fraunhofer IOSB 2018a

In dem Projekt »PUMon« (Process Unit Monitor) wurde ein prozessunabhängig adaptives und universelles System zur Überwachung von Anlagenteilen entwickelt. Das System basiert auf einem selbstlernenden, datengetriebenen Algorithmus, der auf Basis der bestehenden Feldinstrumentierung ohne erhebliche Engineering- und Modellierungsaufwände zum Einsatz kommt. Anwendungsschwerpunkte sind nicht-standardmäßig mit einer Eigendiagnose ausgerüstete Anlagenkomponenten wie es beispielsweise bei Kesseln,

Rohrleitungen, Wärmetauschern oder Destillationskolonnen der Fall ist.

PUMon ergänzt bestehende Condition-Monitoring-Systeme und erstellt Diagnosen für störungsanfällige Assetkombinationen. So können beispielsweise kausal bedingte Wirkungszusammenhänge von Verschlechterungsprozessen aufgedeckt und behoben werden.

## BEISPIEL 23: GELÄNDE- UND ZUGANGSÜBERWACHUNG

**Smart Solution 2.0 – Plattform zur Videoüberwachung von öffentlichen Räumen und Erkennung von verdächtigen Aktivitäten****I Produkt****I Daten:** Video**I Kontakt:** Hangzhou Hikrobot Technology Co, Ltd.**I Quelle:** Hangzhou Hikrobot Technology Co. Ltd. 2018

Smart Solution 2.0 ist ein intelligentes Videoüberwachungssystem der Hangzhou Hikrobot Technology Co. Ltd. Es enthält zahlreiche smarte Features wie beispielsweise die Zählung von Objekten, die automatische Erkennung, ob ein bestimmter Bereich betreten oder verlassen wurde, die

Möglichkeit, bestimmte Bereiche beliebig zu vergrößern und eine Funktionalität für die Erkennung von Nummernschildern an Fahrzeugen und Gesichter von Insassen. Das System löst bei verdächtigem Verhalten automatisch einen Alarm aus.

Tabelle 4: KI-Lösungen in den Gruppen Prognose und Empfehlung sowie Überwachung

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Banken und Versicherungen	Mintify Rule	Betrugserkennung bei Kreditkartentransaktionen	Prozessdaten	Produkt	Fraunhofer IAIS, Paymint AG	<a href="https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/big-data-analytics/referenzprojekte/fraud-detection-in-kreditkartenaktionen.html">https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/big-data-analytics/referenzprojekte/fraud-detection-in-kreditkartenaktionen.html</a>
Business	Price Optimization	Dynamische Preisgestaltung im Einzelhandel	Prozessdaten	Produkt	Blue Yonder GmbH	<a href="https://www.blue-yonder.com/de/loesungen/price-optimization">https://www.blue-yonder.com/de/loesungen/price-optimization</a>
Energie	Smart Grid City	Vorausschauende Energieeinspeisung im smarten Grid	Sensordaten, Prozessdaten	Prototyp	Xcel Energy Inc.	<a href="http://www.xcelenergy.com">www.xcelenergy.com</a>
Energie	Smart-energyhub	Energieeinsparungspotenziale durch sensorbasierte Smart-Data-Plattform erschließen	Sensordaten, Prozessdaten	Prototyp	Fraunhofer IAO; Fraunhofer IAIS	<a href="http://smart-energy-hub.de/">smart-energy-hub.de/</a>
Energie	Dynamic Demand	Vorausschauende Energieeinsparung im Betrieb	Sensordaten, Prozessdaten	Prototyp	Open Energi Limited Company	<a href="http://www.openenergi.com/artificial-intelligence-future-energy/">http://www.openenergi.com/artificial-intelligence-future-energy/</a>
Energie	Encomos	Energiemanagement- und -optimierung in Produktionsprozessen	Sensordaten, Prozessdaten	Prototyp	Fraunhofer SCAI	<a href="https://www.scai.fraunhofer.de/content/dam/scai/de/documents/Mediathek/Produktblaetter/HPA_EnCoMOS_EnergieoptimierungInKomplexenProduktionsprozessen_DE.pdf">https://www.scai.fraunhofer.de/content/dam/scai/de/documents/Mediathek/Produktblaetter/HPA_EnCoMOS_EnergieoptimierungInKomplexenProduktionsprozessen_DE.pdf</a>
Gesundheitswesen	i-PROGNOSIS	Entwicklung von Test zur Früherkennung von Parkinson und technologiebasierte Unterstützung der Patienten bei der Therapie	Sprache, Sensordaten, Bild	Prototyp	Fraunhofer IAIS	<a href="http://www.i-prognosis.eu/">www.i-prognosis.eu/</a>
Gesundheitswesen	Vi	Individuelle Unterstützung und Anpassung des Trainings mittels Biosensorik	Sensordaten, Geodaten	Start-up	LifeBEAM Inc.	<a href="https://vitrainer.com/">https://vitrainer.com/</a>
Konsumgüter	Pinterest Lens	Visuelle Bildersuche durch kontextsensitive Bildauswertung	Bild	Produkt	Pinterest	<a href="https://about.pinterest.com/en/lens">https://about.pinterest.com/en/lens</a> <a href="https://help.pinterest.com/en/articles/pinterest-lens">https://help.pinterest.com/en/articles/pinterest-lens</a> <a href="https://onlinemarketing.de/news/pinterest-lens-objekte-scannen">https://onlinemarketing.de/news/pinterest-lens-objekte-scannen</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Konsumgüter	Recommender Systeme	Empfehlungssystem für Musik, Filme und Produkte	Prozessdaten	Produkt	Amazon Corporation, Netflix Incorporated, Spotify AB	<a href="https://www.amazon.de/">https://www.amazon.de/</a> <a href="https://www.netflix.com/de/">https://www.netflix.com/de/</a> <a href="https://www.spotify.com/de/">https://www.spotify.com/de/</a>
Landwirtschaft	eBee + multiSPEC 4C sensor	Empfehlungen zur Bewirtschaftung von Feldern durch Einsatz von Landwirtschaftsdrohnen	Bild	Produkt	AIRINOV SAS	<a href="http://www.airinov.fr/en/">http://www.airinov.fr/en/</a>
Landwirtschaft	Canefit, Soyfit	Erkennung von Wildkräutern, Wuchsprognosen und Empfehlungen zur Bewirtschaftung	Bild, Video	Produkt	Gamaya SA	<a href="https://gamaya.com/">https://gamaya.com/</a>
Landwirtschaft	Agrivi	Empfehlungen für die Feldbewirtschaftung, Schädlingsbekämpfung und Wetterüberwachung	Sensordaten, Prozessdaten	Start-up	Agrivi Ltd.	<a href="http://www.agrivi.com/de/farm-management-software">http://www.agrivi.com/de/farm-management-software</a>
Öffentlicher Sektor	StadtLärm	Erfassung, Prädiktion und Darstellung von Lärmquellen mittels hochauflösender und flächendeckender Lärmmessungen in urbanen Räumen	Sensordaten	Prototyp	Fraunhofer IDMT	<a href="https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects_products/projects/Current_publicly_financed_research_projects/StadtLaerm.html">https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects_products/projects/Current_publicly_financed_research_projects/StadtLaerm.html</a>
Produktion	RAdCoM	Zustandsüberwachung an Bahnbrücken und Gebäuden über Condition-Monitoring-Systeme	Prozessdaten	Prototyp	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/industriautomation/radcom.html">https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/industriautomation/radcom.html</a>
Produktion	Railigent	Handlungsempfehlungen für die präventive Wartung und Instandhaltung von Zügen	Prozessdaten	Produkt	Siemens Mobility Data Services Centers	<a href="https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/from-big-data-to-smart-data-heading-for-data-driven-rail-systems.html">https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/from-big-data-to-smart-data-heading-for-data-driven-rail-systems.html</a>
Produktion	AGATA	Präventive Wartung und Anomalieerkennung in Verarbeitungsprozessen in der Produktion	Prozessdaten	Projekt	Fraunhofer IOSB	<a href="http://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/48985">www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/48985</a>
Produktion	ACME 4.0	Akustische Qualitätskontrolle in der Produktion	Sensordaten	Projekt	Fraunhofer IDMT, IIS	<a href="https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects_products/projects/acme.html">https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects_products/projects/acme.html</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Produktion	Value Facturing	Fertigungssystem zur Steuerung und Überwachung des Herstellungsprozesses in der Industrie	Sensordaten	Produkt	Maschinenfabrik Reinhausen (MR) GmbH	<a href="https://www.axa.de/das-plus-von-axa/geschaeftskunden-und-unternehmen/business-wissen/digitalisierung-wirtschaft-smart-factory">https://www.axa.de/das-plus-von-axa/geschaeftskunden-und-unternehmen/business-wissen/digitalisierung-wirtschaft-smart-factory</a>
Produktion	Statelogger	Vorausschauende Wartung von Maschinen im Einsatz beim Kunden	Sensordaten, Prozessdaten	Projekt	BMW AG, Rolls-Royce Power Systems AG, Hüttenwerke Krupp&Mannesmann GmbH, Fraunhofer IFF	<a href="https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/logistik-fabriksysteme/leistungen/fabrikplanung.html#tabpanel-4">https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/logistik-fabriksysteme/leistungen/fabrikplanung.html#tabpanel-4</a>
Produktion	PUMon	Überwachungssystem zur Ergänzung bestehender Condition-Monitoring Systeme in der chemischen Industrie	Sensordaten, Prozessdaten	Projekt	Bayer AG, Fraunhofer IOSB	<a href="https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/44074/Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf?command=downloadContent&amp;filename=Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf">https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/44074/Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf?command=downloadContent&amp;filename=Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf</a>
Produktion	Connectavo	Echtzeitauswertung von Sensor- und Maschinendaten für die präventive Wartung und Unterstützung der Maschinenbediener bei der Instandhaltung	Text, Sensordaten	Produkt	Connectavo GmbH	<a href="http://connectavo.com/de/intelligenz#anchor-content">http://connectavo.com/de/intelligenz#anchor-content</a>
Sicherheit	SENEKA	Mobiles Roboter-Sensor-Netzwerk für die Erstellung von Lagebildern und die Ortung von Personen im Katastrophenfall	Sensordaten, Bilder	Projekt	Fraunhofer IOSB, Fraunhofer IAIS, Fraunhofer IPA, Fraunhofer IPM, Fraunhofer IIS	<a href="https://www.fraunhofer.de/de/forschung/forschungsfelder/schutz-sicherheit/krisismanagement/sensornetzwerk-seneka.html">https://www.fraunhofer.de/de/forschung/forschungsfelder/schutz-sicherheit/krisismanagement/sensornetzwerk-seneka.html</a>
Sicherheit	Precobs	Kriminalitätsprognose und -bekämpfung zur Erhöhung der Sicherheit in öffentlichen Räumen	Text	Prototyp	Kollaboratives Konsortium	<a href="http://www.strategiesforpolicinginnovation.com/">http://www.strategiesforpolicinginnovation.com/</a>
Sicherheit	Smart Solution 2.0	Plattform zur Videoüberwachung von öffentlichen Räumen und Erkennung von verdächtigen Aktivitäten	Video	Produkt	Hangzhou Hikrobot Technology Co., Ltd.	<a href="http://overseas.hikvision.com/en/Smart2.0/">http://overseas.hikvision.com/en/Smart2.0/</a>

**5.2.2 Fallbearbeitung und kreatives Schaffen**

KI-Lösungen, die Fälle bearbeiten oder digitale Werke produzieren, erledigen den größten Teil der Aufgabe allein, so dass der Mensch nicht oder nur wenig eingreifen muss. Im Büro werden Routinetätigkeiten übernommen, zum Beispiel in der Rechtsabteilung durch sogenannte Robo-Juristen, im Büro oder in der Regulierungsabteilung. Das gleiche gilt für Labore,

wo medizinische Bilder analysiert und Befunde erstellt werden. KI-Lösungen können aber auch kreativ sein und digitale Inhalte erzeugen, ergänzen oder sogar digitale Werke erstellen, für die sich evtl. Fragen des Urheberrechts stellen. Beispiele sind die Ausgestaltung von Szenen in Videospielen, journalistische Artikel, die Robo-Journalisten verfassen, Gedichte, Bilder und Musikstücke.

Tabelle 4: Einsatzmöglichkeiten in den Gruppen Fallbearbeitung und kreatives Schaffen

	Fallbearbeitung	Kreatives Schaffen
<b>Sprache, Text</b>	Büroarbeiten (Beispiel 24)	Texten (Beispiel 26)
<b>Bild, Video</b>	Bildbasierte medizinische Befundung (Beispiel 25)	Malen und Ausgestalten (Beispiel 27)
<b>Sensordaten</b>		Musikkomposition (Beispiel 28)

BEISPIEL 24: BÜROARBEITEN

**Arpos – Entwicklung eines Service-Portals zur Unterstützung des Prozessmanagements, der wissenbasierten Bearbeitung und der elektronischen Workflows für die Kfz-Schadensregulierung**

I Projekt

I Daten: Text

I Kontakt: Fraunhofer IAO

I Quelle: Fraunhofer IAO 2018

Die Kfz-Schadensregulierung ist ein komplexer und vielschichtiger Prozess, in dem eine Reihe unterschiedlicher Partner Dienstleistungen einbringen. Um die Regulierungszeiten und die Prozesskosten zu senken, hat das Fraunhofer IAO einen Service zur vollautomatisierten Prüfung von Reparaturgutachten und Kostenvoranschlägen entwickelt.

In der Analysephase wurden mit linguistischen Textanalyseverfahren hunderte Geschäftsregeln in der Kfz-Schadenregulierung identifiziert, einheitlich beschrieben und bewertet. Die wichtigsten Regeln wurden anschließend

in einem Softwaresystem implementiert und in einer ausgiebigen Testphase justiert. Aufgrund seiner modularen, service-orientierten Architektur ist ARPOS gleichzeitig stabil, performant und erweiterbar.

Der ARPOS-Prüfservice für Gutachten und Kostenvoranschläge befindet sich seit dem Frühjahr 2007 im Produktiv-einsatz von mehreren Versicherungen.

Neben dem Prüfservice wurden weitere Komponenten und Funktionen entwickelt.

BEISPIEL 25: BILDBASIERTE MEDIZINISCHE BEFUNDUNG

**HemaCAM® – Befundungsunterstützung durch objektive und reproduzierbare Klassifikationsvorschläge**

**I Produkt**

**I Daten:** Bild, Video

**I Kontakt:** Fraunhofer IIS

**I Quelle:** Fraunhofer IIS 2018b

Die Erstellung eines Differentialblutbildes, ein elementarer Prozess in der Hämatologie, ist sehr aufwendig und fehleranfällig. Differentialblutbilder werden üblicherweise in hämatologischen Analysatoren vordifferenziert und bei Abweichungen des kleinen Blutbildes, bei Verschiebungen der normalen Verteilung der Leukozyten oder bei Vorliegen von atypischen Zellen markiert. Dies führt zur Anfertigung eines Ausstrichs und zur manuellen Auszählung am Mikroskop durch einen Mitarbeiter.

HemaCAM® ermöglicht die automatisierte Auszählung von Blutausstrichen und unterstützt die Klassifikation der Leukozyten. Die klassifizierten Zellen werden übersichtlich dargestellt und können nun in unterschiedlichen Auflösungsstufen begutachtet werden. Die Einteilung

der Zellen erfolgt über eine in HemaCAM® integrierte Datenbank. Für eine Nachdifferenzierung können kritische Zellen auch in einer hohen Auflösung LIVE betrachtet werden – optional direkt durch die Okulare des Mikroskops. Eine gewünschte Re-Klassifikation von Leukozyten kann einfach durch »drag & drop« vorgenommen werden. Weitere Eingaben zur Morphologie (RBC, WBC, Plättchen) und Kommentare zu den einzelnen Blutproben können manuell eingetragen werden.

HemaCAM® reduziert auf diese Weise den Arbeitsaufwand erheblich und erleichtert die Erstellung eines schnellen und objektiven Differentialblutbilds, gerade auch bei auffälligeren Blutproben.

BEISPIEL 26: TEXTEN

**Fortführung eines Romans durch Nutzung eines Recurrent Neural Network**

**I Projekt**

**I Daten:** Text

**I Quelle:** WinFuture 2018

Systeme mit Künstlicher Intelligenz übernehmen zunehmend auch kreative Aufgaben, wie beispielsweise das Verfassen von Romanen. Im Rahmen eines Projektes hat ein Recurrent Neural Network (RNN) nun am sechsten Band der englischen Romanreihe »Das Lied von Eis und Feuer« von Autor George R.R. Martin weitergeschrieben. Vorgegeben waren lediglich der Name für eine Figur sowie die Anzahl der Zeichen, die Handlung wurde von der KI geschrieben.

Der Roman ist dabei stellenweise überraschend leserlich, die Handlung ist voller unerwarteter Ereignisse. Für alle, die die Romanidee kennen: In dem von der KI geschriebenen Roman entstammt Sansa Stark dem Hause Baratheon, Jamie Lannister tötet seine Schwester Cersei, Varys vergiftet Daenerys Tagaryen und Jon Snow reitet auf einem Drachen. Die KI erfand weiterhin eine neue Figur mit Namen »Greenbeard«.

## BEISPIEL 27: MALEN UND AUSGESTALTEN

**DeepArt.io – Generierung von Gemälden in bestimmten Stilrichtungen aus Fotografien****I Produkt****I Daten: Bild****I Kontakt: DeepArt.io****I Quelle: DeepArt.io 2018**

Die Forscher hinter dem Unternehmen DeepArt.io haben einen Algorithmus entwickelt, der den Stil von bekannten Gemälden lernen und auf Fotografien und andere Bilder übertragen kann. Der Algorithmus wurde zunächst darauf trainiert, den Stil, also Informationen über Striche, Farben, Kanten etc. in bekannten Kunstwerken wie der

»Sternennacht« von Vincent van Gogh oder der »Mona Lisa« von Leonardo da Vinci zu erkennen. Dieses erlernte Wissen kann der Algorithmus auf andere Bilder übertragen, und so beispielsweise ein Bild des eigenen Haustiers im Stil von van Gogh berechnen und darstellen.

## BEISPIEL 28: MUSIKKOMPOSITION

**Amper – Komposition von Musikstücken anhand von Vorgaben zur Stimmung, der Länge und dem Stil des Musikstücks****I Start-up****I Daten: Sensordaten****I Kontakt: Amper Music****I Quelle: Amper Music 2018**

Amper Music lässt mit seiner Software Künstliche Intelligenz in das heimische Tonstudio einziehen. Die Software des Start-ups ermöglicht es Künstlern, durch Angabe von Stilrichtung, Songlänge, Stimmungen und kleinen musikalischen Änderungen, die der Nutzer persönlich vornehmen kann, einen fertig arrangierten Song binnen Sekunden durch Künstliche Intelligenz kreieren zu lassen. Der Song kann anschließend heruntergeladen und in Projekten

genutzt werden. Damit ermöglicht Amper kreativen Köpfen ohne Kenntnisse in der Theorie der Klangsynthese und Audiobearbeitung ein Tonstudio aufzubauen und mit geringen finanziellen Mitteln eigene Musik zu komponieren. Die US-amerikanische Künstlerin Taryn Southern nutzte bei der Komposition ihres jüngsten Albums die Software von Amper Music.

Tabelle 6: KI-Lösungen in den Gruppen Fallbearbeitung und kreatives Schaffen

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Banken und Versicherungen	Arpos	KFZ-Schadensregulierung	Text	Projekt	Fraunhofer IAO	<a href="https://www.e-business.iao.fraunhofer.de/de/projekte/beschreibung/arpos.html">https://www.e-business.iao.fraunhofer.de/de/projekte/beschreibung/arpos.html</a>
Business	smacc	Dokumenten-digitalisierung und Finanzbuchhaltung	Sprache, Text, Bild, Video	Start-up	SMACC GmbH	<a href="http://www.smacc.io/de/">www.smacc.io/de/</a>
Gesundheitswesen	HemaCAM	Befundung von Blutbildern	Bild, Video	Produkt	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/hemacam.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/hemacam.html</a> <a href="https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/il/bmt/mbv_flyer_hemacam_2015.pdf">https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/il/bmt/mbv_flyer_hemacam_2015.pdf</a>
Gesundheitswesen	Quantitative Oncology	Befundung von radiologischen Bildern	Bild, Video	Produkt	Fraunhofer MEVIS	<a href="https://www.mevis.fraunhofer.de/en/solutionpages/quantitative-oncological-follow-up-assessment.html">https://www.mevis.fraunhofer.de/en/solutionpages/quantitative-oncological-follow-up-assessment.html</a>
Gesundheitswesen	Mcube	Computer-assistiertes Mikroskopiesystem zur Detektion von Malariaerregern in Blutausstrichen	Bild, Video	Prototyp	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/mcube.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/mcube.html</a>
Gesundheitswesen	S-Detect	Medizinische Ultraschallauswertung	Bild, Video	Prototyp	Samsung Medison Co., Ltd.	<a href="http://www.zdnet.de/88267080/samsung-wertet-ultraschallbilder-durch-kuenstliche-intelligenz-aus/?inf_by=5a02f825671db8b32e8b4ae8">http://www.zdnet.de/88267080/samsung-wertet-ultraschallbilder-durch-kuenstliche-intelligenz-aus/?inf_by=5a02f825671db8b32e8b4ae8</a>
Kanzleien	Beagle	Juristische Vertragsanalyse und -zusammenfassung	Text	Start-up	Beagle Inc.	<a href="http://www.beagle.ai/">www.beagle.ai/</a>
Kanzleien	Legal Robot	Juristische Dokumentenanalyse	Sprache, Text	Produkt	Legal Robot Inc.	<a href="http://www.legalrobot.com/">www.legalrobot.com/</a>
Medien und Wissensvermittlung	DeepArt.io	Erzeugen von Gemälden aus Fotos	Bild	Produkt	DeepArt.io	<a href="https://deepart.io/">https://deepart.io/</a>
Medien und Wissensvermittlung	Amper	Musikkomposition	Sensordaten	Start-up	Amper Music Inc.	<a href="https://www.ampermusic.com/">https://www.ampermusic.com/</a>
Medien und Wissensvermittlung		Verfassen von Romanen	Text	Projekt		<a href="http://winfuture.mobi/news/99339">http://winfuture.mobi/news/99339</a>

### 5.2.3 Interaktive Planungs- und Entscheidungsunterstützung

Planungs- und Entscheidungsunterstützungssysteme sind interaktive Systeme, bei denen der Mensch meist die Richtung angibt, aber auf automatisierte Zuarbeiten des Systems angewiesen ist. Hierzu zählen klassische Anwendungen mit einer graphischen Benutzungsoberfläche, die komplexe Zusammenhänge visualisieren kann. Typische Anwendungen

unterstützten Entwurf und Planung in technischen Bereichen und von Abläufen in der Logistik, wo vorwiegend Sensor- und Prozessdaten exploriert und analysiert werden. Textdokumentsammlungen werden für den Aufbau von Wissen in der Medizin oder die Erkennung von Trends in Unternehmen analysiert. Zur Planung von Behandlungen in der Medizin werden Untersuchungsbilder oder Verlaufsdaten aus der Krankenakte herangezogen.

Tabelle 5: Einsatzmöglichkeiten in der Gruppe Planungs- und Entscheidungsunterstützung

	Planungs- und Entscheidungsunterstützung
<b>Sprache, Text</b>	Auswertung von Dokumentsammlungen (Beispiel 29)
<b>Bild, Video</b>	
<b>Sensordaten, Prozessdaten</b>	Optimierung von Anlagen, Maschinen und Gebäuden (Beispiel 30, Beispiel 32) Logistische Planung
<b>Kombination</b>	Medizinische Behandlungsplanung (Beispiel 31)

#### BEISPIEL 29: AUSWERTUNG VON DOKUMENTSAMMLUNGEN

### IPLYtics Plattform – Dokumentenanalyse zur Berechnung und Darstellung von Technologietrends und Marktentwicklungen

**I Start-up**  
**I Daten:** Text

**I Kontakt:** IPLYtics GmbH  
**I Quelle:** IPLYtics GmbH 2018

IPLYtics bietet Unternehmen eine Plattform zur Recherche in Patenten, Normen, Publikationen, Unternehmensdaten und Literaturquellen sowie »Standard Essentielle Patente« (SEP). Damit Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten langfristig erfolgreich sein können, sind Unternehmen angehalten, ihre Intellectual Property (IP)-Strategie regelmäßig an das veränderliche Marktumfeld anzupassen. Um den Markt und Wettbewerber besser beobachten und beurteilen zu können, bietet die Plattform unterschiedliche Funktionen, darunter einen semantischen Algorithmus, der dem Nutzer verwandte Schlagwörter auf Basis seiner Suche empfiehlt. Auf diese Weise kann die Suche intelligent verfeinert oder erweitert werden. Ein Clustering-Algorithmus gruppiert innerhalb kürzester Zeit Millionen von Dokumenten in

aussagekräftige Kategorien. Die interaktive Cluster-Übersicht ermöglicht es dem Nutzer, einzelne Sub-Cluster auszuwählen und die Informationen zu explorieren. Netzwerkgraphen veranschaulichen Verbindungen und versteckte Beziehungsmuster.

Um textuelle Ähnlichkeiten zwischen den verschiedenen Dokumentsammlungen miteinander zu vergleichen, bietet die Software eine semantische Suche, die mittels Termvektorenmodell den Inhalt eines gegebenen Textes versteht, um Gemeinsamkeiten zu identifizieren. Der Algorithmus lernt mit der Zeit weiter und verbessert die Treffgenauigkeit stetig.

BEISPIEL 30: OPTIMIERUNG VON ANLAGEN, MASCHINEN UND GEBÄUDEN

**eeEmbedded – Energieanalysen zur Beurteilung und Planung von Optimierungen an Gebäuden**

**I Prototyp**

**I Daten:** Prozessdaten

**I Kontakt:** Fraunhofer IIS

**I Quelle:** Fraunhofer IIS 2018c

In dem EU-geförderten Projekt eeEmbedded wird eine Entwicklungs- und Simulationsplattform entwickelt, mit der energieeffiziente Gebäude und ihre optimale energetische Einbettung in Bezug auf umgebende Gebäude und Energiesysteme entworfen werden können. So kann die Effizienz eines Gebäudes mit seinen technischen Systemen, wie beispielsweise Heizung, Kühlung, Lüftung und Steuerung prognostiziert werden.

Ein neuartiges Controlling- und Monitoring-System unterstützt den komplexen virtuellen Entwurf eines Gebäudes in seiner Vielzahl an unterschiedlichen Aspekten mit einer durchgehenden Energiesimulation.

Das Projektteam besteht aus Softwareanbietern für Architekten, Ingenieure und die Bauindustrie, auf Energieeffizienz spezialisierte Bau- und Planungsunternehmen sowie zwei wissenschaftlichen Organisationen.

BEISPIEL 31: MEDIZINISCHE BEHANDLUNGSPLANUNG

**SIRTOP – Gezielte Bestrahlungsplanung für die Radioembolisation bei Lebertumoren**

**I Projekt**

**I Daten:** Bild

**I Kontakt:** Fraunhofer MEVIS

**I Quelle:** Fraunhofer MEVIS 2018a

Entscheidungen in der selektiven internen Radiotherapie (SIRT) der Leber beruhen wesentlich auf der Auswertung von Bilddaten. Um einen effizienten und standardisierten Workflow im klinischen Alltag zu ermöglichen, werden in SIRTOP neue Methoden zur Optimierung wesentlicher Teilschritte erforscht. Automatisierte und auf Methoden des Maschinellen Lernens beruhende Verfahren werden

entwickelt, um die globale und lokale Tumorlast zu bestimmen und die darauf beruhende Dosimetrie der SIRT-Partikel zu verbessern. Multimodale Daten (CT, MRT, PET, SPECT, CBCT) werden durch neue Algorithmen analysiert, kombiniert und in Softwaresysteme integriert, die die Intervention selbst, aber auch die postinterventionelle Kontrolle unterstützen.

BEISPIEL 32: OPTIMIERUNG VON ANLAGEN, MASCHINEN UND GEBÄUDEN

**ProVis.Paula – Auswertung von Produktionsdaten zur Reduktion von Störungen und Steigerung von Taktzeiten**

**I Projekt**

**I Daten:** Sensordaten, Prozessdaten

**I Kontakt:** Fraunhofer IOSB

**I Quelle:** Fraunhofer IOSB 2018b

Durch die enormen Datenmengen sind die technischen Anforderungen an ein unternehmensweites Auswertesystem mit entsprechenden »Manufacturing Intelligence«-Logiken entsprechend hoch. Als Input der Leitsysteme beispielsweise müssen große Datenmengen in Millisekunden aufgezeichnet werden. Auch die Generierung und Ausgabe von Auswertungstabellen oder -diagrammen an Hunderte von Nutzern zur gleichen Zeit erfordert ein auf Höchstleistung ausgerichtetes System.

Das Fraunhofer IOSB hat für diese Anforderungen das Anlagen-Informationssystem ProVis.Paula entwickelt. Mit ProVis.Paula können Betriebsdaten wie Störungen, Stillstände, Stückzahlen oder Taktinformationen aus Fertigungs- und Montageprozessen sinnvoll aufbereitet und zur Verbesserung betrieblicher Strukturen und zur effizienten Gestaltung der Produktion genutzt werden.

Tabelle 8: KI-Lösungen in der Gruppe Planungs- und Entscheidungsunterstützung

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Business	futureTEX	Dokumentenanalyse zur Erschließung neuer Anwendungsfelder für textile Werkstoffe und Technologien	Text	Prototyp	Fraunhofer IAO	<a href="http://www.stfi.de/forschungsvorhaben/open-innovation.html">www.stfi.de/forschungsvorhaben/open-innovation.html</a> <a href="http://www.stfi.de/fileadmin/futureTEX/Vorstellung_Projekt_futureTEX.pdf">http://www.stfi.de/fileadmin/futureTEX/Vorstellung_Projekt_futureTEX.pdf</a>
Business	IPlytics	Dokumentenanalyse zur Berechnung und Darstellung von Technologietrends und Marktentwicklungen	Text	Start-up	IPlytics GmbH	<a href="http://www.iplytics.com/de/platform/intelligence/">http://www.iplytics.com/de/platform/intelligence/</a>
Business	scoutbee platform	Dokumentgestützte Unternehmensanalyse in Liefernetzen	Text	Start-up	scoutbee GmbH	<a href="https://scoutbee.com/#platform">https://scoutbee.com/#platform</a>
Energie	eeEmbedded	Planung energieeffizienter Gebäude	Prozessdaten	Prototyp	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/lebensgesundheit/eeembedded.html">https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/lebensgesundheit/eeembedded.html</a>
Gesundheitswesen	SIRTOP	Gezielte Bestrahlungsplanung für die Radioembolisation bei Lebertumoren	Bild	Projekt	Fraunhofer Mevis	<a href="https://www.mevis.fraunhofer.de/de/press-and-sci-com/press-release/2017/optimizing-therapy-planning-for-cancers-of-the-liver.html">https://www.mevis.fraunhofer.de/de/press-and-sci-com/press-release/2017/optimizing-therapy-planning-for-cancers-of-the-liver.html</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Gesundheitswesen	careskore	Analyse von Patientendaten für die Behandlungsplanung	Prozessdaten	Start-up	CareSkore Inc.	<a href="http://www.careskore.com/">http://www.careskore.com/</a>
Gesundheitswesen	Aetionomy	Dokumentenanalyse zum Wissensaufbau in der medizinischen Forschung	Text	Projekt	Fraunhofer SCAI	<a href="https://www.scai.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/bioinformatik/projekte/aetionomy.html">https://www.scai.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/bioinformatik/projekte/aetionomy.html</a>
Produktion	ProVis. Paula	Auswertung von Produktionsdaten zur Reduktion von Störungen und Steigerung von Taktzeiten	Sensordaten, Prozessdaten	Projekt	Daimler AG Bremen, Fraunhofer IOSB	<a href="https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/18202/">https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/18202/</a>
Produktion		Aufdeckung von Abhängigkeitsverlusten und verdeckter Verschwendung in verketteten Fertigungs- und Montagesystemen	Sensordaten, Prozessdaten	Produkt	Fraunhofer IPA	<a href="https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Kompetenzen/Fabrikplanung-und-Produktionsmanagement/Produktblatt_Optimierung_verketteter_Fertigungssysteme.pdf">https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Kompetenzen/Fabrikplanung-und-Produktionsmanagement/Produktblatt_Optimierung_verketteter_Fertigungssysteme.pdf</a>

### 5.3 Handeln

KI-Lösungen auf dieser dritten Stufe wirken direkt auf ihre Umgebung ein, sei es, dass sie an Roboter, Maschinen oder andere physische Geräte gekoppelt oder darin eingebettet sind, sei es, dass sie in ein rein digitales System eingreifen. Sie interagieren mit ihrer Umwelt in Echtzeit und sind direkt mit der Reaktion auf ihr Handeln und seinen Folgen konfrontiert. Dies gilt sowohl für autonome Systeme, auf deren Verhalten der Mensch nicht verantwortlich Einfluss nehmen kann, als auch für Assistenzsysteme.

#### 5.3.1 Assistenzsysteme

Assistenzsysteme sind vielfältig. Sie operieren in einer rein digitalen Umgebung oder sind mit physischen Geräte verbunden. Davon unabhängig können einige sprachlich kommunizieren, andere nicht.

Eine wachsende Gruppe bilden Sprachassistenten. Auf dem Smartphone können sie rein digitale Dienste wie Bestellungen

oder Buchungen übernehmen oder unsere Kalender, Kontakte und Konten verwalten. Als Chatbots können sie Kunden oder das Personal im Unternehmen mit Informationen und Vorschlägen unterstützen. In China erfragt Baidus Doktor-App Symptome direkt vom Patienten und beschleunigt so die Aufnahme-prozedur.

Sprachassistenten können aber auch die Kommunikation mit Geräten in der Wohnung, mit dem Infotainment im Auto und mit Service-, Unterhaltungs- oder Polizeirobotern übernehmen.

An Geräte gekoppelte oder eingebettete Assistenten ohne sprachliche Fähigkeiten findet man in der Medizin, wo sie Ärzte bei der Operation durch geeignete Bildprojektionen unterstützen, als Displays in der Anprobe, wo sie alternative Kleidung herausuchen und als Anzeigen für Maschinenbediener in der Fabrik. Hinzu kommen Fahrzeuge und Roboter mit Assistenzfunktion, Transportroboter, die ihrer Bezugsperson folgen, Fahrzeuge für die Präzisionslandwirtschaft, und Fahrassistenten im Auto.

Tabelle 6: Einsatzmöglichkeiten in der Gruppe der Assistenzsysteme

	Digitale Assistenten	Eingebettete Assistenten
<b>Sprache, Text, Prozessdaten</b>	Chatbots für Kunden Chatbots im Unternehmen (Beispiel 35) Persönliche digitale Assistenten (Beispiel 40)	Infotainment-Assistent im Auto (Beispiel 34) Assistent für Maschinenbediener
<b>Bild, Video</b>		Medizinische Operationsunterstützung (Beispiel 37, Beispiel 38)
<b>Sensordaten</b>		Virtuelle Anprobe (Beispiel 36)
<b>Prozess- und Logdaten</b>	Produktberater (Beispiel 33)	
<b>Kombination</b>		Polizeiroboter Persönlicher Assistent in der Wohnung (Beispiel 41, Beispiel 42) Unterhaltungsroboter Service-Roboter Transporthilfen (Beispiel 39) Assistiertes Fahren Assistive Landmaschinen Assistive Lieferfahrzeuge und -drohnen

BEISPIEL 33: PRODUKTBERATER

**Lifestyle Automobilkonfigurator – Konfiguration von Automodellen passend zum Lifestyle**

**I Produkt**

**I Kontakt:** Fraunhofer IAIS, Daimler AG,  
Nolte & Lauth GmbH

**I Daten:** Prozessdaten

**I Quelle:** Nolte & Lauth GmbH

Der Lifestyle Automobilkonfigurator von Mercedes-Benz unterstützt Nutzer dabei, das Auto zu finden, welches am besten zu ihrem Lebensstil passt. Anstelle von technischen Details wie Motorleistung und Bauart des Fahrzeugs werden Informationen zu individuellen Themenbereichen wie Reisen, Sport, Kunst, etc. erhoben. Das Lifestyle Profiling berücksichtigt neben den Angaben des Nutzers zu seinem

Lebensstil auch Reihenfolgen, Antwortzeiten und natürlich auch Auswahlen anderer Nutzer. Der Konfigurator erstellt auf Basis dieser Informationen fünf vollständig konfigurierte Fahrzeugvorschläge, die von dem selbstlernenden System individuell auf den Lebensstil des Nutzers abgestimmt sind. Mit einem Klick kann das vorgeschlagene Fahrzeug in den Bestellprozess der Daimler AG überführt werden.

BEISPIEL 34: INFOTAINMENT-ASSISTENT IM AUTO

**Yui – Empathischer, intelligenter Beifahrer zur Unterstützung des Fahrers im Straßenverkehr**

**I Prototyp**

**I Daten:** Bild, Video, Sensordaten

**I Kontakt:** Toyota K.K.

**I Quelle:** Toyota K.K. 2018

»Yui« ist der Name des Fahrassistenten, der wie ein menschlicher Beifahrer mit dem Fahrer kommunizieren kann und ihn während der Fahrt unterstützen soll. Das auf Künstlicher Intelligenz beruhende Assistenzsystem soll dem Fahrer das Fahren angenehmer machen, seine Bedürfnisse ermitteln und die Sicherheit der Insassen verbessern. Das System lernt die Vorlieben des Nutzers und spielt so beispielsweise Lieblingsongs oder Podcasts automatisch ab oder schlägt dem Lieblingssong ähnliche Songs vor. Concept-i als autonomes Fahrzeug bietet dem Fahrer auch an, die Steuerung des Wagens zu übernehmen, wenn der

Fahrer Zeichen von Müdigkeit oder Unkonzentriertheit zeigt. Die Sicherheit der Insassen soll weiter verbessert werden, indem kleine Projektionsflächen im Innenraum dem Fahrer Außenbilder einspielen, die er aus seiner Sicht nicht wahrnehmen kann, beispielsweise aufgrund eines toten Winkels. Ein Head-up-Display spielt Informationen weitläufig auf die Windschutzscheibe, um den Blick des Fahrers nicht von der Straße zu lenken. Yui kann auch mit der Umwelt kommunizieren, indem es Nachrichten im Heck des Fahrzeugs anzeigt, die folgenden Fahrzeuge vor gefährliche Kurven oder unübersichtlichen Stellen warnt.

BEISPIEL 35: CHATBOT IM UNTERNEHMEN

**IBO – Unterstützung von Call-Center Mitarbeitern durch automatisierte Beantwortung von Routinefragen**

**I Produkt**

**I Daten:** Sprache, Text

**I Kontakt:** ITyX GmbH

**I Quelle:** ITyX GmbH 2018

Der Chatbot IBO verfolgt die Live-Chats im Kundenservice und liefert aktiv Antworten, die seine menschlichen Kollegen mit einem Klick freigeben. Der Bot übernimmt bis zu 80% der Routinefragen auf der ersten Stufe und unterstützt Mitarbeiter mit Hinweisen auf der zweiten Stufe. Er greift dabei aktiv auf Unternehmenssysteme zu – ganz wie ein menschlicher Kollege es tun würde.

Das Wissen des Chatbots speist sich nicht alleine aus dem Trivial- oder Konversationswissen, sondern er wird mit historischen Dialogen trainiert. IBO greift auf spezifisches Wissen des Unternehmens zu und lernt aus den Reaktionen seiner menschlichen Kollegen. IBO verbessert seine Intelligenz kontinuierlich, allein durch Beobachtung.

## BEISPIEL 36: VIRTUELLE ANPROBE

**Virtuelle Anprobe – virtuelle Beratung von Kunden in der Umkleidekabine****I Produkt****I Daten:** Sensordaten**I Kontakt:** Ralph Lauren Corporation, Oak Labs Inc.**I Quelle:** Digiday Media 2018

Der stationäre Einzelhandel muss mit dem immer stärker wachsenden Online-Handel konkurrieren, um weiterhin bestehen zu können. Um Kunden in die Geschäfte zu locken bedarf es neuer, innovativer Technologien, um ein einzigartiges Kundenerlebnis zu schaffen. Ralph Lauren hat ein solches Kundenerlebnis mit ihrem virtuellen Ankleideraum in ihrem Flagship Store in Manhattan geschaffen. Kunden erhalten, wenn sie den Ankleideraum mit Kleidungsstücken

betreten, eine umfassende Beratung auf den Spiegel der Umkleide projiziert, welche über verfügbare Größen, andere Farben und kompatible weitere Kleidungsstücke informiert. Per Klick kann ein Verkäufer zur Beratung hinzugezogen und die Beleuchtung in der Kabine angepasst werden. Der virtuelle Ankleideraum findet hohe Akzeptanz bei den Kunden, mit einer engagement rate von 90%.

## BEISPIEL 37: MEDIZINISCHE OPERATIONSUNTERSTÜTZUNG

**The Mobile Liver Explorer – Unterstützung bei medizinischen Eingriffen durch interaktive Bereitstellung von Patientendaten****I Projekt****I Daten:** Bild, Video**I Kontakt:** Fraunhofer MEVIS**I Quelle:** Fraunhofer MEVIS 2018b

Chirurgen verlassen sich während einer Operation (OP) meist auf ihr Gedächtnis oder auf Ausdrucke, auf denen das Organ des Patienten dargestellt und das geplante Vorgehen bei der OP skizziert ist. Diese Dokumente stellen eine Momentaufnahme vor der OP dar und können infolgedessen aktuelle Entwicklungen während der Operation nicht berücksichtigen. Das Fraunhofer MEVIS hat die App »Mobile Liver Explorer« entwickelt, die Chirurgen Zugang zu den gesamten Patientendaten und Aufnahmen während

einer Leber-OP gibt. Interaktiv können die Operateure 2D und 3D Daten visualisieren und auf unvorhersehbare Entwicklungen während der Operation reagieren. So kann beispielsweise das Volumen des Blutdurchflusses durch eine Arterie berechnet werden, um die Blutversorgung der Leber mit sauerstoffreichem Blut besser beurteilen zu können. Der »Mobile Liver Explorer« unterstützt Chirurgen während einer Operation und verbessert die Sicherheit des Patienten nachhaltig.

BEISPIEL 38: MEDIZINISCHE OPERATIONSUNTERSTÜTZUNG

**Whole ,O' Hand – Assistives Endoskopiesystem für die minimalinvasive Chirurgie**

**I Prototyp**

**I Daten: Bild, Video**

**I Kontakt: Fraunhofer IIS**

**I Quelle: Fraunhofer IIS 2018d**

Im Projekt »Whole 'O' Hand« entsteht ein Endoskopiesystem, das unterschiedlichen Ansätze aus Robotik, Messtechnik, Computer-assistierter Diagnose (CAD) und Navigation verbindet, um den Chirurgen bestmöglich bei der Orientierung und Ausführung eines operativen Eingriffs zu unterstützen. Vor dem Eingriff gewonnene und entsprechend aufbereitete Computertomographie-Daten (CT-Daten) stehen während der gesamten Operationszeit am OP-Tisch über Whole'O' Hand zur Verfügung. Diese Daten werden in einem ersten Schritt genutzt, um die Positionen der Trokare zu planen und dem Chirurgen durch Projektion auf die Körperoberfläche des Patienten anzuzeigen. Nachdem das Instrumententrägersystem an die ermittelte Position am Operationstisch geschoben und die Trokare automatisch

positioniert wurden, wird ein 3D-Ultraschall Datensatz der Leber erzeugt und mit dem vorhandenen, präoperativ erzeugten Planungsdatensatz in einen räumlichen Bezug gesetzt. Dem Chirurgen stehen dadurch neben dem Endoskopbild auch während der Resektion ständig aktualisierte Planungsdaten zur Verfügung. Die Schnittbewegung wird ebenfalls durch 3D-Ultraschallaufnahmen überwacht, so dass dem Chirurgen falls notwendig Abweichungen von den Planungsdaten signalisiert werden können.

Ein weiteres Anwendungsszenario für Whole 'O' Hand ist die Zystoskopie, bei der die Blasenoberfläche mittels kombinierter Weißlicht- und Fluoreszenzendoskopie auf Tumore untersucht wird.

BEISPIEL 39: TRANSPORTHILFEN

**elevon – Teilautonomer Lifter für die Aufnahme und den Transport von Personen**

**I Prototyp**

**I Daten: Sensordaten**

**I Kontakt: Fraunhofer IPA**

**I Quelle: Fraunhofer IPA 2018**

Im Elevon-Projekt wird ein multifunktionaler, teilautonomer Personenlifter konzipiert. Dieser neue Lifter soll Aufgaben vereinen, die heute noch mehrere Einzelsysteme übernehmen. Assistenzfunktionen ermöglichen es den Pflegekräften, den Lifter elektronisch anzufordern. So kann er selbstständig dorthin navigieren, wo er gebraucht wird. Zudem sollen mit

Hilfe des Lifters z. B. Personen vom Bett aufgenommen und sowohl in einer liegenden als auch in einer sitzenden Position transportiert werden. Anhand von Sensoren erkennt der Lifter die Person automatisch, kann sein Aufnahmesystem entsprechend positionieren und somit die Bedienung extrem erleichtern.

## BEISPIEL 40: PERSÖNLICHE DIGITALE ASSISTENTEN

**MONA – Persönlicher Einkaufsassistent für entspanntes und preisgünstiges Einkaufen****I Start-up****I Daten:** Text**I Kontakt:** Mona Labs Inc.**I Quelle:** Mona Labs Inc. 2018

Mona ist eine persönliche Shopping-Assistentin für mobile Geräte. Ähnlich wie ein menschlicher Shopping-Assistent nimmt Mona Aufträge entgegen und sucht für ihren Auftraggeber nach entsprechenden Produkten von mehr als 300 Einzelhändlern. Die Anwendung lernt den persönlichen Stil, etwaige Lieblingsmarken und Preispräferenzen des

Auftraggebers mit zunehmender Nutzung besser kennen und kann so nach passenden Produkten suchen und sie ihrem Auftraggeber vorstellen. Sie lernt aus dem Feedback, das sie erhält und informiert ihren Auftraggeber über aktuelle Rabattaktionen seiner Lieblingsmarken.

## BEISPIEL 41: PERSÖNLICHER ASSISTENT IN DER WOHNUNG

**Miraculous Life – Virtueller Assistent für ältere Menschen zur Unterstützung im Alltag****I Prototyp****I Daten:** Bild, Video, Sprache**I Kontakt:** Fraunhofer IGD**I Quelle:** Miraculous Life Projektwebseite 2018

Das Miraculous-Life-Projekt hat das Ziel, einen virtuellen Assistenten zu entwickeln, der Menschen im Rentenalter im Alltag zur Seite steht und ihnen zu mehr Sicherheit verhilft. Er soll, fast ebenbürtig einem menschlichen Helfer, den Alltag erleichtern, indem er menschliches Verhalten und Emotionen erkennen kann und daraus ableitend Hilfestellungen anbietet. Das Zusammenspiel zwischen Mensch und Assistent soll der gewohnten Kommunikation so nahe wie möglich kommen.

Der virtuelle Assistent setzt Mimik, Stimmlage und Gestik des Nutzers und Informationen aus der Umgebung zu einem Gesamtbild zusammen und antwortet mit fundierten Hilfestellungen. Im Austausch mit dem Nutzer wird ein Avatar verwendet, der empathisch mit Emotionen und differenzierter sprachlicher Intonation reagieren kann. Der ältere Mensch wird angeregt, dem Assistenten zu antworten, es entsteht ein Dialog. Weitere verwandte ICT-Services (wie Teppiche mit Sturzerkennung) erhöhen zusätzlich die häusliche Sicherheit.

**BEISPIEL 42: PERSÖNLICHER ASSISTENT IN DER WOHNUNG**

**Nuimo – Steuerung für das Smart-Home**

**I Prototyp**

**I Daten: Sensordaten**

**I Kontakt: Senic GmbH**

**I Quelle: Axel Springer SE 2018**

»Nuimo« ist ein kleiner runder Controller, der sich mit dem Smartphone des Nutzers über Bluetooth verbindet. Er kommuniziert mit den unterschiedlichen Smart-Home-Apps des Nutzers, um die verschiedenen Apps zentral zu steuern. Anstatt jede Smart-Home-App einzeln aufrufen zu müssen – Licht-App um Licht zu dimmen, Lautsprecher-App um

Musiklautstärke anzupassen, etc. – können alle Apps mit Nuimo verwaltet und die vernetzten Produkte im Haus gesteuert werden. Der Controller kann über ein Web-Interface beliebig programmiert und mit Gestensteuerung gesteuert werden.

*Tabelle 8: KI-Lösungen in der Gruppe Assistenzsysteme*

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Automotive		Konfiguration von Automodellen passend zum Lifestyle	Prozessdaten	Produkt	Daimler AG, Fraunhofer IAIS	
Automotive	Berkley deep drive	Unterstützung des Fahrers vor gefährlichen Situationen	Bild, Video, Sensordaten	Projekt	Berkley Deep Drive (Consortium)	<a href="https://deepdrive.berkeley.edu/project/understanding-driver-awareness-smart-vehicles">https://deepdrive.berkeley.edu/project/understanding-driver-awareness-smart-vehicles</a>
Automotive	Yui	Yui in concept i: Fahrerassistent	Bild, Video, Sensordaten	Prototyp	Toyota K.K.	<a href="https://www.toyota.com/concept-i/">https://www.toyota.com/concept-i/</a>
Automotive	Brain-4Cars	Unterstützung des Fahrers vor gefährlichen Situationen	Bild, Video, Sensordaten, Geodaten	Projekt	Brain4Cars	<a href="http://brain4cars.com/">http://brain4cars.com/</a>
Automotive	Mercedes Benz Vision Van	Intelligent vernetztes Zustellfahrzeug und Zustelldrohnen	Sensordaten, Prozessdaten, Geodaten	Prototyp	Daimler AG	<a href="https://www.daimler.com/innovation/specials/vision-van/">https://www.daimler.com/innovation/specials/vision-van/</a>
Automotive	Dragon Drive	Infotainment & Navigationsassistent	Sprache, Text	Produkt	Nuance Communications Inc.	<a href="https://www.nuance.com/de-de/mobile/automotive/dragon-drive/bmw.html">https://www.nuance.com/de-de/mobile/automotive/dragon-drive/bmw.html</a>
Business	PERSADO	Kundenansprache	Sprache, Text	Start-up	PERSADO Inc.	<a href="https://persado.com/persado-enterprise/">https://persado.com/persado-enterprise/</a>
Business	Morph.ai	Kundenansprache	Sprache, Text	Produkt	Scupids Tech. Pvt. Ltd.	<a href="http://morph.ai/">morph.ai/</a>
Business	Cognigy	Chatbots, voice assistants	Sprache, Text	Start-up	Cognigy GmbH	<a href="https://www.cognigy.com/">https://www.cognigy.com/</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Business	IBO	Chatbot im Callcenter	Sprache, Text	Produkt	ITyX GmbH	<a href="https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3022826/PDF%20files/Flyer/ityx_vca_chatbot.pdf">https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3022826/PDF%20files/Flyer/ityx_vca_chatbot.pdf</a>
Business	SAJit	Prozessassistent	Sprache, Text	Start-up	SUSI & James GmbH	<a href="http://www.susiandjames.com/">http://www.susiandjames.com/</a>
Business	wdaqua	Frage-Antwortsystem	Sprache, Text	Prototyp	Fraunhofer IAIS, Kollaboratives Konsortium	<a href="http://wdaqua.eu/">wdaqua.eu/</a>
Business	Virtuelle Anprobe	Virtueller Anproberaum	Sensordaten	Produkt	Ralph Lauren Corporation	<a href="https://digiday.com/marketing/retailtech2016-inside-ralph-laurens-connected-fitting-rooms/#">https://digiday.com/marketing/retailtech2016-inside-ralph-laurens-connected-fitting-rooms/#</a>
Gesundheitswesen	Care-O-Bot 4	Mobiler modularer Roboter für Informations-, Geleit-, Hol- und Bringdienste	Bild, Sprache		Semvox, Phoenix Design, Unity Robotics, Schunk Group	<a href="http://www.ipa.fraunhofer.de/pm_care-o-bot4.html">http://www.ipa.fraunhofer.de/pm_care-o-bot4.html</a>
Gesundheitswesen	The Mobile Liver Explorer	Medizinische Eingriffsplanung	Bild, Video	Projekt	Fraunhofer MEVIS	<a href="https://www.mevis.fraunhofer.de/en/solutionpages/liver-surgery.html">https://www.mevis.fraunhofer.de/en/solutionpages/liver-surgery.html</a>
Gesundheitswesen	Whole 'O' Hand	Assistives Endoskopiesystem für die minimal-invasive Chirurgie	Bild, Video	Prototyp	Fraunhofer IIS	<a href="https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/wholeohand.html">https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/wholeohand.html</a>
Gesundheitswesen	elevon	Teilautonomer Lifter für die Aufnahme und den Transport von Personen	Sensordaten	Prototyp	Fraunhofer IPA	<a href="http://www.ipa.fraunhofer.de/elevon.html">www.ipa.fraunhofer.de/elevon.html</a>
Industrie	Appsist	Assistent für Maschinenbediener	Sensordaten	Prototyp	Fraunhofer IAO	<a href="https://www.es.iao.fraunhofer.de/de/forschungsfelder/immersive-prozessvisualisierung/appsist.html">https://www.es.iao.fraunhofer.de/de/forschungsfelder/immersive-prozessvisualisierung/appsist.html</a>
Konsumgüter	KAI Banking	Banking	Sprache, Text	Start-up	Kasisto Inc.	<a href="http://kasisto.com/">http://kasisto.com/</a>
Konsumgüter	Digit	Persönlicher Sparassistent	Sprache, Text	Start-up	Hello Digit, Inc.	<a href="https://digit.co/">https://digit.co/</a>
Konsumgüter	H&R Block with Watson	Persönlicher Assistent für die Steuererklärung	Sprache, Text	Produkt	HRB Digital LLC.	<a href="https://www.hrblock.com/lp/fy17/hrblock-and-watson.html">https://www.hrblock.com/lp/fy17/hrblock-and-watson.html</a>
Konsumgüter	Mona	Persönlicher Einkaufsassistent	Text	Start-up	Mona Labs Inc.	<a href="http://www.monahq.com/">http://www.monahq.com/</a>
Konsumgüter	Jarvis	Gebäudesteuerung	Bild, Sprache	Produkt	Crestron Electronics Inc.	<a href="https://www2.crestron.com/jarvis">https://www2.crestron.com/jarvis</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Konsumgüter	Gita	Assistiver Transport-roboter	Bild, Video	Prototyp	Piaggio Group	<a href="https://www.piaggiofastforward.com/gita">https://www.piaggiofastforward.com/gita</a> <a href="https://www.golem.de/news/piaggio-roboter-gita-faehrt-die-einkaeufe-nach-hause-1702-125993.html">https://www.golem.de/news/piaggio-roboter-gita-faehrt-die-einkaeufe-nach-hause-1702-125993.html</a>
Konsumgüter	Miraculous Life	Emphatische Assistenz im Wohnumfeld	Bild, Video, Sprache	Prototyp	Fraunhofer IGD	<a href="http://miraculous-life.eu/">http://miraculous-life.eu/</a>
Konsumgüter	Nuimo	Wohnungssteuerung	Sensordaten	Prototyp	Senic GmbH	<a href="http://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Vernetztes-Wohnen-Senic-Nuimo-Fernbedienung-fuer-das-Smarthome-11781496.html">http://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Vernetztes-Wohnen-Senic-Nuimo-Fernbedienung-fuer-das-Smarthome-11781496.html</a>
Konsumgüter	PaPeRo	Unterhaltungsroboter	Sensordaten, Bilddaten, Video, Sprache	Produkt	RobotCenter Ltd	<a href="https://www.robotcenter.co.uk/products/papero-robot-nec">https://www.robotcenter.co.uk/products/papero-robot-nec</a>
Konsumgüter	mykie	Küchenassistent	Sprache, Text	Prototyp	BSH Hausgeräte HmbH	<a href="http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuechenerlebnis-der-zukunft-102912.html">http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuechenerlebnis-der-zukunft-102912.html</a>
Konsumgüter	Azuma Hikari	Persönlicher virtueller Assistent	Sprache, Text, Bild, Video	Start-up	Vinclu Inc.	<a href="http://www.gatebox.ai/">gatebox.ai/</a> <a href="https://www.mobilegeeks.de/news/azuma-hikari-holografische-lebensgefaehrtin-in-der-gatebox/">https://www.mobilegeeks.de/news/azuma-hikari-holografische-lebensgefaehrtin-in-der-gatebox/</a>
Landwirtschaft	FireFly ProSlab 155	Erntemaschine für Grassoden	Sensordaten	Produkt	Firefly Automatic Inc.	<a href="http://fireflyequipment.com/proslab-155/">http://fireflyequipment.com/proslab-155/</a>
Medien und Wissensvermittlung	Sherlock Bot	Natürlich-sprachlicher Assistent für die Suche in großen Informationsmengen	Text	Produkt	Fraunhofer ISST	<a href="https://www.isst.fraunhofer.de/content/dam/isst/de/documents/Publikationen/Digitization%20in%20Logistics/FhG-ISST-PB_SHERLOCK-BOT.pdf">https://www.isst.fraunhofer.de/content/dam/isst/de/documents/Publikationen/Digitization%20in%20Logistics/FhG-ISST-PB_SHERLOCK-BOT.pdf</a>
Produktion	FEE	Assistent für Maschinenbediener in kritischen Situationen	Sensordaten, Text, Prozessdaten	Prototyp	ABB Forschungszentrum Deutschland, Universität Kassel, Technische Universität Dresden, Rapid-Miner GmbH	<a href="https://www.fee-projekt.de/">https://www.fee-projekt.de/</a>
Sicherheit	AnBot	Sicherheitsroboter	Video, Sprache	Prototyp	National Defence University China	<a href="http://www.bodahub.com/chinese-robot-cop-anbot/">http://www.bodahub.com/chinese-robot-cop-anbot/</a>

### 5.3.2 Autonome Systeme

KI-Systeme sind durch ihre Siege über Menschen in Brett-, Karten- und Ratespielen bekannt geworden, wie Watson in Jeopardy, AlphaGo in Go und Libratus im Poker. Gamebots für Online-Videospiele wie Atari 2600<sup>28</sup> und neuerdings Starcraft II<sup>29</sup> werden als Zwischenstufe verstanden, um allgemein künstliche Agenten zu entwickeln. KI-gesteuerte Handelsagenten werden in die Finanzwelt einziehen, beispielsweise als Trading-Bots und bei Robo-Advisors<sup>30</sup>, die eigenständig Portfolios verwalten.

Wie bei den Assistenzsystemen gibt es autonome Systeme, die in einer rein digitalen Welt agieren oder an Geräte gekoppelt sind. Physisch vernetzte autonome Systeme werden beherrscht von autonomen Robotern, Fahrzeugen und selbstregelnden Systemen in Produktion, Logistik und Landwirtschaft, auf Straßen und in Gebäuden. Meist nutzen sie mehrere Datenquellen: Kamerabilder, zusätzliche Sensoren und Prozessdaten. Weitere Beispiele sind kassenlose Supermärkte, die Alibaba in China schon betreibt, Laborroboter, die Molekülstrukturen und selbst aufgesetzte Zellkulturen analysieren, um neue Medikamente zu entdecken, sowie Werbedisplays mit Kameras, die sich auf ihre Beobachter einstellen.

Tabelle 7: Einsatzmöglichkeiten in der Gruppe der autonomen Systeme

	Autonome digitale Systeme	Eingebettete autonome Systeme
<b>Bild, Video, bildgebende Verfahren</b>		Individualisierte Produktion Adaptive Werbeflächen (Beispiel 47) Kameras auf Fahrzeugen
<b>Sensordaten, Prozessdaten</b>	Handelsagenten Gamebots	Selbstregelnde Systeme (Beispiel 44, Beispiel 45, Beispiel 48) Reinigungsroboter
<b>Bilder, Strukturdaten</b>		Laborroboter (Beispiel 46)
<b>Bild, Video, Sensordaten, Prozessdaten</b>		Kassenloser Supermarkt Sensitive Industrieroboter (Beispiel 49, Beispiel 50) Autonomes Fahren (Beispiel 43) Transportroboter Landmaschinen

28 Stockton 2017  
 29 Vinyals/Gaffney/Ewalds 2017  
 30 Williams 2018

BEISPIEL 43: AUTONOMES FAHREN

**drive.ai – Kommunikation mit Fahrer und Verkehrsteilnehmern beim autonomen Fahren**

**I Start-up**

**I Daten:** Bild, Video, Sensordaten, Geodaten

**I Kontakt:** drive.ai Inc.

**I Quelle:** drive.ai Inc. 2018

Das kalifornische Start-up drive.ai möchte die Kommunikation zwischen autonomem Fahrzeug und anderen Verkehrsteilnehmern verbessern und transparenter machen, um das Vertrauen der Menschen in selbstfahrende Autos zu verbessern. Das System soll die soziale Interaktion zwischen autonomem Fahrzeug und anderen Verkehrsteilnehmern ersetzen, beispielsweise das Nicken oder Lächeln eines Fahrers, das dem wartenden Fußgänger signalisiert, dass er die Straße überqueren kann. Hierfür hat das Unternehmen ein System entwickelt, welches in jeder Art von Kraftfahrzeug nachgerüstet werden kann. Neben der für das autonome Fahren nötigen Technik wie Sensoren, LiDAR

und einer Künstlichen Intelligenz gehört zum System ein LED-Bildschirm, der auf dem Fahrzeugdach montiert wird. Von dort sendet er mittels Text oder Emojis Botschaften an andere Verkehrsteilnehmer und zeigt beispielsweise Fußgängern an, dass das Auto sie registriert hat und stehenbleiben wird. Ein weiterer Bestandteil ist ein akustisches Signal, das sich vom autonomen Fahrzeug auf die jeweilige Straßenverkehrssituation abstimmen lässt. Gesteuert werden diese Bestandteile von einer KI, die mittels Deep Learning Situationen im Straßenverkehr analysiert und dabei mit der Zeit immer besser wird.

BEISPIEL 44: SELBSTREGELNDE SYSTEME

**Autonio – Intelligenter Trading Bot mit umfangreichem Wall Street Wissen**

**I Produkt**

**I Daten:** Prozessdaten

**I Kontakt:** Autonio

**I Quelle:** Autonio 2018

Autonio ist ein dezentralisiertes Trading System. Die Trading Bots wurden mit jahrelangem Wissen über High Frequency Trading (HFT) von der Wall Street trainiert, um den aktuellen Markt zu analysieren, Kauf- bzw. Verkaufsentscheidungen zu treffen und autonom Transaktionen durchzuführen. Das System zeichnet sich dadurch aus, dass Nutzer eigene

Handlungsstrategien konfigurieren können, die von Autonio autonom ausgeführt werden. Über ein Championship Leaderboard können sich Nutzer mit anderen Nutzern messen und den Erfolg ihrer definierten Handlungsstrategien überprüfen.

## BEISPIEL 45: SELBSTREGELNDE SYSTEME

**GT-ACO – Verbrennungsregelung von Gasturbinen für einen minimalen Ausstoß an Emissionen und eine maximale Lebensdauer der Turbinen**

I Prototyp

I Daten: Sensordaten

I Kontakt: Siemens AG

I Quelle: Siemens AG 2018

Siemens Power Generation Services hat in Zusammenarbeit mit CT das System GT-ACO entwickelt, das die komplexe Verbrennungsregelung in Gasturbinen steuern soll. GT-ACO steht für Gas Turbine Autonomous Control Optimizer und wird derzeit für Langzeittests an der H-Klasse, dem derzeitigen Flaggschiff der Siemens Gasturbinenflotte, getestet. Die Herausforderung beim Betrieb einer Gasturbine besteht darin, dass Lebensdauer und Emissionen stark zusammenhängen. Wenn Emissionen gesenkt werden sollen leidet die Lebensdauer, da sich verstärkt energiereiche und materialermüdende Verbrennungsschwingungen aufbauen können, die dann wiederum den Verschleiß der Maschine erhöhen. In zahlreichen Tests hat sich das System bereits erfolgreich

bewährt. Die KI, welche das System steuert, zielt in erster Linie darauf ab, den Ausstoß an schädlichen Stickoxiden zu reduzieren. Zur Senkung des Stickoxidausstoßes passt das neuronale Netz die Verteilung des Brennstoffs in den Brennern eigenständig an, und dies für jede Turbine, jeden Standort, jede Gaszusammensetzung und jede Wittersituation individuell. Die bestmögliche Einstellung wird von dem neuronalen Netz durch Analyse der vorhandenen Betriebsdaten ermittelt. Auf diese Weise können Schwankungen in der Zusammensetzung des Gases beispielsweise automatisch kompensiert und der Ausstoß von belastenden Emissionen für die Umwelt reduziert werden.

## BEISPIEL 46: LABORROBOTER

**Robot Scientist Eve – Roboter für die automatisierte Entdeckung von Medikamenten**

I Prototyp

I Daten: Strukturdaten

I Kontakt: Universities of Aberystwyth and Cambridge

I Quelle: Journal of the Royal Society Interface 2018

Eine halbe Millionen Menschen sterben jährlich an Malaria. Die Bekämpfung der Krankheit wird zunehmend schwieriger, da die Erreger immer mehr gegen bisher eingesetzte Medikamente resistent werden. Die Entwicklung von neuen Medikamenten ist jedoch sehr zeitintensiv, teuer und basiert oft auf dem Prinzip von Versuch und Irrtum.

Forscher der Universitäten Manchester, Aberystwyth und Cambridge haben einen Roboter entwickelt, der den Wirkstoffentdeckungsprozess automatisieren und damit beschleunigen soll. »Eve«, so der Name des Laborroboters, entwickelt eigenständig Hypothesen, um Beobachtungen

zu erklären, führt Experimente dazu durch, interpretiert deren Ergebnisse und gleicht ihre Hypothesen an. Diesen Zyklus wiederholt Eve, wodurch stark thesengetriebene Hochdurchsatz-Screenings ermöglicht werden, also biochemische, genetische oder pharmakologische Tests von Zehntausenden bis Millionen Substanzen.

In Zusammenarbeit mit Eve entdeckten die Forscher, dass Triclosan das Parasitenwachstum der Malariaerreger durch Hemmung des Enzyms Dihydrofolatreduktase (DHFR) beeinflusst. Damit könnte dieser Stoff ein neuer Bestandteil von Medikamenten gegen Malaria werden.

BEISPIEL 47: ADAPTIVE WERBEFLÄCHEN

**BioLens – Individuelle Anpassung von Werbeflächen an Kunden durch Analyse des Alters, Geschlechts und weiterer Eigenschaften**

**I Produkt**

**I Daten:** Bild, Video

**I Kontakt:** Fraunhofer IGD

**I Quelle:** Fraunhofer IGD 2018

Markenpräferenzen und Kaufentscheidungen werden heute mehr denn je beeinflusst durch die Persönlichkeit des Einzelnen: Man kauft, womit man sich identifiziert. Fraunhofer-Forscher entwickeln Techniken, die es Unternehmen erlauben, auf die Bedürfnisse des einzelnen Konsumenten einzugehen, ohne seine Privatsphäre zu verletzen. Ein Anwendungsfeld ist der Einsatz digitaler Werbetafeln im öffentlichen Raum: Hier ermöglicht es die BioLens-Software

des Fraunhofer IGD, Alter, Geschlecht und Grad der Aufmerksamkeit eines Betrachters zu ermitteln und das Werbeangebot in Echtzeit anzupassen. Die technischen Systeme werten Besucherströme und deren Stimmungslage statistisch aus und das ganz automatisiert. Im System ist hinterlegt welche Werbung für welche Zielgruppen gezeigt wird.

BEISPIEL 48: SELBSTREGELNDE SYSTEME

**SmartFace – Selbstorganisierendes Produktionssystem für die Kleinstserienfertigung**

**I Projekt**

**I Daten:** Sensordaten

**I Kontakt:** Fraunhofer IML

**I Quelle:** Fraunhofer IML 2018

Dezentrale, hochflexible Materialflusseinheiten, realisiert durch cyber-physische Systeme (CPS) stehen im Mittelpunkt des Autonomik 4.0 Verbundprojekts »SMART FACE« - Smart Micro Factory für Elektrofahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung:  
Die Entwicklung einer dezentralen Produktionsplanung und -steuerung ist das Ziel von SMART FACE. Damit

sollen die Fertigungsstrukturen an die Anforderungen der Kleinserienfertigung angepasst werden: Montageteile werden über eine netzwerkgestützte Anwendung individuell angefordert, Maschinen verteilen selbstorganisierend ihre Last. Eine zentrale Reihenfolgeplanung wird so überflüssig. Flexibilität, einfache Adaptierung und bessere Reaktion auf unvorhergesehene Änderungen im Ablauf sind die Vorteile.

BEISPIEL 49: SENSITIVE INDUSTRIEROBOTER

**LBR iiwa – Mensch-Roboter-Kollaboration-fähiger (MRK-fähiger) Leichtbauroboter für die Produktion**

I Produkt

I Daten: Sensordaten

I Kontakt: KUKA AG

I Quelle: KUKA AG 2018

Der LBR iiwa ist der erste in Serie gefertigte sensitive – und damit zur Mensch-Roboter-Kollaboration fähige – Roboter. Erstmals können Mensch und Roboter in enger Zusammenarbeit hochsensible Aufgaben lösen. So entstehen neue Arbeitsbereiche, der Weg ist frei für mehr Wirtschaftlichkeit und höchste Effizienz.

Der LBR iiwa zeichnet sich durch einen haptischen Programmieransatz aus, der es dem Menschen ermöglicht, durch Berührung und Anleiten des Roboters dessen vorprogrammierten Ablauf intuitiv zu verändern, so dass bislang

undefinierte, unergonomische und monotone Aufgaben erlernt und selbstständig ausgeführt werden können. Auf diese Weise lernt der LBR iiwa mit seinem menschlichen Gegenüber schnell und einfach neue Montagepositionen, ohne eigene Vorkenntnisse und lediglich durch Berührung. Der Einsatzbereich des Industrieroboters umfasst unterschiedliche Branchen, in denen insbesondere seine Anpassungsfähigkeit an die Umgebung und uneingeschränkte Zusammenarbeit mit dem Menschen das Arbeitsumfeld definieren.

BEISPIEL 50: SENSITIVE INDUSTRIEROBOTER

**VALERI – Validierung von fortschrittlichen, kollaborierenden Robotern für industrielle Anwendungen**

I Projekt

I Daten: Sensordaten, Bild

I Kontakt: Fraunhofer IFF, Konsortialpartner

I Quelle: Fraunhofer IFF 2018c

»VALERI« steht für »Validation of Advanced, Collaborative Robotics for Industrial Applications«. Innerhalb von drei Jahren wird das Konsortium die neuen mobilen Roboter entwickeln, die in die Herstellungsprozesse von Flugzeugkomponenten integriert werden sollen. Das Besondere daran: Die Roboter sollen autonom und ohne trennende Schutzräume Seite an Seite mit dem Menschen agieren und

die Mitarbeiter von zeitintensiven, körperlich anstrengenden und monotonen Arbeiten befreien. Mit VALERI entwickeln die Konsortialpartner ein System, das als adaptive und flexible Unterstützung auch im Handwerk oder in der Produktion von Kleinserien eingesetzt werden kann. Das macht es sowohl für die Luft- und Raumfahrt als auch für andere produzierende Bereiche interessant.

Tabelle 8: KI-Lösungen in der Gruppe der autonomen Systeme

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Automotive	drive.ai	Kommunikation mit Fahrer und Verkehrsteilnehmern beim autonomen Fahren	Bild, Video, Sensordaten, Geodaten	Start-up	drive.ai Inc.	<a href="https://www.drive.ai/">https://www.drive.ai/</a>
Automotive	Baidu's autonomous driving unit	Research&Development	Sensordaten, Video	Projekt	Baidu USA LLC.	<a href="http://usa.baidu.com/adu/">http://usa.baidu.com/adu/</a>
Automotive	ZF ProAI auf Basis von NVIDIA Drive PX 2 AI	Fahrzeugsteuerung	Sensordaten, Video, Geodaten	Projekt	ZF Friedrichshafen AG, NVIDIA Corporation	<a href="https://press.zf.com/site/press/de_de/microsites/press/list/release/release_29147.html">https://press.zf.com/site/press/de_de/microsites/press/list/release/release_29147.html</a>
Banken und Versicherungen	Autonio	Intelligenter Trading Bot mit umfangreichem Wall Street Wissen	Prozessdaten	Produkt	Autonio	<a href="https://auton.io/">https://auton.io/</a>
Business	Amazon Go	Erfassung und Abbuchung von Artikeln in kassenlosen Geschäften	Sensordaten, Video	Projekt	Amazon.com, Inc.	<a href="https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&amp;node=16008589011">https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&amp;node=16008589011</a>
Energie	GT-ACO (Gas Turbine Autonomous Control Optimizer)	Verbrennungsregelung von Gasturbinen	Sensordaten	Prototyp	Siemens AG	<a href="https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/autonome-systeme-ki-bei-gasturbinen.html">https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/autonome-systeme-ki-bei-gasturbinen.html</a>
Gesundheitswesen	Deep Genomics Platform	Automatisierte Medikamentenentdeckung	Strukturdaten	Start-up	Deep Genomics Inc.	<a href="https://www.deepgenomics.com/">https://www.deepgenomics.com/</a>
Gesundheitswesen	Robot Scientist Eve	Automatisierte Medikamentenentdeckung	Strukturdaten	Prototyp	Universities of Aberystwyth and Cambridge	<a href="http://www.kurzweilai.net/robot-scientist-eve-could-speed-up-search-for-new-drugs">http://www.kurzweilai.net/robot-scientist-eve-could-speed-up-search-for-new-drugs</a>
Handel	BioLens	Adaptive Werbeflächen	Bild, Video	Produkt	Fraunhofer IGD	<a href="https://www.igd.fraunhofer.de/node/911">https://www.igd.fraunhofer.de/node/911</a>
Handel	Roomba/Braava	Reinigungsroboter	Sensordaten	Produkt	iRobot Corporation	<a href="https://www.irobot.de/Haushaltsroboter/bodenwischen?_ga=2.140266035.1628228786.1538467527-810122312.1538467527">https://www.irobot.de/Haushaltsroboter/bodenwischen?_ga=2.140266035.1628228786.1538467527-810122312.1538467527</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Konsumgüter	OpenAI Gamebot	Gamebot schlägt Experten in Dota 2	Prozessdaten	Projekt	OpenAI, Nonprofit-Organisation	<a href="https://arstechnica.com/gaming/2017/08/ai-bot-takes-on-the-pros-at-dota-2-and-wins/">https://arstechnica.com/gaming/2017/08/ai-bot-takes-on-the-pros-at-dota-2-and-wins/</a>
Konsumgüter	Smart	Selbstfahrender Golfwagen	Sensordaten	Prototyp	Velodyne Li-DAR Inc., Singapore-MIT Alliance for Research and Technology	<a href="https://www.golf.com/extra-spin/self-driving-golf-carts-launched-singapore">https://www.golf.com/extra-spin/self-driving-golf-carts-launched-singapore</a>
Landwirtschaft	Bonirob V3	Multifunktionaler Agrarroboter-Plattform mit Reihenerkennung und Navigation	Bild, Geodaten	Produkt	Robert Bosch Start-up GmbH Deepfield Robotics	<a href="http://www.deepfield-robotics.com/">www.deepfield-robotics.com/</a> <a href="http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/21198/30Sep-V10-Inet_Felder_Pflanzen_PDF-A_1b.pdf">http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/21198/30Sep-V10-Inet_Felder_Pflanzen_PDF-A_1b.pdf</a>
Landwirtschaft	OZ WEEDING ROBOT	Unkrautbekämpfungsröbter	Bild; Geodaten	Produkt	Naïo Technologies SAS	<a href="https://www.naio-technologies.com/en/agricultural-equipment/weeding-robot-oz/">https://www.naio-technologies.com/en/agricultural-equipment/weeding-robot-oz/</a>
Öffentlicher Sektor	Ghost	Umgebungsaufnahmen von öffentlichen Verkehrsmitteln aus zur Pflege von Städten	Sensordaten, Prozessdaten	Prototyp	Projektpartner (TELETEL S.A., BITGEAR WIRELESS DESIGN SERVICES Limited liability Company, ALPHA CONSULTANTS, Inc. ISCB, ATI Incorporated, ARRIVA LITAS Limited liability company, IRIDA Labs S.A)	<a href="http://www.ghost-project.eu/">http://www.ghost-project.eu/</a>
Produktion	Individuelle Medikamentenverblisterung	Individuelles Abpacken von Medikamenten	Bild	Produkt	Kiana Systems GmbH, 7x4 Pharma GmbH	<a href="http://www.kiana-systems.com/">http://www.kiana-systems.com/</a>
Produktion	Smart Face	Selbstorganisierendes Produktionssystem	Sensordaten	Projekt	Verbundprojekt, Fraunhofer IML	<a href="http://www.smartfactoryplanning.de/projekt/aktuelles.html">www.smartfactoryplanning.de/projekt/aktuelles.html</a>
Produktion	LBR iiwa	Sensitiver Montage-roboter	Sensordaten	Produkt	KUKA AG	<a href="https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/robotersysteme/industrieroboter/lbr-iiwa">https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/robotersysteme/industrieroboter/lbr-iiwa</a>
Produktion	VALERI	Industrieroboter für die Luftfahrtindustrie	Sensordaten, Bild	Projekt	Fraunhofer IFF, Airbus DS SE, FACC AG, IDPSA, KUKA Laboratories GmbH, Profactor GmbH und PRODINTEC	<a href="https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/robotersysteme/valeri.html">https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/robotersysteme/valeri.html</a>

Branche	Name	Funktion, Aufgabe, Zweck	Datentyp	Status	Anbieter	Link
Produktion	Paula	Transportroboter	Sensordaten, Bild	Prototyp	Audi AG	<a href="https://www.audi-illustrated.com/de/audi-encounter-01-2017/paula-on-tour">https://www.audi-illustrated.com/de/audi-encounter-01-2017/paula-on-tour</a>
Produktion	Servus Arc 3	Intelligenter Transportroboter für Intralogistik	Sensordaten, Prozessdaten	Produkt	Servus Intralogistics GmbH	<a href="https://www.servus.info/">https://www.servus.info/</a>
Produktion	Hikvision intelligent sorting robots	Transportroboter	Sensordaten, Video	Produkt	Hangzhou Hikrobot Technology Co.,Ltd.	<a href="http://www.dailymail.co.uk/news/article-4401108/Meet-Little-Orange-robot-warehouse-worker-China.html">http://www.dailymail.co.uk/news/article-4401108/Meet-Little-Orange-robot-warehouse-worker-China.html</a> <a href="http://en.hikrobotics.com/robot/robotlist.htm?type=23">http://en.hikrobotics.com/robot/robotlist.htm?type=23</a>
Produktion	FTF out of the box	Interaktives Transportfahrzeug	Sprache, Video	Projekt	Jungheinrich AG, Universität Lübeck, Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH), Götting KG, Basler AG	<a href="https://www.iph-hannover.de/_media/files/downloads/IPH_Flyer_FTFootb.pdf">https://www.iph-hannover.de/_media/files/downloads/IPH_Flyer_FTFootb.pdf</a>

## 5.4 Beispielverzeichnis

<b>Beispiel 1:</b> SHAZAM – Erkennung von Songs anhand ihres digitalen Fingerabdrucks	26
<b>Beispiel 2:</b> Toposens – Objektdetektion zur Kollisionsvermeidung mittels Echolotatation	26
<b>Beispiel 3:</b> Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion – Optische Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion	27
<b>Beispiel 4:</b> twentybn – Interpretation von menschlichem Verhalten in Videoaufnahmen zur Szene- und Bewegungserkennung in Echtzeit	27
<b>Beispiel 5:</b> FitnessSHIRT – Bekleidung mit integrierter Sensorik zur Fernüberwachung von Vitalparametern	28
<b>Beispiel 6:</b> Audio Mining – Spracherkennung für die Suche in Mediatheken	28
<b>Beispiel 7:</b> ODP S3 – Ontologiebasierte Dialogplattform mit Kontextverständnis für intelligente Assistenten	29
<b>Beispiel 8:</b> Kinemic – Gestensteuerung mit Wearables für die Industrie	29
<b>Beispiel 9:</b> HAL – Unterstützung der Bewegungsfähigkeit bei Menschen mit physischen Behinderungen	30
<b>Beispiel 10:</b> DynamicArm – Ellenbogenprothesen zur Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit des Arms	30
<b>Beispiel 11:</b> Precobs – Kriminalitätsprognose und -bekämpfung zur Erhöhung der Sicherheit in öffentlichen Räumen	33
<b>Beispiel 12:</b> Pinterest Lens – Visuelle Bildersuche durch kontextsensitive Bildauswertung	34
<b>Beispiel 13:</b> StadtLärm – Erfassung, Prädiktion und Darstellung von Lärmquellen mittels hochauflösender und flächendeckender Lärmmessungen in urbanen Räumen	34
<b>Beispiel 14:</b> Price Optimization – Dynamische Preisgestaltung im Einzelhandel	35
<b>Beispiel 15:</b> MINTify rule – Betrugserkennung bei Kreditkartentransaktionen	35
<b>Beispiel 16:</b> i-PROGNOSIS – Entwicklung von Tests zur Früherkennung von Parkinson und technologie-basierte Unterstützung der Patienten bei der Therapie	36
<b>Beispiel 17:</b> SENEKA – Mobiles Roboter-Sensor-Netzwerk für die Erstellung von Lagebildern und die Ortung von Personen im Katastrophenfall	36
<b>Beispiel 18:</b> ACME 4.0 – Akustische Qualitätskontrolle in der Produktion	37
<b>Beispiel 19:</b> Stalogger – Vorausschauende Wartung von Maschinen im Einsatz beim Kunden	37
<b>Beispiel 20:</b> SmartEnergyHub – Energieeinsparungspotenziale durch sensorbasierte Smart-Data-Plattform erschließen	38
<b>Beispiel 21:</b> Vi – Individuelle Unterstützung und Anpassung des Trainings mittels Biosensorik	38
<b>Beispiel 22:</b> PUMon – Überwachungssystem zur Ergänzung bestehender Condition-Monitoring Systeme in der chemischen Industrie	39
<b>Beispiel 23:</b> Smart Solution 2.0 – Plattform zur Videoüberwachung von öffentlichen Räumen und Erkennung von verdächtigen Aktivitäten	39
<b>Beispiel 24:</b> Arpos – Entwicklung eines Service-Portals zur Unterstützung des Prozessmanagements, der wissenbasierten Bearbeitung und der elektronischen Workflows für die Kfz-Schadensregulierung	43
<b>Beispiel 25:</b> HemaCAM® – Befundungsunterstützung durch objektive und reproduzierbare Klassifikationsvorschläge	44
<b>Beispiel 26:</b> Fortführung eines Romans durch Nutzung eines Recurrent Neural Network	44
<b>Beispiel 27:</b> DeepArt.io – Generierung von Gemälden in bestimmten Stilrichtungen aus Fotografien	45
<b>Beispiel 28:</b> Amper – Komposition von Musikstücken anhand von Vorgaben zur Stimmung, der Länge und dem Stil des Musikstücks	45
<b>Beispiel 29:</b> IPlytics Plattform – Dokumentenanalyse zur Berechnung und Darstellung von Technologietrends und Marktentwicklungen	47
<b>Beispiel 30:</b> eeEmbedded – Energiegieeanalysen zur Beurteilung und Planung von Optimierungen an Gebäuden	48
<b>Beispiel 31:</b> SIRTOP – Gezielte Bestrahlungsplanung für die Radioembolisation bei Lebertumoren	48
<b>Beispiel 32:</b> ProVis.Paula – Auswertung von Produktionsdaten zur Reduktion von Störungen und Steigerung von Taktzeiten	49
<b>Beispiel 33:</b> Lifestyle Automobilkonfigurator – Konfiguration von Automodellen passend zum Lifestyle	51
<b>Beispiel 34:</b> Yui – Empathischer, intelligenter Beifahrer zur Unterstützung des Fahrers im Straßenverkehr	52
<b>Beispiel 35:</b> IBO – Unterstützung von Call-Center Mitarbeitern durch automatisierte Beantwortung von Routinefragen	52

<b>Beispiel 36:</b> Virtuelle Anprobe – virtuelle Beratung von Kunden in der Umkleidekabine	53
<b>Beispiel 37:</b> The Mobile Liver Explorer – Unterstützung bei medizinischen Eingriffen durch interaktive Bereitstellung von Patientendaten	53
<b>Beispiel 38:</b> Whole ,O’ Hand – Assistives Endoskopiesystem für die minimalinvasive Chirurgie	54
<b>Beispiel 39:</b> elevon – Teilautonomer Lifter für die Aufnahme und den Transport von Personen	54
<b>Beispiel 40:</b> MONA – Persönlicher Einkaufsassistent für entspanntes und preisgünstiges Einkaufen	55
<b>Beispiel 41:</b> Miraculous Life – Virtueller Assistent für ältere Menschen zur Unterstützung im Alltag	55
<b>Beispiel 42:</b> Nuimo – Steuerung für das Smart-Home	56
<b>Beispiel 43:</b> drive.ai – Kommunikation mit Fahrer und Verkehrsteilnehmern beim autonomen Fahren	60
<b>Beispiel 44:</b> Autonio – Intelligenter Trading Bot mit umfangreichem Wall Street Wissen	60
<b>Beispiel 45:</b> GT-ACO – Verbrennungsregelung von Gasturbinen für einen minimalen Ausstoß an Emissionen und eine maximale Lebensdauer der Turbinen	61
<b>Beispiel 46:</b> Robot Scientist Eve – Roboter für die automatisierte Entdeckung von Medikamenten	61
<b>Beispiel 47:</b> BioLens – Individuelle Anpassung von Werbeflächen an Kunden durch Analyse des Alters, Geschlechts und weiterer Eigenschaften	62
<b>Beispiel 48:</b> SmartFace – Selbstorganisierendes Produktionssystem für die Kleinstserienfertigung	62
<b>Beispiel 49:</b> LBR iiwa – Mensch-Roboter-Kollaboration-fähiger (MRK-fähiger) Leichtbauroboter für die Produktion	63
<b>Beispiel 50:</b> VALERI – Validierung von fortschrittlichen, kollaborierenden Robotern für industrielle Anwendungen	63

## 6 REFERENZEN

- Amper Music (2018):** Amper Music – AI Music Composer. <https://www.ampermusic.com/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Autonio (2018):** The First Decentralized AI Trading Application for Cryptocurrencies. <https://auton.io/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Axel Springer SE (2018):** Senic Nuimo: Fernbedienung für das Smart-Home. <https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Vernetztes-Wohnen-Senic-Nuimo-Fernbedienung-fuer-das-Smarthome-11781496.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Belloum, A. et al. (2016):** A general introduction for accelerating and focusing the education of Data Science Professionals. [http://edison-project.eu/sites/edison-project.eu/files/attached\\_files/node-488/edison-general-introduction-edsf.pdf](http://edison-project.eu/sites/edison-project.eu/files/attached_files/node-488/edison-general-introduction-edsf.pdf). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Blue Yonder GmbH (2018):** Unsere Lösung für Einkauf und Vertrieb: Price Optimization. Jederzeit und automatisiert den richtigen Preis setzen. <https://www.blueyonder.ai/de/loesungen/price-optimization>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Cyberdyne Inc. (2018):** What's HAL? The world's first cyborg-type robot »HAL«. <https://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/index.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Cycorp Inc. (2018):** Home of Smarter Solutions. <http://www.opencyc.org/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Davenport, T. und Patil, D. (2012):** Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>. Zuletzt geprüft am 05.07.2018.
- DeepArt.io (2018):** Turn any photo into an artwork – for free!. <https://deepart.io/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Deloitte Ltd. (2016):** The expansion of Robo-Advisory in Wealth Management. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/financial-services/Deloitte-Robo-safe.pdf>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Deutschlandfunk (2017):** Abgezockt vom Computer – Künstliche Intelligenz schlägt Pokerprofis. [http://www.deutschlandfunk.de/abgezockt-vom-computer-kuenstliche-intelligenz-schlaegt.676.de.html?dram:article\\_id=378514](http://www.deutschlandfunk.de/abgezockt-vom-computer-kuenstliche-intelligenz-schlaegt.676.de.html?dram:article_id=378514). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Digiday Media (2018):** Inside Ralph Lauren's connected fitting rooms. <https://digiday.com/marketing/retailtech2016-inside-ralph-laurens-connected-fitting-rooms/#>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Döbel, I. et al. (2018):** Maschinelles Lernen – Kompetenzen, Anwendungen und Forschungsbedarf. <https://www.bigdata.fraunhofer.de/de/big-data/kuenstliche-intelligenz-und-maschinelles-lernen/ml-studie.html>. Zuletzt geprüft am 05.07.2018.
- drive.ai Inc. (2018):** The self-driving car is here. <https://www.drive.ai/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Engadget (2018):** Running with an AI 'personal trainer' is fun, but expensive. The 'Vi' headphones aren't going to replace a flesh-and-blood drill instructor. <https://www.engadget.com/2017/04/24/ai-personal-trainer-vi-headphones-running/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- EU-DSGVO (2016):** Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>. Zuletzt geprüft am 05.07.2018.
- Fraunhofer-Allianz Big Data (2017):** Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz. Potenziale und Anwendungen. <https://www.bigdata.fraunhofer.de/de/big-data/kuenstliche-intelligenz-und-maschinelles-lernen/potenzialanalyse--kuenstliche-intelligenz-.html>. Zuletzt geprüft am 08.10.2018.

**Fraunhofer Gesellschaft (2018):** Leben retten mit SENEKA. <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/forschungsfelder/schutz-sicherheit/krisismanagement/sensornetzwerk-seneka.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IAIS (2018a):** Big Data Consulting – Vier Schritte zur »data-driven company«. <https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/big-data-analytics/uebersicht/big-data-consulting.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IAIS (2018b):** Audio Mining. <https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/content-technologies-and-services/uebersicht/AudioMining.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IAIS (2018c):** Fraud Detection in Kreditkartentransaktionen. <https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/big-data-analytics/referenzprojekte/fraud-detection-in-kreditkartenaktionen.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IAO (2018):** Arpos. <https://www.e-business.iao.fraunhofer.de/de/projekte/beschreibung/arpos.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IDMT (2018a):** StadtLärm. <https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects-products/projects/StadtLaerm.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IDMT (2018b):** ACME 4.0 – Akustische Zustandsüberwachung für Industrie 4.0. <https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects-products/projects/acme.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IFF (2018a):** Mit Hightech und künstlicher Intelligenz das Verborgene sichtbar machen. <https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/biosystems-engineering/forschung/qualitaetsicherung-lebensmittelproduktion.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IFF (2018b):** Predictive Maintenance: Agieren vs. Reagieren. <https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/logistik-fabrikssysteme/leistungen/fabrikplanung.html#tabpanel-4>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IFF (2018c):** Roboter – sichere Helfer des Menschen. <https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/robotersysteme/valeri.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IGD (2018):** Digital Signage / Biolens. <https://www.igd.fraunhofer.de/node/911>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IIS (2018a):** Verbesserung der Sicherheit durch Telemonitoring mit dem FitnessSHIRT. <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mks/prod/fitnessshirt.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Fraunhofer IIS (2018b):** HemaCAM – Technologie für mehr Qualität in der Hämatologie. [https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/il/bmt/mbv\\_flyer\\_hemacam\\_2015.pdf](https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/il/bmt/mbv_flyer_hemacam_2015.pdf). Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IIS (2018c):** eeEmbedded. <https://www.eas.iis.fraunhofer.de/de/anwendungsfelder/leben-gesundheit/eeembedded.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IIS (2018d):** Holistic Intervention Glove System – Projekt Whole'O'Hand. <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/mbv/prod/wholeohand.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IML (2018):** SmartFace – Smart Micro Factory für Elektrofahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung. <http://www.smartfactoryplanning.de/projekt/aktuelles.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IOSB (2018a):** Statusermittlung nicht-intelligenter Prozessabschnitte mit dem Softwarewerkzeug PUMon®. [https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/44074/Beitrag\\_PUMon\\_Jahrbuch\\_Maintenance\\_2014.pdf?command=downloadContent&filename=Beitrag\\_PUMon\\_Jahrbuch\\_Maintenance\\_2014.pdf](https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/44074/Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf?command=downloadContent&filename=Beitrag_PUMon_Jahrbuch_Maintenance_2014.pdf). Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IOSB (2018b):** ProVis.Paula. <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/18202/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer IPA (2018):** Elevon. <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/Elevon.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Fraunhofer MEVIS (2018a):** Optimierte Planung für Lebertumor-Therapie. <https://www.mevis.fraunhofer.de/de/press-and-scom/press-release/2017/optimizing-therapy-planning-for-cancers-of-the-liver.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

- Fraunhofer MEVIS (2018b):** Liver Surgery. <https://www.mevis.fraunhofer.de/en/solutionpages/liver-surgery.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Golem (2016):** Googles KI wird durch Trial-and-Error besser als Menschen. <https://www.golem.de/news/deep-mind-googles-ki-wird-durch-trial-and-error-besser-als-menschen-1606-121636.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Hammond, K. (2016):** The Periodic Table of AI. <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/the-periodic-table-of-ai>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Hangzhou Hikrobot Technology Co. Ltd. (2018):** Hikvision. <https://www.hikvision.com/de>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Hippler, H. (2018):** Hochschulkompass 2018. <https://www.hochschulkompass.de/hochschulen.html>. Zuletzt geprüft am 2.10.2018.
- Huang, J. (2015):** Visual Computing: The Road Ahead. <https://www.slideshare.net/NVIDIA/visual-computing-the-road-ahead-an-nvidia-ces-2015-presentation-deck>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- IEEE Spectrum (2017):** AI Decisively Defeats Human Poker Players. <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/ai-learns-from-mistakes-to-defeat-human-poker-players>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- IPLYtics GmbH (2018):** IPLYtics – Anspruchsvolle Analyse für einen 360° Marktübersicht. <http://www.iplytics.com/de/platform/intelligence/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- i-PROGNOSIS Projektwebseite (2018):** The i-PROGNOSIS approach. <http://www.i-prognosis.eu/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- ITyX GmbH (2018):** Virtual Customer Assistant. [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3022826/pdf-files/flyer/ityx\\_vca\\_chatbot.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3022826/pdf-files/flyer/ityx_vca_chatbot.pdf). Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- James, M. et al. (2011):** Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. [https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI\\_big\\_data\\_full\\_report.pdf](https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI_big_data_full_report.pdf). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Johnson, R. C. (2015):** Microsoft, Google Beat Humans at Image Recognition. Deep learning algorithms compete at ImageNet challenge. [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325712](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325712). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Jones, N. (2014):** Deep Learning: Wie Maschinen lernen lernen. <http://www.spektrum.de/news/maschinenlernen-deep-learning-macht-kuenstliche-intelligenz-praxistauglich/1220451>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Journal of the Royal Society Interface (2018):** Cheaper faster drug development validated by the repositioning of drugs against neglected tropical diseases. <http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/12/104/20141289>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Kinemic GmbH (2018):** Gestensteuerung für die Industrie. <https://kinemic.de/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- KUKA AG (2018):** LBR iiwa. <https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/robotersysteme/industrieroboter/lbr-iiwa>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- McCarthy, J. et al. (1955):** A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Miraculous Life Projektwebseite (2018):** Miraculous Life for Elderly Independent Living. <http://miraculous-life.eu/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Mnih, et al. (2013):** Playing Atari with Deep Reinforcement Learning. <https://www.cs.toronto.edu/~vmnih/docs/dqn.pdf>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Mobile Geeks (2017):** Künstliche Intelligenz zockt 4 Poker-Profis ab. <https://www.mobilegeeks.de/news/kuenstliche-intelligenz-poker-liberatus/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.
- Mona Labs Inc. (2018):** Hello Mona. <http://www.monahq.com/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.
- Nolte & Lauth GmbH (2018):** Auszeichnungen für den Lifestyle Konfigurator. <https://www.nolteundlauth.de/blog/der-neue-lifestyle-konfigurator>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**O'Reilly Media Inc. (2017):** 2017 European Data Science Salary Survey - Tools, Trends, What Pays (and What Doesn't) for Data Professionals in Europe. <https://www.oreilly.com/data/free/2017-european-data-science-salary-survey.csp>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**OttoBock HealthCare GmbH (2018):** Oberarmprothese DynamicArm - Das dynamische und kraftvolle Ellbogengelenk. <https://www.ottobock.de/prothetik/armprothetik/systemuebersicht/dynamic-arm-prothesenellenbogen/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Pinterest (2018):** Get a new Lens on Life. <https://about.pinterest.com/en/lens>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Semvox GmbH (2018):** SemVox ODP S3 ist die weltweit einzigartige Plattform für smarte Assistenten und KI. <https://www.semvox.de/technologien/odp-s3/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**SHAZAM Entertainment Limited (2018):** Jeden Song in wenigen Sekunden finden. <https://www.shazam.com/de>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Siemens AG (2018):** Besser als der Experte. <https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/digitalisierung-und-software/autonome-systeme-ki-bei-gasturbinen.html>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Smart Data Forum (2018):** Smart Data Schulungen für den Mittelstand. <https://smartdataforum.de/services/orientierung-fuer-kmu/smart-data-schulungen-fuer-den-mittelstand/>. Zuletzt geprüft am 05.07.2018.

**SmartEnergyHub Projektwebseite (2018):** SmartEnergyHub – Die Datendrehscheibe für intelligente Energienutzung. <https://smart-energy-hub.de/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Stancombe, C. et al. (2017):** Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit. [https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/dti-ai-report\\_final1-1.pdf](https://www.capgemini.com/gb-en/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/dti-ai-report_final1-1.pdf). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Stockton, N. (2017):** This New Atari-Playing AI Wants to Dethrone DeepMind. <https://www.wired.com/story/vicarious-schema-networks-artificial-intelligence-atari-demo/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Strategies for Policing Innovation (2018):** Strategies for Policing Innovation. <http://www.strategiesforpolicinginnovation.com/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**The Algocracy and Transhumanism project (2018):** 1. What is the Logical Space of Algocracy? <https://algocracy.wordpress.com/1-logical-space-of-algocracy/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Toposens GmbH (2018):** 3D Ultrasound Sensor Systems. <https://toposens.com/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Toyota K.K. (2018):** Our vision for the car of the future starts with »Yui.« Designed from the inside out, Toyota Concept-i is an exciting glimpse into a future mobility that is warm, friendly and revolves around you. <https://www.toyota.com/concept-i/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Turing, A. (1950):** Computing Machinery and Intelligence. <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Twenty Billion Neurons GmbH (2018):** We teach machines to perceive the world like humans. <https://20bn.com/>. Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Vinyals, O., Gaffney, S., Ewalds, T. (2017):** DeepMind and Blizzard open StarCraft II as an AI research environment. <https://deepmind.com/blog/deepmind-and-blizzard-open-starcraft-ii-ai-research-environment/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Wikipedia (2018a):** Cross-industry standard process for data mining. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-industry\\_standard\\_process\\_for\\_data\\_mining](https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-industry_standard_process_for_data_mining). Zuletzt geprüft am 15.05.2018.

**Wikipedia (2018b):** Cyc. <https://de.wikipedia.org/wiki/Cyc>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**Williams, S. (2018):** JP Morgan Working on Artificial Intelligence Trading Bot. <https://wccftech.com/jp-morgan-working-on-machine-learning-trading-bot/>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

**WinFuture (2018):** Game of Thrones: Künstliche Intelligenz schreibt die Bücher weiter. <https://winfuture.mobi/news/99339>. Zuletzt geprüft am 17.05.2018.

## 7 IMPRESSUM

### Herausgeber

Fraunhofer-Allianz Big Data  
[www.bigdata.fraunhofer.de](http://www.bigdata.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS  
Schloss Birlinghoven  
53757 Sankt Augustin  
Telefon: +49 2241 14-2252  
[www.iais.fraunhofer.de](http://www.iais.fraunhofer.de)

### Titelbild

© Rawpixel.com/Fotolia

### Layout und Satz

Svenja Niehues, Fraunhofer-Institut für Intelligente  
Analyse- und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin

© Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin 2018

