

Fortschritte der Künstlichen Intelligenz

1. Die Künstliche Intelligenz als Wissenschaftsdisziplin

Intelligenz wird weithin als Sammelbegriff für die kognitive Leistungsfähigkeit von Menschen verstanden. Der Begriff „Artificial Intelligence“ („*Künstliche Intelligenz*“) wurde von dem US-amerikanischen Informatiker *John McCarthy* geprägt und bezeichnet eine eigenständige Wissenschaftsdisziplin. Als Gründungsereignis für dieses Fachgebiet gilt die im Jahr 1956 am Dartmouth College durchgeführte Konferenz [1]. Zu den Gründungsvätern zählen neben *J. McCharty* auch *M. Minsky*, *C. Shannon*, *A. Turing* u. a.

Das Interesse der Informatiker an der künstlichen Intelligenz entsprang den immanenten Fähigkeiten der Informationsverarbeitung der aufstrebenden Computertechnologie und damit der Faszination der sich abzeichnenden scheinbar unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten.

Die sich rasch stellende Frage, wann ein Programm als intelligent bezeichnet werden kann, versuchte der britische Mathematiker *Allan M. Turing* zu beantworten, indem er einen später nach ihm benannten Test vorschlug [1]: Ein Programm sei dann als intelligent zu bezeichnen, wenn eine über ein Computerterminal mit zwei Kommunikanten verbundene Testperson nicht feststellen könnte, ob es sich bei der Beantwortung von Fragen um ein maschinelles oder lebendiges Gegenüber handelt.

Der Informatik-basierte Zugang zur Künstlichen Intelligenz basiert auf der Implementierbarkeit von Symbolmanipulationen durch Computer. Hier wurden in der Vergangenheit durchaus beachtliche Erfolge erzielt, indem technische Systeme mit Teilaspekten der Künstlichen Intelligenz ausgerüstet wurden, die bis zur Realisierung von Lernaspekten reichen. Der bisherige Höhepunkt der mathematischen Leistungskraft auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz wird durch den Sieg des IBM-Supercomputers *Deep Blue* über den Schachweltmeister *Juri Gasparov* in 6 Partien im Jahr 1997 markiert.

Außer der Informatik befasst sich auch die kognitive Psychologie mit der Künstlichen Intelligenz. Grundlage ist hier die Auffassung des Denkens als Problemlösungsprozess. Dazu werden vorliegende Probleme als Anfangs- und deren Lösung als Zielzustände aufgefasst. Die Lösung besteht hier in der Gestaltung der Zustandsüberführung bei bestehenden Unbestimmtheiten unter Anwendung intelligenter Methoden. Dabei spielt das Zusammenwirken von Gedächtnisleistung und Symbolverarbeitung eine wesentliche Rolle. Die kognitive Psychologie hat wesentlich zum Verständnis intelligenter Fähigkeiten, wie Wahrnehmen, Erkennen, Entscheiden, Lernen u. a. beigetragen.

Auch in der Kybernetik erlangte die Künstliche Intelligenz eine zunehmende Bedeutung. Der Einsatz intelligenter Methoden dient hier der Verbesserung des Verhaltens vorzugsweise technischer Systeme. Waren es in der Anfangszeit eher basale kognitive Fähigkeiten auf der Basis von Vergleichen (Überwachen, Regelung von Prozessen), des formallogischen Schließens (Diskrete Steuerungen), so erweiterte sich das Leistungsvermögen bald auf höherwertige Verhaltensformen, wie Anpassen, Problemlösen und sogar (Verhaltens-)Lernen. Den derzeitigen Höhepunkt bildet die Realisierung autonomen Verhaltens in Gestalt künstlicher Agenten [2]. Die Kybernetik befasst sich ebenfalls mit der Modellierung menschen-ähnlichen Verhaltens, besonders im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Robotern und der autonomen Fahrzeugführung. Dazu seien stellvertretend folgende Beispiele aufgeführt [3]:

- Der selbstständige Flug von Drohnen bzw. die unbemannte Führung von Segeljachten über unbekanntes Gebiet und Wetterlagen zu vorgegebenen Zielpositionen

- Das selbstständige Herausfinden mobiler Objekte aus engen und verwinkelten räumlichen Strukturen
- Das selbstständige Einparken von Automobilen in Parklücken hinreichender Größe
- Das autonome Heranführen und Andocken von Raumtransportern an die Raumstation ISS
- Das autonome Aufsuchen einer Landeposition, kontrollierte Absenken und weiches Aufsetzen eines Fahrzeuges auf dem Mars
- Das autonome Fahren von Automobilen in innerstädtischen Straßenverkehrsnetzen unter Vermeidung von Kollisionen

2. Kritik des Standes der Künstlichen Intelligenz

Obwohl die inzwischen erreichten Leistungen auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz durchaus eindrucksvoll sind, hat die Entwicklung dieses Fachgebiets in letzter Zeit dennoch an Dynamik verloren. Der Hauptgrund dafür mag in der Erkenntnis liegen, dass einzelne kognitive Fähigkeiten zwar für singuläre Einsatzfälle, also problembezogen, durchaus maschinell implementierbar sind, aber die erhaltenen Ergebnisse nicht auf andere Situationen angewendet werden können. Dies liegt auch daran, dass die Inhalte der Informationen nicht wirklich verstanden werden. Dabei leitet sich der Begriff „Intelligenz“ von dem lateinischen *intellegere* ab, was übersetzt „verstehen“ bedeutet [4]. Letztlich bietet erst das Verständnis der Bedeutung von Informationen die Möglichkeit, sich in der Vielfalt und Komplexität der realen Welt zurechtzufinden.

Die Schwierigkeiten der Berücksichtigung der Bedeutung als wichtiger Komponente der Information müssen schon *C. Shannon* bewusst gewesen sein. Er gliederte zwar die Information in mehrere Aspekte einschließlich des semantischen und des pragmatischen Aspektes (Bedeutung bzw. Nutzen von Informationen) auf, schloss aber die Berücksichtigung der zuletzt genannten in seiner Informationstheorie ausdrücklich aus. Selbst einer der Gründungsväter der Künstliche Intelligenz, *M. Minski*, der einst überzeugt war, dass es gelingen würde, Aufgaben, die beim Menschen Intelligenz erfordern, auf künstliche Systeme, insbesondere Computer, zu verlagern, äußerte sich später skeptisch indem er behauptete: „die Idee schlauer Maschinen sei inzwischen hirntot“ [5]. Diese harsche Kritik gilt allerdings inzwischen als widerlegt.

Um kognitive Leistungen ähnlich dem Menschen zu vollbringen, müssen neue Ansätze und Methoden in das Wissenschaftsgebäude der Künstlichen Intelligenz integriert werden. Dazu werden im Folgenden einige wirksame Möglichkeiten vorgestellt.

3. Ausbau der Wissenstechnologie

Die Wissens-basierte Technologie bietet hervorragende Ansatzpunkte für den weiteren Ausbau der Künstlichen Intelligenz. Die dazu nachfolgend dargelegten Ausführungen profitieren von der bekannten Aufgliederung in die Teilsysteme Wissenserfassung, Wissensverarbeitung und Wissensrepräsentation.

Beginnen wir mit der Wissenserfassung, so sind hier mehrere Möglichkeiten der Erlangung von Informationen bzw. Wissen zu unterscheiden. Eine dieser Quellen ist der Mensch selbst, wenn er freiwillig Informationen über sich selbst liefert. Die Einspeisung in das wissensverarbeitende System erfolgt vor allem über Facebook und Twitter unter vorzugsweiser Nutzung von Smartphones als Eingabemedium. Solche Informationen betreffen neben vielen Belanglosigkeiten die Preisgabe persönlicher Fotos (bspw. als sog. Selfies), Mitteilungen über Kontakte, Bedürfnisse, Bewegungen, Vorlieben u. a. m. Wer der Verwendung solcher persönlicher Informationen misstraut, sollte recht sparsam mit solchen Eingaben sein.

Eine weitere Kategorie bewusster Informationseingaben betrifft die Einstellung von Angeboten über Produkte und Dienstleistungen jeglicher Art auf der Basis bild-gestützter Beschreibungen. Eine weitere Kategorie sind Einträge lexikalischen Charakters, die von Experten erstellt und von ihnen unter Verwendung eines speziellen Programmierstils auch eingegeben werden. Erhebliche Mengen weiterer ins Netz gestellter Quellinformationen sind auf allgemeines Interesse gerichtet und betreffen Wetterprognosen, Fahrpläne, Übersichten über Sportergebnisse, Finanzdaten, Angebote von Kulturveranstaltungen und ähnliches.

Eine andersgeartete und außerordentlich ergiebige Informationsquelle ist das verdeckte Abschöpfen von Informationen, die wir mit unserem Verhalten als Spuren hinterlassen haben. In diesem Falle betätigt sich das Internet als Wissenserwerbskomponente. Das Internet ist bekanntlich nicht nur ein gigantischer Informationsspeicher, sondern in ihm tummeln sich u. a. auch geschickt agierende Programme. Dazu gehören auch solche, die das Ausspähen privater Daten ermöglichen, welche in ganz unverdächtigen Handlungen erzeugt wurden. Zu diesen zählen beispielsweise geführte Telefonate, Rechnungen von Tankstellen, Restaurants, Einkäufen in Supermärkten oder auch die Art und Inhalte von Suchanfragen. Eine reichlich sprudelnde Informationsquelle sind ferner die an mittlerweile zahllosen neuralgischen Stellen unserer Städte zur Überwachung aufgestellten Videokameras. Auch die Resultate durchgeführter Informationsverarbeitungsprozesse stellen eine nützliche Informationsquelle dar und werden weitgehend erfasst. All diese Daten werden unbemerkt von uns entnommen und zusammen mit den wissentlich veröffentlichten Informationen einem gigantischen Datenpool zugeführt, der fortlaufend erweitert wird. Am Ende weiß das Informationssystem mehr über uns als wir selbst.

Bei der Wissensverarbeitung finden ganz unterschiedliche Verfahren Anwendung. Ein wesentlicher Teil davon sind Heuristiken, welche insbesondere effektive Suchstrategien oder die Zusammenführung von Teilinformationen aus völlig unterschiedlichen Bereichen ermöglichen. Darüber hinaus finden auch mathematisch-basierte Verfahren Anwendung. Dazu gehören bspw. Verfahren der mathematischen Statistik, welche beispielsweise für die Berechnung von Häufigkeiten oder Wahrscheinlichkeitsvoraussagen benötigt werden. Andere mathematische Verfahren haben ihren Ursprung in technischen Anwendungen, wozu etwa Methoden der Frequenzanalyse oder der Mustererkennung dienen. Weitere Angaben finden sich dazu im folgenden Abschnitt.

Es verbleibt noch ein Blick auf die Wissensrepräsentation. Beim Dialog von Menschen mit dem Internet-basierten Informationssystem dominiert derzeit noch die Darstellung in Symbol- bzw. Schriftform. Die Zukunft gehört allerdings der Kommunikation auf Sprachniveau. Vereinzelt wird es auch eine Steuerung mittels Gesten geben. Der überwiegende Teil der Informationen wird jedoch intern gehandhabt und besitzt dementsprechend die Form von Daten. In Verbindung mit technischen Anwendungen müssen die finalen Daten noch in Handlungen umgesetzt werden, wofür Einrichtungen benötigt werden, die als Aktoren bezeichnet werden.

4. Vertiefte Informationsverarbeitung

Zu den geläufigen Erkenntnissen zählt, dass es kaum möglich ist, komplexe Informationsgeflechte sozusagen „mit einem Blick“ zu durchschauen. Ein Ausweg besteht dann darin, den Sachverhalt in kleinere Informationseinheiten aufzulösen, die dann einzeln analysiert und deren Ergebnisse schrittweise miteinander verknüpft werden [5].

Aus diesem Ansatz lässt sich eine Verarbeitungsstrategie folgender Art ableiten: Der Informationsprozess wird – ausgehend von der auf unterstem Niveau stattfindenden sensorischen Informationserfassung – in eine geeignete Anzahl von Schichten aufgegliedert, in denen jeweils eine spezifische Art der Informationsverarbeitung durchgeführt wird. Dabei werden sehr unterschiedliche Verfahren der Informationsverarbeitung benutzt. Dazu gehören allerlei Heuristiken, welche besonders bei der Suche in Datenbeständen gewaltigen Ausmaßes (Breiten- und Tiefensuche) sowie bei

Vergleichen eingesetzt werden. Eine weitere Anzahl von Methoden basiert auf der symbolischen Informationsverarbeitung unter Einschluss mathematischer Verfahren. Dazu gehören Verfahren der Mustererkennung (pattern recognition), Frequenzanalyse (Fouriertransformation), Methoden des formallogischen Schließens (Verknüpfung von Fakten mittels Operatoren und anschließender Schlussfolgerung), Frage-Antwort-Systeme, der mathematischen Statistik (Häufigkeitsbestimmung, Wahrscheinlichkeitsvoraussage) u. a. m.

Auf jeder Ebene findet zumeist ein Dialog zwischen dem Verarbeitungsmodul und dem Informationsspeicher, insbesondere dem Internet, statt, wobei spezifische Informationen abgerufen und die gewonnenen Ergebnisse wieder zurückübertragen werden. Das Resultat des jeweiligen Verarbeitungsschrittes wird ebenfalls an die darüber liegende Schicht übergeben und dort auf zumeist andere Art weiterverarbeitet. Auf diese Weise entsteht eine hierarchische Struktur von Verarbeitungsebenen.

Der Verarbeitungsprozess startet jeweils von unten nach oben (*Bottom up*). Auf diese Weise wird aus Rohdaten schrittweise die gewünschte Zielinformation ermittelt. Das Resultat wird dann einer Bewertung entweder durch eine externe Instanz unterzogen oder in Form einer Realisierung auf Tauglichkeit überprüft. Bei positiver Einschätzung wird eine in geeigneter Form repräsentierte Belohnung vergeben und die ermittelten Eingangs-Ausgangszuweisungen als erfolgreich abgespeichert. Schließlich sollen erlangte Einschätzungen im System verbleiben und somit deren weitere Nutzung möglich sein. Auf diese Weise erwerben die Informationsprozesse ein verteiltes Lernverhalten, was in der Literatur als *Deep Learning* bezeichnet wird [5].

Zur Vermittlung einer Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Art von Informationsverarbeitung soll folgendes einfache Beispiel angegeben werden, welches auf der Auswertung menschlicher Stimmen beruht. Auf der untersten Ebene erfolgt sensorische Erfassung der Stimme per Mikrofon, die ein Frequenzgemisch liefert. Diese Aufnahme wird zunächst unter Anwendung mathematischer Verfahren der Nachrichtentechnik analysiert. Anhand des Vergleichs des erhaltenen Frequenzspektrums mit im Internet vorhandenen Spektren ähnlicher Art werden evtl. bereits erste Hinweise auf den Typ oder die Person des Sprechers bzw. der Sprecherin erhalten. Die Auswertung auf den nächsten Stufen unter Anwendungen von Methoden der Linguistik liefert dann aufeinanderfolgend die enthaltenen Phoneme, Silben, Wörter und Sätze. Weitere Auswertungen lassen dann schrittweise den Informationsgehalt und damit auch die Bedeutung der Sprachnachricht erkennen. Daran können sich dann ggf. weitere Verarbeitungsschritte anschließen, welche die Führung eines Sprachdialogs mit dem Computer oder die Übersetzung gesprochener Texte in Echtzeit ermöglichen.

5. Informationsverarbeitung auf der Basis der Inhaltsbedeutung

Bei der menschlichen Informationsverarbeitung spielt die *Bedeutung*, also Semantik der Informationen eine zentrale Rolle. Diese ist mit der Verwendung von *Begriffen* verbunden. Darunter versteht man symbolische Ausdrücke auf der Basis einer natürlichen Sprache oder auch anderer Codes. Begriffe verweisen dann auf die Bedeutung einer Information für uns. Die begrifflich gefasste Bedeutung einer Information ermöglicht uns, eine bildlich, sprachlich oder auf andere Art beschriebene Sachlage blitzschnell zu erkennen und darauf zu reagieren. Somit handelt es sich um eine sehr effiziente Methode der Informationsbewältigung.

Dieser Methode möchte man sich auch bei der intelligenten Informationsverarbeitung in künstlichen Systemen bedienen. Die sprachlich gefasste Bedeutung wird dort zumeist durch einen Code ersetzt. Die Bedeutungs-basierte Informationsverarbeitung verlangt das Vorhandensein eines riesigen Datenpools, in dem eine Unmenge an Tupeln, bestehend aus Informationsrepräsentationen und zugehörigen Begriffs-orientierten Codes, abgespeichert sind. Die Anreicherung dieses Pools mit solchen Tupeln verlangt eine umfangreiche Begriffserfassung zumeist unter Mitwirkung des Menschen, der wir hier nicht näher nachgehen möchten.

Eine umfassende Darlegung der Informationsverarbeitung auf der Basis von Begriffen in Verbindung mit dem Einsatz der vorstehend erläuterten Konzepte der Wissensverarbeitung und der vertieften schrittweisen Auswertung und gestützt auf den gigantischen Datenschatz des Internets ist kaum möglich. Stattdessen beschränken wir uns hier auf eine grobe Erläuterung der Funktionsweise anhand verschiedener auftretender Szenarien. Die Ausführungen werden wir durch ein begleitendes Beispiel unterstützen, wobei es sich um die Auswertung eines Fotos handeln soll.

Bei Vorlage eines Bildes werden von dem intelligenten System zunächst äußerst leistungsfähige Suchalgorithmen zum Einsatz gebracht, die den gewaltigen Datenpool des Internets nach einem möglichst gleichen oder doch zumindest ähnlichen Vergleichsobjekt durchforsten. Wurde ein Treffer mit hoher Übereinstimmung gelandet, so ist die Aufgabe bereits im ersten Schritt gelöst. Bei mehreren ähnlichen Informationsobjekten schließt sich noch eine Wahrscheinlichkeitsanalyse an, auf deren Grundlage eine Auswahlentscheidung getroffen wird.

Komplizierter wird es, wenn die anstehende Aufgabe nicht auf diese Weise gelöst werden kann. Das ist etwa der Fall, wenn das Internet noch nicht über genügend Einträge zur vereinfachten Erkennung beliebiger Fotos verfügt oder es sich beim Bildinhalt um etwas völlig Neuartiges handelt. In solchen Fällen wird von vergleichender Suche auf schrittweise Analyse umgeschaltet. Im Extremfall beginnt die Auswertung des Fotos ganz unten auf der sensorischen Ebene. Dabei kommen Methoden der Mustererkennung zum Einsatz. Anschließend wird im Netz recherchiert, ob die im Ergebnis der Analyse erhaltenen Merkmale bzw. Merkmalskombinationen nicht irgendwo in gleicher oder ähnlicher Art abgespeichert vorliegen. Falls kein Pendant gefunden wurde, muss die schrittweise Analyse fortgesetzt werden, wobei schon erkannte Teilaspekte miteinander verknüpft und in die weitere Auswertung einbezogen werden. Die jeweils erhaltenen Teilergebnisse werden auch dem Netz zugeführt und dort abgespeichert. Solange die schrittweise Analyse fortgesetzt werden muss, wird das zuletzt erhaltene Ergebnis an die Folgeschicht übertragen und dort weiterverarbeitet. Dieses Verfahren wird solange fortgeführt, bis das gesuchte Resultat auf dem einen oder anderen Weg erreicht wurde. Das Resultat der maschinellen Erkennung kann gelegentlich auch falsch sein. In diesem Fall erfolgt keine Übertragung in den Globalspeicher. Richtige Ergebnisse werden zumeist noch zusätzlich belohnt und erlangen somit ein verstärktes Gewicht.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass die auf jeder Lösungsebene verwendeten und zumeist spezialisierten Prozeduren zur Informationsauswertung mit dem Globalspeicher des Internets in wechselseitigen Dialog stehen, wobei dieser gigantische Datenspeicher auch mit den auf jeder Ebene erhaltenen Zwischeninformationen versorgt wird. Dies ermöglicht eine mit zunehmendem Informationsgehalt des Speichers immer effektivere Datenauswertung, sodass bei ähnlich gelagerten Anfragen an das System sich auch der Erkennungsprozess immer mehr verkürzt. Auf diese Weise erhöht sich zunehmend die Wahrscheinlichkeit, dass das gewünschte Resultat in immer weniger Zügen erreicht wird. Man kann dies auch so deuten, dass sich das Intelligente System in der realen Welt immer besser zurecht findet. Ende wird das Intelligente technische Systeme in der Lage sein, auf viele Anfragen sofort die entsprechend Bedeutung zuzuweisen. Damit werden vergleichbare kognitive Leistungen des Menschen erreicht, welcher beispielsweise beim Blick auf ein vorgelegtes Foto sofort in der Lage ist, dessen Bedeutung zu verstehen, falls er früher schon einmal mit einem ähnlichen Szenario konfrontiert war.

6. Informationsnutzung

Wir beleuchten noch kurz einige Verwertungsmöglichkeiten des im Internet gespeicherten Datenbestandes von immenser Größe und befassen uns demnach mit dem *pragmatischen* Informationsaspekt. Dazu ist darauf zu verweisen, dass die Nutzung dieses Schatzes recht vielfältig ist und sehr unterschiedlichen Interessen dient.

Manch einem genügt es, sich einfach nur im Internet darzustellen oder mit Gleichgesinnten zu kommunizieren. Dabei kann es allerdings von anderer Seite Versuche geben, diese Informationen zu nutzen, um Persönliches in das Licht der Öffentlichkeit zu stellen oder gar Verleumdungen in Umlauf zu bringen, um den Ruf von Personen zu schädigen.

Die meisten Nutzer aber wollen jedoch nur von den reichlich angebotenen Internetdiensten profitieren. Sie möchten Auskünfte zu allgemein interessierenden Sachgebieten erhalten, lexikalisches Wissen erlangen, finanzielle Transaktionen vornehmen, sich über Reisen bzw. kulturelle Veranstaltungen informieren und anderes mehr. Andere Personen hingegen wünschen sich Informationen zu Angeboten bestimmter Produkte oder Dienstleistungen und möchten evtl. sogar Bestellungen aufgeben. Damit sind nur die Hauptnutzungsmöglichkeiten des Internets durch Personen genannt. Das hier Wesentliche besteht darin, dass der Gebrauch willentlich erfolgt und einem als nützlich empfundenen Zweck dient.

Solche Einzelpersonen oder Gruppen sind jedoch nicht die einzigen Internetnutzer. Dort tummeln sich inzwischen auch verschiedene Internetfirmen. Diese haben Programme ins Netz gestellt, die den gigantischen Informationspool für ihre eigenen Interessen ausnutzen, um am Ende damit Geld zu verdienen. Diese Programme liefern dann aggregierte Informationen, also spezielles Wissen, das gewünschte Aussagen enthält.

So können beispielsweise aus der Analyse der über Facebook-Likes oder Twitter erlangten Daten von Personen wichtige Hinweise über die betreffenden Persönlichkeiten und deren Beziehungen erlangt werden, aus unseren Tankstellenbesuchen Schlüsse auf unser Mobilitätsverhalten gezogen werden. Aus den Abrechnungen im Supermarkt oder von Internetkäufen können wiederum Auskünfte über unsere Kaufgewohnheiten, Produktpräferenzen sowie Familiengröße erhalten werden. Selbst aus den Suchanfragen, Apothekenbesuchen oder Transaktionen lassen sich Schlüsse über unser Verhalten, unsere Interessen, Gewohnheiten und Bedürfnisse ziehen. Dabei können ganze Profile über Personen mit all ihren Eigenschaften und Gewohnheiten erstellt werden.

Eine andere Art von Internetfirmen betreibt einen schwunghaften Handel mit aus dem Internet ausgesiebten Adressen und sonstigen Informationen über Personen, Produkte und Firmen. Weitere Internetfirmen betätigen sich damit, uns mit häufig unerwünschten Werbebotschaften zu überschütten und damit zu Käufen zu veranlassen. Am Ende geht die Absicht dahin, unser Verbraucherverhalten zu beeinflussen. Eine weitere Gruppe von Interessenten, wie Versicherungen, Banken und Personalagenturen, sind bestrebt, aus dem Internet Kenntnisse über den Gesundheitsstatus oder die Bonität von Personen oder deren Eignung für bestimmte Jobs zu erlangen. Polizei und Geheimdienste wiederum möchten via Internet verdeckte Ermittlungen durchführen und dazu ausgewählte Personen identifizieren, Bewegungen verfolgen sowie die Wahrscheinlichkeit terroristischer Aktivitäten bestimmen.

Wie ersichtlich, hat die Verwertung des im Internet enthaltenen überreichen Informationsangebots neben vielem Nützlichem auch seine dunkle Seite.

7. Ausblick

Betrachtet man das Vorstehende gesamtheitlich, so wird deutlich, dass beim Ausbau der Künstlichen Intelligenz deutliche Fortschritte erreicht wurden. Insbesondere ist man dem Verständnis vorliegender Sachlagen – oder allgemeiner: der uns umgebenden Welt – ein ganzes Stück näher gekommen. Zu den gegenwärtig heißen Themen der Künstlichen Intelligenz mit unterschiedlichem Bearbeitungsstand zählen u. a.:

- Das maschinelle Verstehen von Sprachinhalten und Schrift
- Das auf Verständnis beruhende Führen von Dialogen über beliebige Themen
- Das Erlernen einer Laut- bzw. Schriftsprache

- Die Übersetzung einer freien Rede in eine Fremdsprache in Echtzeit
- Das Erkennen und Zurechtfinden in neuen Umgebungen bzw. Situationen
- Die Vorausschau auf mögliche Entwicklungen von Sachlagen und Empfehlung und ggf. auch Ausführung angemessener Gegenmaßnahmen
- Das autonome Ausführen mehrstufiger Prozesse (bspw. das auftragsinitiierte Suchen des jeweils nächstliegenden freien Car-Sharing-Fahrzeuges und dessen anschließendes autonomes Fahren innerhalb des Straßennetzes bis zum Auftraggeber bzw. nach Erledigung des Fahrauftrages dessen selbstständige Rückkehr zu einer Parkposition)

Auch die Lösung solcher Probleme mit den neuesten Methoden der Künstlichen Intelligenz wird nur einen Teil der Leistungsfähigkeit menschlicher Intelligenz abdecken. Zu den derzeit noch nicht realisierbaren intellektuellen Fähigkeiten gehört insbesondere das *Denken*. Um die damit zusammenhängenden Anforderungen zu verdeutlichen, sei das menschliche Denkvermögen hier etwas eingehender betrachtet. Denken wird als eine innere Beschäftigung mit Vorstellungen, Erinnerungen und Begriffen zum Zweck eines Erkenntnisgewinns verstanden [6]. Das Denken beim Menschen wird in verschiedene Formen untergliedert. Man unterscheidet zwischen bewusstem, unbewusstem und vorbewusstem Denken. Dem bewussten Denken liegt eine bestimmte Absicht zugrunde, die nachfolgend zur Ausführung eines kontrollierten Denkprozesses führt. Dieser Art des Denkens könnten evtl. noch gewisse Chancen bezüglich einer zukünftigen Implementierung in ausgewählten Bereichen eingeräumt werden. Ein wesentlicher Teil menschlicher Denkprozesse wird jedoch von innen heraus angeregt, erfolgt oft absichtslos und auch spontan. Solchem Denken liegt zumeist eine Idee oder auch Erinnerung zugrunde. Die Denkvorgänge sind hier weitgehend der freien Phantasie überlassen und führen nicht selten zu neuen Ideen und manchmal auch zu Erfindungen. Sie sind auch Voraussetzung für die Entfaltung von Kreativität. Es gibt noch den Fall der Anregung spontaner Denkvorgänge durch äußere Stimulanzen. Hierbei kann es sich um bestimmte Sinneseindrücke, die Begegnung mit einer Person oder das Vorfinden einer eindrucksvollen Landschaft oder eines Naturschauspiels handeln. Zum Wesen des Menschen gehört auch, dass er seine Aktivitäten, gedanklich vorbereitet und auch nachverarbeitet. Es ist schwer vorstellbar, dass selbst hochintelligente Maschinen eines Tages zu solchen Leistungen fähig sein werden.

Noch schwieriger erscheint es, technischen Systemen eines Tages beizubringen, *Gefühle* zu entwickeln und diese auch in irgendeiner Form zu äußern. Die Bandbreite der Empfindungen bzw. Gefühlswelt ist beim Menschen recht weit gespannt und reicht von Euphorie, Freude, Mitgefühl bis zum (Mit-)Leiden und der Trauer. Gefühle resultieren sowohl aus eigenem Empfinden als auch der Fähigkeit, sich in andere Wesen hineinzuversetzen und an deren Gefühlswelt teilzuhaben.

Es stellt sich die Frage, ob Gefühle überhaupt einen Platz in der technischen Welt haben sollten. Diese Frage ist man zunächst geneigt zu bejahen, wenn man an die kleinen kuscheligen Robotertierchen denkt, die in Japan bei der Betreuung älterer und kranker Menschen zum Einsatz kommen. Werden diese offensichtlich künstlichen Wesen gestreichelt oder gefüttert, erlangt deren Gesicht einen freudigen Ausdruck, werden glückliche Laute abgegeben und wird mit dem Schwanz gewedelt. Auch in den USA (am Georgia Institute of Technology) wurde ebenfalls ein sozialer Roboter namens *Curi* entwickelt, welcher in diesem Fall humanoide Züge trägt [5]. Dieses Wesen soll bereits 2015 in den Handel kommen und für 1.600 € erwerbbar sein. Dem Zusammenwirken von älteren Personen mit solch künstlichen Wesen werden durchaus positive Wirkungen bescheinigt. Nur sind die bisher bekannten Wesen dieser Art eben nicht von echten Gefühlen beseelt, sondern diese werden nur vorgetäuscht. Das vermeintlich gefühlvolle Verhalten wird hier durch simple festprogrammierte Sequenzen bestimmt, die bei körperlichen Berührungen der künstlichen Wesen ausgelöst werden.

Dennoch verweist der hier betrachtete Einsatzfall auf ein Gebiet von größerer Bedeutung. Überall dort, wo Menschen und künstliche Wesen, insbesondere Roboter, dauerhaft zusammenwirken, ließe sich viel von der zwischen ihnen liegenden Distanz nehmen, wenn der technische Part über Elemente des Gefühls – seien diese echt oder auch nur vorgespiegelt – verfügte, weil diese Partner „menschlicher“ erscheinen ließe. Bei allen übrigen Einsatzfeldern intelligenter technischer Systeme schätzt man

hingegen gerade deren von inneren Schwankungen, wie übrigens auch von Streiks und Krankheiten freies Verhalten, sodass eine Einbeziehung von Gefühlen dort keinen Sinn macht.

Am Ende unserer Betrachtungen wagen wir noch einen Blick in die weitere Zukunft der Künstlichen Intelligenz. Ausgehend von der derzeitigen Situation, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die für das Zusammenwirken von Menschen und intelligenten künstlichen Systemen Aktivität weitestgehend vom Menschen ausgeht, ist wohl zu erwarten, dass die Initiative in Zukunft auch die Richtung wechselt. Eine weitere Stufe wäre, wenn intelligente Systeme auch untereinander in Beziehungen treten würden. Ggf. könnten sogar *Gemeinschaften* intelligenter Systeme rein technischer Art gebildet werden, in denen solche Wesen auf verschiedene Weise zusammenwirken. Mögliche Formen wären Beziehungen kooperativer oder konfrontativer Art. Die erstgenannte Verhaltensform dient dem Erhalt der Gemeinschaften und ermöglicht die gemeinschaftliche Lösung von Aufgaben bzw. Problembewältigung. Unbewältigtes konfrontatives Verhalten führt hingegen zum Crash und im schlimmsten Fall zum Krieg mit all seinen Folgen. Man kann nur hoffen, dass solche Szenarien niemals eintreten. Eine andere Entwicklungsrichtung könnte auch zur Selbstreproduktion künstlicher intelligenter Wesen führen. Sollte dies je möglich sein, müsste der Mensch womöglich fürchten, seine führende Rolle zu verlieren.

In welche Richtung sich auch immer die künstlichen Systeme mit hochgradiger Intelligenz künftig entwickeln werden – es wird auf jeden Fall spannend sein.

Literaturverzeichnis

- [1] Künstliche Intelligenz – Lexikon der Neurowissenschaft. see: <http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/kuenstliche-intelligenz>
- [2] Weller, W.: Künstliche Agenten – eine Technologie mit großem Zukunftspotenzial. Copyright ISBN 978-3-8442-5487-0 see: www.epubli.de
- [3] Weller, W.: Automatisierungstechnik im Wandel der Zeit. Copyright Wolfgang Weller, ISBN 978-3-8442-5487-7 see: www.epubli.de
- [4] Intelligenz. see: <http://wikipedia.org/wiki/Intelligenz>
- [5] Schwägerl, Chr., Müller, M.: Im Fokus der Forschung – Künstliche Intelligenz. GEO 111, 03/2015, S. 109-127
- [6] Denken. see: <http://wikipedia.org/wiki/Denken>