

# Der Weg in die Zukunft und wer auf der Strecke bleibt

Ausarbeitung zum Vortrag „Assistenz- und Wissensdienste für die intelligente Produktion“ gehalten am 1.03.2018 im Rahmen des Seminars „Intelligente Lehr- und Lernsysteme“ von Bernadeta Chisarau

## Einführung

„Guys, we have a problem“. Das waren die einleitenden Worte von Olivier Scalabre, der 2016 im Rahmen eines TedTalks<sup>1</sup> zum Thema „The next manufacturing revolution is here“ sein Publikum auf die Dringlichkeit einer großen Innovation in der Industrie hinweist. Diese Innovation sollte die sogenannte *Industrie 4.0* sein. Die definierenden Komponenten dieses Begriffs sind noch nicht vollends Realität geworden, Industrie 4.0 als Konzept beschreibt Bruchteile einer noch kommenden Realität, dessen integraler Bestandteil die sogenannten Assistenz- und Wissensdienste sind, die Thema dieses Artikels sind.

Scalabre spricht von der stagnierenden Wirtschaftsleistung auf globaler Ebene in den letzten 50 Jahren und darüber, dass dies zu einer Verknappung der Ressourcen führt, was wiederum soziale Konflikte in sich birgt. Er führt sein Publikum durch einen Exkurs in die Industriegeschichte und macht darauf aufmerksam, dass die Wirtschaft immer nach einer industriellen Revolution angekurbelt wurde, was ein Mehr an Wohlstand und Wachstum gebracht hätte. Er stellt eine Art Turnus der vorhergegangenen industriellen Revolutionen fest, die in einem Abstand von ca. 50-60 Jahren stattgefunden haben: 1850 getriggert von der Erfindung der Dampfmaschine, um die Jahrhundertwende zum 20. Jh. von der Einführung der Massenproduktion und gegen Mitte des Jahrhunderts von der ersten Automatisierungswelle. Er erklärt verschiedene bisher erprobte Konzepte zur Steigerung der Produktivität entweder von vornherein als gescheitert oder dazu verdammt, nicht auf lange Zeit das erwünschte Ergebnis zu erzielen (bspw. Verlagerung der Produktionsstätte an Orten, wo die Arbeitskraft billiger ist, habe nur so lange funktioniert, bis dieselbe Arbeitskraft dann auch teurer wurde). Nun wären wir aufgrund dieser Notwendigkeit, die der Steigerung der Produktivität, an einen Punkt gekommen, der das Potential einer neuen industriellen Revolution in sich trägt, mit all ihren weitreichenden und nachhaltigen Folgen sowohl für die Arbeitswelt an sich und ihre Mechanismen der Wertschöpfung, als auch für die Organisation der Arbeit und den einzelnen Menschen involviert in der Arbeitsproduktion. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den

---

1 Scalabre O. (2016). Next manufacturing revolution is here. Vortrag. Aufgenommen Mai 2016 von TED@BCG Paris

Mechanismen der Wertschöpfung und genauer, auf Hilfestellung in der Bedienung von hochkomplexen durchtechnologisierten Maschinen im Zeitalter von Industrie 4.0.

## Assistenz- und Wissensdienste in der Industrie

Fellmann stellt ein Framework zur Klassifizierung der bisher bestehenden Assistenz- und Wissensdienste in der Industrie auf, um eine Übersicht zu schaffen der bereits bestehenden Projekte und dadurch das Auffinden von möglichen Lücken und Verbesserungspotenzialen leichter zu machen<sup>2</sup>. Er beschreibt vier Hauptkategorien, nach denen ein Assistenzdienst, der in der Produktionsarbeit eingesetzt wird, beschrieben werden kann: das Akquirieren und die Repräsentation von Daten, gesammelt unter dem Stichwort *Information*, die Gesamtheit aller Aspekte des Systems, die sich auf data-driven Vorhersagen und die damit verbundenen Entscheidungen der Maschine beziehen, zusammengefasst als *Intelligenz*, alle Mensch-Maschine-Interaktion-bezogenen Aspekte, genannt *Interaktion* und sonstige system-spezifische Eigenschaften unter dem Namen *System-Charakteristika*. Die detaillierte Unterteilung dieser Kategorien ist in unten stehender Figur 1 zu sehen:

Figur 1

Information				
Generation		Presentation		
Manual		Basic		
Partly automated		Intermediate		
Automated		Complex		

  

Intelligence		
State detection	Context Sensitivity	Learning Aptitude
No	No	No
Tools	Task	Yes
Machine / Product	Environment	
User	User	

  

Interaction				
Control	User Involvement	Input	Output	Extent of Immersion
Human	Low	Traditional	Visual	None
Cooperation	Middle		Haptic / Tactile	Augmented Reality
Machine	High	Modern	Acoustic	Virtual Reality

  

System Characteristics		
Transportability	Robustness	Technology Readiness Level
Stationary	Low	Low (1-3)
Restricted	Middle	Middle (4-6)
Unrestricted	High	High (7-9)

Um das Framework zu verdeutlichen, werden daran zwei existierende Assistenzdienste der Industriebranche erklärt: PluTO (2014) und IWA (2017). Die *Portable Lern- und Wissensplattform zum Transfer episodischen Wissens* (PluTo) wurde 2014 vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und der damit verbundenen Herausforderungen für den Wissenstransfer an die neue Generation initiiert. Das Wissen wird direkt in den Werkhallen des Industriepartners aufgenommen, indem Bilder, Videos oder Audio-Beiträge direkt von

<sup>2</sup> Fellmann M., (2017). Towards a framework for assistance systems to support work processes in Smart Factories.

(erfahrenen) Mitarbeitern aufgenommen werden. Diese werden dann automatisch analysiert und in das Wissensmodell gespeichert: Text-Inhalte werden mit Hilfe von Texterkennung nach Fachbegriffen analysiert und in das Wissensmodell integriert, Audio-Inhalte werden mit Hilfe von Spracherkennung transkribiert und ebenso analysiert. Aus den aufgenommenen Bildern werden Feature Descriptoren (Algorithm, der ein Bild als Input bekommt und ein Feature Descriptor als Output ausgibt, also interessante Information über ein Bild in numerischer Form speichert). Aus den Feature Descriptoren wird die sogenannte „intelligente“ Live-Suche ermöglicht: zu einem live aufgenommenen Bild kann ein Referenzbild und die zugehörige Information gefunden werden. Aus den aufgenommenen Videos wird die Tonspur extrahiert und transkribiert und das Video wird im Repository anhand der aus der Tonspur extrahierten Fachbegriffe in das Wissensmodell integriert. Da das Akquirieren von Daten in diesem Fall manuell aber das Integrieren in das Wissensmodell automatisch erfolgt, nennen wir die Informationsaufnahme *halb-automatisch*. Die Präsentation der unterstützenden Wissensinhalte wird als *mittel* klassifiziert, da sie über einfache Graphiken und Signaltöne hinausgeht, aber nicht die Komplexität eines beispielsweise durch Projektionen erreichten Grades aufweist. In der Kategorie Intelligenz verfügt das System weder über die Fähigkeit *Zustände zu erkennen* (Fähigkeit des Systems Daten über den aktuellen Zustand von Tools, dem User, der Maschinen oder Produkte zu sammeln), noch über die Eigenschaft der *Kontextsensitivität* (inwiefern das System von Task, Umgebung oder User in seinen Entscheidungen beeinflusst wird). Es verfügt über *Lernpotenzial* insofern, dass das Spracherkennungstool mit der Zeit immer präziser wird und sein Fachvokabular erweitert. In der Kategorie Interaktion zeichnet sich PLuTO durch eine *kooperative* Kontrolle (Befehle und Aufgaben können sowohl vom Mensch als auch von der Maschine initiiert werden), eine hohe *Nutzerbeteiligung* (Nutzer muss aktiv ein Unterstützungsdienst anfordern, ehe das System zur Hilfe kommt), fehlende *Realitätstäuschung* (kein Einsatz von virtual oder augmented reality) und moderne *Inputmöglichkeiten* (Spracherkennung), sowie audio-visuellen *Output*. Bei sonstigen Charakteristika weist PLuTO hohe *Robustheit*, *Einsatzbarkeit* und *Portabilität*.

Im Falle des Projekts *Intelligent Worker Assistance* von 2017, geht es um ein intelligentes System für die stationäre Unterstützung von Montage-Aufgaben mit Hilfe von auf Projektionen basierende augmented reality und hand-tracking Mechanismen. Dabei werden falsche Bewegungsabläufe einer Montageaufgabe durch eine an der Decke montierten Kamera erkannt und die richtige Anweisung wird dem Mitarbeiter direkt an der Arbeitsstation

durch eine Projektion vorgeschlagen. Das System passt dabei automatisch seine Anleitungen an die aktuellen Arbeitssituation an. Dieses System unterscheidet sich vom vorherig besprochenen in folgenden Hinsichten: die Präsentation der Wissensinhalte wird hier *komplex* eingestuft, das System kann Daten über den aktuellen Zustand von Tools, Maschine und User sammeln, insofern, dass es die aktuelle Arbeitsumgebung, den Zustand der Maschine, sowie die Bewegungsabläufe des Users erkennt. Es reagiert auf Änderungen, die vom User ausgehen und auf eine möglicherweise falsch eingeordneten Task-Sequenz. Es verfügt über keinerlei Lernfähigkeiten, über eine niedrige Nutzerbeteiligung, da der Informationsabruf ausschließlich vom System initiiert wird, eine Realitätstäuschung mit Hilfe von augmented reality, moderne Inputmöglichkeiten und visuellen Output. Desweiteren ist das System nicht portabel und hat eine mittlere Robustheit und Einsetzbarkeit.

Was den allgemeinen Aufbau betrifft, ist das klassische design pattern einer auf künstliche Intelligenz basierten anpassungsfähigen Lernumgebung aus drei Modellen gebildet<sup>3</sup>: das Domain-Modell, wo allgemeine System-relevante Informationen gespeichert werden, das Lernenden-Modell, wo der Wissensstand des Lernenden und seine Fortschritte verzeichnet werden und das Pädagogische Modell, wo die Regeln gespeichert werden, nach denen das System nutzer- und kontextspezifische Inhalte selektiert und portioniert anhand folgender Kriterien: der Position des Angestellten, seiner Arbeits- und Lern-Historie und seines aktuellen Zustands. Bei Zustand unterscheidet man in der Produktionsarbeit zwischen der *main activity* und der *secondary-activity*: während der main activity unterstützt der Assistenzdienst den Nutzer in Ausführung seiner Tätigkeit, die die Produktion am Laufenden hält (Nutzer ist involviert in einer für die Produktion notwendigen Tätigkeit). Während der secondary activity hingegen werden auch Inhalte bereitgestellt, die den individuellen Entwicklungszielen des einzelnen Mitarbeiters entsprechen (Nutzer ist involviert in eine für die Produktion nicht unmittelbar notwendigen Tätigkeit, wie z.B. Putzen). System-Daten und nutzerspezifische Informationen werden aus datenschutzrechtlichen Gründen getrennt gespeichert, sodass das System für jede einzelne Information und nur im Falle des Eintretens eines entsprechenden Ereignisses, das Nutzer-Modell abfragt. An einem Beispiel soll die Trennung zwischen Domain-Modell und Lernenden-Modell verdeutlicht werden: die Information zu welcher Arbeitsstation der Mitarbeiter angehört, muss aus dem Lernenden-Modell abgefragt werden

---

3 Ullrich C, (2016). Rules for adaptive learning and assistance on the shop floor, 13th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, pp. 263.

und sobald das System diese Information hat, wird das Domain-Modell nach den Stationen, die zu der entsprechenden Arbeitsstation angehören, abgefragt.

## **Herausforderungen, Zukunftsvisionen**

Zu jedem der zwei vorgestellten Projekte ergaben sich sowohl projektspezifische Herausforderungen, als auch welche allgemeiner Art, die mit der Einführung von intelligenten Assistenz- und Wissensdiensten einhergehen und noch nicht vollständig vorherzusagen sind. Zu den projektspezifischen Herausforderungen im PluTO-Projekt gehörten eine unvollständige Dokumentation, Informationen, die über mehrere Systeme verteilt waren und Lärm in den Werkhallen. Zu denen im IWA-Projekt gehört die Gefahr der falschen Einordnung von Bewegungsabläufen von der Maschine und die Folgen, die die Befolgung einer falschen Anweisung für die Produktionsstätte haben könnte. Allgemeine Herausforderungen beziehen sich vor allem auf das oft vorkommende Misstrauen von Seiten der Leitung und der Arbeiter bezüglich der Einsetzung neuer Technologien, aber auch die Themen Datenschutz und Überwachung, sowie auch Herausforderungen im Bereich Arbeitsorganisation und kognitive Belastung der Menschen, die im Produktionsprozess involviert sind. Eine systematische Schilderung der damit verbundenen potentiellen Folgen hat Hirsch-Kreinsen vorgenommen in einem Artikel aus dem Jahr 2014.<sup>4</sup> Er stellt vier Dimensionen des Wandels der Produktionsarbeit auf. Erstens werden sich die notwendigen Qualifikationen für die Produktionsarbeit ändern: einfache Tätigkeiten sollen nach und nach von Maschinen abgelöst werden und aufgrund von zunehmender Individualisierung und verkürzten Lebenszeiten von Produkten soll auch immer mehr Flexibilität und Know-How von den einzelnen Mitarbeiter gefordert werden. Zweitens soll es künftig zumindest teilweise eine Dezentralisierung und ein Abbau von Hierarchien stattfinden, die bis hin zu selbstorganisierten Arbeitskollektiven reichen könnte. Drittens wird im Zuge der immer komplexer werdenden technischer Systeme die Frage nach der Verantwortung im Falle von Fehlern mehr in den Vordergrund rücken: Wer kontrolliert die Maschinen, wenn deren Funktionsweise kaum noch vom menschlichen Verstand kontrolliert werden kann? Damit auch verbunden ist das von Linblom aufgeworfenes Problem der kognitiven Belastung der Mitarbeiter, das unhaltbar auftreten wird und so früh wie möglich bei der Planung der Produktionsstätte schon mit berücksichtigt werden muss. Ein letzter von Hirsch-Kreinsen

---

<sup>4</sup> Hirsch-Kreinsen H. , (2014). Wandel von Produktionsarbeit – “Industrie 4.0”. Soziologisches Arbeitspapier 38, Technische Universität Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Dortmund, pp. 421-429.

hervorgehobener Aspekt ist das Kontroll- und Überwachungspotential der neuen Technologien und die damit verbundene datenschutzrechtliche Problematik. Im IWA-Projekt beispielsweise kann, dadurch dass die Kamera nicht nur die Bewegungen des Users aufzeichnet, sondern auch seine Umgebung und die einzelnen Tools, der Arbeitsablauf Schritt für Schritt überwacht und kontrolliert werden.

Dass die Einführung von intelligenten Assistenz- und Wissensdiensten für die Steigerung von Produktivität ein enormes Potential in sich birgt ist unumstritten, wo sich das alles noch hin entwickelt allerdings nicht und bleibt noch zu sehen.