

Automatisierung auf dem Vormarsch – warum der Mensch dennoch benötigt wird

von Wolfgang Weller

1. Entwicklung der klassischen Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik befasst sich mit der selbsttätigen Führung von Vorgängen und Abläufen (Prozessen) jeglicher Art durch den Einsatz technischer Mittel. Sie übernimmt dabei u. a. Aufgaben, die bisher dem Menschen vorbehalten waren. Diese Prozessführung bzw. -steuerung dient der Erreichung bzw. Aufrechterhaltung vorgegebener *Ziele* trotz bestehender Einwirkungen aus der Umgebung. Die Art der Ziele kann außerordentlich vielfältig sein. Neben der Aufrechterhaltung von Prozesszuständen kann es sich auch um die Realisierung von Abläufen mehrstufiger Waschprozesse, die Einhaltung vorgegebener Bahnen von Flugzeugen oder die Ausführung programmierter Bewegungen und Handlungen von Robotern handeln – um nur ganz wenige Beispiele zu nennen.

Zu den wohl frühesten gesteuerten Prozessen gehört wohl das Aufrechterhalten des Feuers – seinerzeit unter der Obhut des steinzeitlichen Menschen. Die Zielstellung bestand in der Erhaltung eines Prozesszustandes, der genügend Wärme verbreitet. Heutzutage wird die Unterhaltung des Feuers einer automatisierten Heizung anvertraut, welche ohne menschliches Zutun für eine gleichmäßige Wärme in unserer Wohnung bei allen Wetterlagen sorgt. Diese Aufgabe übernimmt eine selbsttätig wirkende technische Einrichtung, die man einen Automaten bzw. genauer, einen automatischen Regler nennt. Die Funktion dieser Komponente umfasst die fortlaufende Messung der aktuellen Raumtemperatur, den Vergleich mit einem zuvor eingestellten Sollwert sowie die Ausführung korrigierender Eingriffe in die Brennstoffzufuhr der Gas- oder Ölheizung bei Feststellung von Abweichungen.

Die Automatisierung begann etwa Mitte des vorigen Jahrhunderts ihren Siegeszug mit der selbständigen Führung industrieller Prozesse [1]. Dazu gehören einerseits die verfahrenstechnischen Prozesse insbesondere auf den Gebieten des Energiewesens, der Metallurgie, Chemie, Pharmazie und später auch der Landwirtschaft und Biotechnologie. Die Automatisierungstechnik hielt ebenfalls Einzug in die Fertigungsprozesse, zu denen insbesondere der Maschinenbau, die Automobilfertigung sowie eine Vielzahl anderer Produktionsprozesse zählen. Ein spezielles Automatisierungsobjekt sind die Roboter, welche sowohl als stationäre wie auch mobile künstliche Wesen vielerlei Gestalt annehmen können. Diese finden nicht nur als sog. Industrieroboter in der industriellen Produktion, sondern inzwischen auch auf zahlreichen Gebieten unterschiedlichster Art vielseitigste Anwendung, die bis in den Bereich der Unterstützung Behinderter reichen.

Die Automatisierung wandte sich auch zunehmend dem Menschen zu. Zu vielerlei Anwendungen im Haushalt und in der Gebäudetechnik sind weitere Einsatzfälle im Gesundheitswesen, etwa in der Orthopädietechnik und in Krankenhäusern hinzugekommen. Selbst die Ausführung kniffliger Operationen wird bereits Operationsrobotern anvertraut.

Ein wesentliches Einsatzgebiet der Automatisierung betrifft auch den Bereich der Mobilität. Hier finden sich zahlreiche Anwendungen in den Fahrzeugen der unterschiedlichsten Kategorien bis hin zur Raumfahrt wie auch bei der Verkehrssteuerung. Neben dem Einsatz zur selbsttätigen Bahnführung von Flugzeugen und Schiffen erwies sich besonders das Automobil als vielseitiger Entwicklungsschwerpunkt für automatisierungstechnische Lösungen. Neben immer ausgefeilteren Lösungen für die Motorsteuerung und die Fahrzeugstabilisierung ist in vergleichsweise kurzer Zeit eine Vielzahl sog. Assistenzsysteme entstanden, welche die Fahrzeugführer sowohl zunehmend entlasten als auch einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten [2].

Einige der entwickelten Assistenzsysteme sind bereits der gehobenen Leistungsklasse der Automaten mit *Problemlösungsverhalten* zuzurechnen. Zu dieser Kategorie zählen die Einparkassistenten. Das zu lösende Problem besteht hier im punktgenauen Einparken des jeweiligen Autos in eine

möglicherweise enge Parklücke. Andere Assistenten dieser Art übernehmen bei Autobahnauffahrten das kollisionsfreie Einfädeln des eigenen Fahrzeuges in den laufenden Verkehrsstrom. Aufgaben dieser Kategorie haben auch schwimmende oder fliegende Objekte zu bewältigen, die auf ihrer Route befindliche Hindernisse erkennen und diesen auch ausweichen müssen. Dazu zählen auch die in der Luftfahrt eingesetzten automatischen Antikollisionssysteme. Diese warnen nicht nur die Piloten vor drohenden Flugzeugkollisionen, sondern führen im Extremfall auch selbsttätig ein sicheres Ausweichmanöver durch.

Problemlösende Automaten verfügen zwar über eine qualitativ höherwertige Funktionalität, können aber dennoch nicht als „intelligent“ eingestuft werden. Die Begründung liegt darin, dass die Problemlösung selbst bei wiederholtem Auftreten eines Problems die Lösung jedes Mal erneut durch zielorientiertes operatives Handeln ermittelt wird ohne dass auf ein „Gedächtnis“ zurückgegriffen werden kann.

Ein anderes gegenwärtig im Vordergrund stehendes Automatisierungsproblem hohen Anspruchsniveaus betrifft die Entwicklung technischer Lösungen für das *autonome Fahren* von Automobilen [3]. Bei den dazu an verschiedenen Stellen entwickelten Systemen wird eine Automatisierung des gesamten Fahrprozesses angestrebt, wobei die in zunehmender Anzahl verfügbaren Assistenzsysteme integriert und miteinander vernetzt werden [4]. Der dafür erforderliche technische Aufwand ist daher immens, erscheint aber durchaus tragbar. Dieser bezieht sich einerseits auf die Sensorik. Neben der vorhandenen inneren Sensorik ist die äußere Sensorik zur Erfassung des differenzierten Fahrumfeldes erheblich auszubauen. Dies betrifft die Integration eines Laserscanners, mehrerer Radarsensoren, diverser Kameras, eines Navigationssensors und weiterer Informationsquellen zur Erfassung von Hindernissen im Nahfeld. Als weitere Informationsquelle dienen digitale Karten. Kernstück der Lösung ist ein überaus komplexes intelligentes Anwendungsprogramm, das auf einem hochleistungsfähigen Computersystem läuft. Die damit realisierte Funktion muss das Verhalten menschlicher Fahrzeugführer in den unterschiedlichsten Verkehrssituationen nachbilden. Dabei handelt es sich um eine Aufgabe mit hohem Anspruchsniveau. Zu den Aufgaben der Automatik zählt nicht nur die Erkennung des eigenen Zustandes, sondern es muss insbesondere auch die jeweilige lokale Verkehrssituation erfasst, analysiert und daraus blitzschnell eine passende Entscheidung getroffen werden. In diese Entscheidung fließen auch zuvor berechnete Wahrscheinlichkeiten über das mutmaßlich künftige Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer ein. Die ermittelten Handlungen sind anschließend durch geeignete Betätigung von Lenkrad und Pedalen umzusetzen.

Bezüglich des Standes dieser Entwicklung ist zu bemerken, dass es inzwischen bereits mehrfach gelungen ist, den praktischen Nachweis des unfallfreien autonomen Fahrens auf Autobahnen sowie unter besonderen Bedingungen auch in verkehrsreichen Innenstädten zu führen. Trotzdem stoßen die Entwickler bei der Erprobung immer wieder auf prekäre Fälle, deren Bewältigung in die Software noch eingearbeitet werden muss. Abgesehen von der noch fehlenden Klärung juristischer Fragen und einer generellen Verkehrszulassung wird es wohl noch etliche Jahre dauern, bis der Chauffeur zum Passagier geworden ist.

Eine ähnliche Entwicklung der selbsttätigen Objektführung ist auch in der Luftfahrt zu verzeichnen. Hier wird die Flugzeugführung besonders auf längeren Strecken weitgehend dem Autopiloten übertragen. Parallel dazu überwachen automatische Antikollisionssysteme den Luftraum hinsichtlich möglicher Gefahren, und es gibt auch längst erprobte Systeme zur vollautomatischen Landung. Auch in der Seefahrt sind schon unbemannte Schiffe – vorerst in Gestalt vollautomatisierter Segeljachten – über den weiten Atlantik geschickt worden. Zu den unbemannt durchgeführten mobilen Einsatzfällen zählen außerdem die selbständig ausgeführten Weltraummissionen. Bekannteste Beispiele sind der unter Anwendung mehrerer Strategien durchgeführte Flug des Raumtransporters *ATV (Automated Transfer Vehicle)* vom Weltraumbahnhof *Kourou* zur Station *ISS* [5] sowie der astronautenfreie Flug einer Erkundungskapsel zum Mars mit dem weichen Absetzen der Roboters *Curiosity* auf der Marsoberfläche und dessen selbstständige Arbeitsaufnahme [6].

2. Zukunftsweisende Entwicklungsvorhaben der Automatisierungstechnik

Wie die vorstehend skizzierten Beispiele zeigen, hat die Automatisierung besonders in letzter Zeit eine beachtliche Weiterentwicklung erfahren. Darüber hinaus deuten sich aber schon neue Entwicklungen an, die weiter in die Zukunft gerichtet sind. Dazu werden wir nachfolgend auf einige in ihrer Zielstellung bereits erkennbare Projekte verweisen. Diese entstammen wiederum zumeist der Welt der Automobile, weshalb es sich hier offenbar um einen Entwicklungsschwerpunkt der Automatisierung handelt.

2.1 Automatisierungssysteme als Dienstnehmer

Die hier betrachtete Entwicklungslinie entnimmt ihre Motivation der Erkenntnis, dass der beständig zunehmende Straßenverkehr in den Innenstädten und bevölkerungsreichen Regionen auf einen Verkehrskollaps zustrebt. Ständige Staus, unzumutbare Feinstaubbelastung und unlösbare Parkplatzprobleme lassen den Gebrauch der herkömmlichen Autos zum Albtraum werden. Hier ist inzwischen ein Grad an Belastung erreicht, der zum Umdenken zwingt.

Es ist bereits zu erkennen, dass die Aufrechterhaltung der individuellen Mobilität wohl eine Abkehr vom Besitz eines eigenen, möglichst prestigeträchtigen PKWs verlangt. Stattdessen wird die zukünftige Lösung des privaten Individualverkehrs in Anlehnung an das aufkommende Konzept des *Car Sharings* in der bedarfsgerechten Nutzung allgemein verfügbarer minimalistischer Fahrzeuge, genannt Kabinen, gesehen [7], [8].

Gemäß einer diesbezüglichen Vision melden Personen, die ein Transportbedürfnis haben, diesen Wunsch unter Angabe eines persönlichen Codes und der Startposition per Smartphone an eine Zentrale. Diese ermittelt das nächstbefindliche freie Fahrzeug und beauftragt dieses mit der Transportleistung. Das ausgewählte Fahrzeug begibt sich unter Nutzung einer digitalen Straßenkarte und Beobachtung des aktuellen Verkehrs zum Kunden und meldet sich dort bei Ankunft. Die anschließende Fahrt zum Zielort kann entweder eigenhändig gesteuert oder auch autonom durchgeführt werden. Nachdem dort die Person das Fahrzeug verlassen hat, wird eine Freimeldung abgegeben, und das Fahrzeug begibt sich selbstständig zurück auf den Weg zu einer Bereitschaftsposition. Sofern es bis dahin keinen neuen Fahrauftrag erhalten hat, setzt es sich dort still.

Der entsprechend den bestehenden Vorstellungen geschilderte Prozessablauf beinhaltet aus unserer Sicht eine interessante Konstellation. Zum einen besteht bei dem benötigten Informationssystem eine enge Verknüpfung von Kommunikation und Automatisierung. Weiterhin sind in das System außer technischen Komponenten auch Personen involviert. Bemerkenswert ist ebenfalls die Wirkungsweise des Systems. Automatisierungssysteme werden hier zu *Dienstleistern* bezüglich der individuellen Beförderung von Personen. Die entsprechenden Aufträge dafür werden von Personen erteilt, die von Position A nach B transportiert werden möchten. Die komplette Ausführung des erteilten Dienstauftrags übernimmt dann das automatisierte Transportsystem unter Berücksichtigung aller dabei auftretenden Situationen. Damit liegt im Sinne der Informatik eine *Client-Server-Architektur* vor.

Gemäß einer anderen Betrachtungsweise handelt es sich bei den sich selbst steuernden Kapseln um *Technische Agenten*, die im Dienst einer Agentur, hier der Zentrale, stehen [9]. Die Dienstleistung verlangt von den Agenten eine spezielle Funktionalität, nämlich *selbstständig* handeln zu können. Damit verfügen solche technische Wesen gegenüber den klassischen Automaten mit *selbsttätiger* Handlungsweise über eine höherwertige Funktionalität, womit eine neue Qualitätsstufe erreicht wird.

Von der Verwirklichung des hier geschilderten Traums von einem Transportsystem zur individuellen Personenbeförderung unter Inanspruchnahme bestellbarer kleiner Kapseln wird eine nachhaltige Entlastung des knappen Verkehrsraums und der beschränkten Parkplätze erwartet. Außerdem sorgen die wesentlich kleineren und mit konstanter Geschwindigkeit verkehrenden Kapseln für einen flüssigeren Verkehr unter Vermeidung von Staus. Auch macht die zu erwartende zumindest teilweise Abkehr vom eigenen Auto die Straßen wieder freier und erhöht damit die Verkehrsdurchlässigkeit.

Es ist jedoch wohl nicht zu erwarten, dass der individuelle Personentransport auf der Basis weitgehend selbstständig agierender Kapseln zu einer vollständigen Umstellung des innerstädtischen Verkehrs führt. Zumindest Lieferfahrzeuge wie auch Busse und Bahnen wird es wohl auch weiterhin geben. Die Taxiunternehmen werden hingegen schwereren Zeiten entgegengehen. Inwieweit sich die

Erwartungen hinsichtlich eines verstärkten Umstiegs auf den öffentlichen Nahverkehr erfüllen, ist indessen noch abzuwarten. Konsequenzen werden auch auf die Automobilhersteller zukommen, die sich auf einen zurückgehenden Bedarf an großvolumigen Fahrzeugen und eine Umstellung der Produktion auf völlig andersartige Fahrzeuge einrichten müssen.

Es bleibt noch zu ergänzen, dass agentenartige Automatisierungssysteme auch in anderen Bereichen Bedeutung erlangen werden. Dazu zählen nicht nur unbemannte Flugobjekte, sondern auch persönliche Agenten zur Betreuung von Behinderten. Auch solche Dienstleister erhalten von ihren Benutzern wechselnde Aufträge, etwa um die Eingangstür für Besucher zu öffnen oder ein Getränk aus dem Kühlschrank zu holen. Hier wird es jedoch eine Besonderheit hinsichtlich der Kommunikation geben, die weitgehend auf Sprachebene stattfinden wird. Die dafür zu schaffende Verständigungslösung sollte jedoch eine gewisse Robustheit aufweisen, damit Missverständnisse weitgehend ausgeschlossen werden.

2.2 Automatisierungssysteme als nutzbare Informationsquellen

Eine andere Entwicklungslinie gründet sich auf die Erwartung, dass die in den inzwischen mit Informationstechnik hochgerüsteten Automobilen vorhandene gewaltige Informationsmenge sich möglicher Weise auch für andere Zwecke vorteilhaft nutzen ließe [10].

Ein passendes Beispiel liefert wiederum das moderne Automobil. Unsere Fahrzeuge werden bekanntlich im Zuge einer rasanten Entwicklung mit immer neuen computergestützten Automatisierungssystemen ausgerüstet. Zu den dort vorhandenen Automaten zählen die auf Verbrauch und Schadstoffausstoß optimierte Motorsteuerung, die Fahrzeugstabilisierung, die in zunehmender Anzahl bereitgestellten Assistenzsysteme sowie auch der zunächst in der automobilen Oberklasse eingerichtete mobile Internetzugang. Damit ist in den Fahrzeugen eine Anhäufung von Informationstechnik entstanden, die in dem Slogan vom *Automobil als Computer(netzwerk) auf Rädern* ihren bildhaften Ausdruck findet. Damit verschwimmen zunehmend die Grenzen zwischen der Automatisierung und Informatik.

Dies hat bereits Interessenten aus der Informationsbranche auf den Plan gerufen, die im modernen Automobil eine ergiebige Fundgrube für mannigfach nutzbare Informationen sehen. So lassen sich beispielsweise aus den Daten der Motorsteuerung Informationen über den Motorzustand oder die Notwendigkeit einer Inspektion gewinnen. Die Auswertung des Datenverkehrs der Fahrzeugstabilisierung und diverser Assistenzsysteme ermöglicht wiederum Einblicke in die besuchten Fahrgebiete bzw. in das realisierte Verhalten und die Fitness des jeweiligen Fahrers. Aus dem Internetverkehr lassen sich weiterhin Einblicke in die Gewohnheiten und Präferenzen der Nutzer gewinnen u. a. m. Kein Wunder also, dass die Großen der Informationsbranche interessiert daran sind, sich diese Quellen für ihre Zwecke zu erschließen.

Die sich mit dem Automobil bietenden Möglichkeiten der Informationsabschöpfung und –nutzung hat wohl insbesondere *Google* frühzeitig erkannt. Die Zuwendung dieses Informationskonzerns zum Automobil war bereits mit der Vorstellung einer eigenen Lösung für autonom agierende Autos erkennbar [11]. Man geht wohl nicht fehl, wenn man dahinter eine weitgesteckte Strategie vermutet. Vom Standpunkt solcher Konzerne aus betrachtet sind Automobile wohl eher die (verteilte) Hardware eines globalen Informationssystems. Das Entscheidende ist jedoch die Software, deren weiterer Ausbau ein großes Nutzungspotenzial verspricht. Diese Sichtweise erinnert an Parallelen bei der Entwicklung der Computertechnologie. Am Ende waren es dort die Softwarefirmen, allen voran *Microsoft*, die das Rennen machten. Wird diese Entwicklung zum Vorbild genommen, dann könnten eines Tages die großen Internetkonzerne auf den Gedanken kommen, sich den Automobilbereich einzuverleiben, was zu einem Paradigmenwechsel in der Automobilgeschichte führen würde. Diese Erweiterung mag solchen Firmen relativ problemlos erscheinen, da man sich das bisher fehlende Know How der Automobilproduktion durch den Zukauf entsprechender Firmen beschaffen kann. Damit würde dann den klassischen Automobilproduzenten ein neuer Konkurrent mit einer völlig andersartigen Sichtweise ins Haus stehen. Diese Gefahr sollten die bisherigen Hersteller nicht unterschätzen und sich rechtzeitig auf einen solchen Fall einstellen. Da wird es sicherlich nicht mehr genügen, die Fahrzeuge der Premiumklasse, wie vorgesehen, zu Informationszentralen auszubauen

und diese dafür mit mobilem Internetanschluss, Sprachkommunikation, *headup display* und *virtual reality* auszurüsten.

2.3 Automatisierungssysteme als intelligente Wesen

Es ist zu erwarten, dass die Automatisierungssysteme der Zukunft auch Fähigkeiten erlangen werden, denen die Bezeichnung *intelligent* zugesprochen werden kann. Dazu sind in diesbezüglichen Automaten geeignete Techniken der Künstlichen Intelligenz zu implementieren. Eine besondere Bedeutung wird hier die Fähigkeit des *Maschinellen Lernens* erlangen [12].

Eine Vorstufe des Lernens ist das *Lernen durch Belehrung*. Ein entsprechendes Einsatzgebiet ist die Übernahme von Handlungsweisen von mit der Prozessführung vertrauten Experten. Die Belehrung erfolgt hier durch Ausführung von situationsgerechten Handlungen durch den Experten, welche vom parallel geschalteten belehrbaren Automaten übernommen, in geeigneter Form verarbeitet und anschließend abgespeichert werden.

Wesentlich anspruchsvoller ist die Implementierung des *Lernens aus Erfahrung*, auch *Selbstlernen* genannt. Hier laufen derzeit Entwicklungsarbeiten, die in der Zukunft u. a. zum Erlernen von Gewohnheiten von Menschen führen sollen. Anwendungsmöglichkeiten werden hier vor allem im Erwerb der Gewohnheiten von Fahrern beim Gebrauch von Automobilen oder auch von Bewohnern der eigenen Wohnanlage gesehen. So könnten etwa Automaten lernen, welche Handlungen der Bewohner eines Hauses bei dessen Betreten zuerst vornimmt, wozu beispielsweise die Einschaltung der Raumbeleuchtung, das Hochziehen der Jalousien und vielleicht auch das Ertönen der geliebten Musik gehört. Auch die zukünftigen Persönlichen Roboter von Behinderten werden wohl mit Lernfähigkeit ausgestattet werden, um sich den Präferenzen ihrer Nutzer anzupassen.

Gemäß einer anderen Zielstellung von Entwicklungen wird auch an Lösungen geforscht, die den Erwerb eines möglichst optimalen Verhaltens in einer a priori unbekanntem Umgebung ermöglichen. Diese Eigenschaft von Automaten ist vor allem in der Weltraumtechnologie von Bedeutung.

3. Eigenschaften der Prozessführung durch Automaten oder Menschen

Wenn wir vorstehend von einer eindrucksvollen Entwicklung der Automatisierung berichten konnten, so hat auch die Rolle des Menschen in solchen Systemen mutmaßlich einen erheblichen Wandel erfahren. Mit dieser Beziehung von Mensch und Automat wollen wir uns im Folgenden noch kurz beschäftigen. Beide Instanzen sind von grundsätzlich anderer Art, sodass wesentliche Unterschiede in den spezifischen Eigenschaften zu erwarten sind. Daraus werden sich bestimmte Bereiche abzeichnen, in denen sie jeweils am vorteilhaftesten einsetzbar sind.

3.1 Eigenschaften von Automaten

Für das offenbar unaufhaltsame Vordringen der Automaten gibt es eine Reihe gewichtiger Gründe. Automaten können dem Menschen bei der Prozesssteuerung in vielen Bereichen eine wirkungsvolle Unterstützung bieten. Bei den frühen Einsatzfällen wurden automatische Steuerungen bevorzugt eingesetzt, um Menschen von der dauerhaften Ausführung der bei der Prozesssteuerung anfallenden formal-geistigen Tätigkeiten zu entlasten. Sie befreien den Menschen von monotoner Arbeitstätigkeit, die zu Ermüdungen führt. Daher kann es im Krisenfall zu Fehlhandlungen kommen, die zu hohen Verlusten führen. Automaten bieten weiterhin Vorzüge, indem sie einfach schneller und präziser als der Mensch reagieren. Sie sind (in Grenzen) dauerhaft funktionsfähig, funktionieren gleichbleibend und können auch nicht streiken. Automaten werden auch zum Schutz des Menschen eingesetzt, indem sie die Steuerung von Prozessen übernehmen, die in einer gesundheitsgefährdenden bzw. risikoreichen Umgebung auszuführen sind. Typisches Beispiel ist hier der Einsatz von mobilen Robotern in verseuchten Gebieten bzw. zur Kampfmittelentsorgung. Automaten können auch unmittelbar dem menschlichen Wohl dienen, indem sie zu seinem Komfort beitragen oder seine Sicherheit erhöhen. Der Einsatz von Automaten ist sogar alternativlos, wenn die Dynamik der Prozesse so kurze Reaktionszeiten verlangt, die jenseits menschlicher Fähigkeiten liegen. Dies gilt auch, wenn die Kommunikation mit großen Verzögerungen verbunden ist, wie oftmals in der Raumfahrt. Automaten werden schließlich auch bei gehobenen Anforderungen eingesetzt, beispielsweise beim Vorliegen sehr

komplexer Zusammenhänge, die von Menschen nur schwer oder überhaupt nicht mehr überblickt werden können.

Das Leistungsvermögen von Automaten beschränkt sich jedoch auf die Bewältigung von Aufgaben, für die sie programmiert wurden. Hierbei handelt es sich zumeist um das problemgerechte Verhalten in Standardsituationen. Bei auftretenden Extremsituationen sind die Automaten hingegen zumeist überfordert. Aber auch hier gelingt es zunehmend, die Automaten auch zum sachgerechten Handeln in Sondersituationen zu befähigen. Dazu sei auf das Beispiel des autonomen Fahrens verwiesen, bei dem auch das plötzliche Betreten der Fahrbahn durch eine unaufmerksame Person sicherheitstechnisch beherrscht wird. Generell ist zu erwarten, dass mit weiterhin fortschreitender Entwicklung die Grenzen der Handlungsfähigkeit auch in unerwarteten Situationen immer weiter ausgeweitet werden. Schließlich ist noch zu berücksichtigen, dass Technik – hier in Form von Automaten – auch ausfallen kann.

Neben den genannten, unbestrittenen Vorzügen der Automaten darf auch die Kehrseite ihres Einsatzes nicht verschwiegen werden. Gerade weil Automaten den Menschen vielseitige Entlastung bieten können, machen sie die Letztgenannten besonders in der Produktionssphäre nicht selten entbehrlich. Dabei kommt es dann in der Folge zur Freisetzung von Arbeitskräften.

3.2 Eigenschaften von Menschen bei der Prozessführung

Selbst in hochautomatisierte Prozesse können durchaus auch Menschen eingebunden sein. In bestimmten Fällen sind diese Personen dann dank der von der Automatik erbrachten Leistung oft unterfordert und suchen sich womöglich eine Ersatzbeschäftigung. Mit der Zeit werden sie unaufmerksam und verlieren zunehmend ihre Steuerungsfähigkeiten. In plötzlich auftretenden kritischen Situationen reagieren sie daher möglicher Weise fehlerhaft. Um dies zu verhindern, müssen beispielsweise Piloten in gewissen Abständen Trainingskurse absolvieren, in denen ihre Flugfähigkeiten auch in Extremsituationen wieder aufgefrischt werden. Ein weiterer kritischer Aspekt besteht darin, dass Menschen auch Anfälle der Schwäche oder sogar Totalausfälle erleiden können, sodass sie für die Prozesssteuerung ausfallen. Dabei entsteht eine ernsthafte Situation, weil es schwierig ist, solche Zustände rechtzeitig zu erkennen um den Ausfall durch Gegenmaßnahmen zu kompensieren. So muss beispielsweise verhindert werden, dass ein von einem Autopilot geführtes Fahrzeug bei Ausfall des Fahrers solange weiterfährt, bis entweder der Tank leer ist oder dieses verunfallt.

Zu den hauptsächlichen Vorzügen des Menschen gehört, dass sie wesentlich besser in der Lage sind, mit außergewöhnlichen Prozesssituationen umzugehen. Nicht alles was passieren kann, lässt sich bekanntlich vorab algorithmisch erfassen und programmieren. Diese Fähigkeit des Menschen zur Nothilfe basiert darauf, dass er in kritischen Situationen auf seine vielfältigen Erfahrungen und seine Intuition zurückgreifen kann um daraus zweckdienliche Handlungen abzuleiten. Auch spielt das Unterbewusstsein beim Krisenmanagement eine gewisse Rolle. Allerdings holen die Automaten auch bezüglich der Fähigkeit zur Beherrschung von Extremsituationen etwa durch Einbeziehung von Mechanismen der künstlichen Intelligenz auf. Hier lässt sich der Handlungsspielraum insbesondere durch das Lernen aus eigenen Erfahrungen erweitern.

Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, dass Automatik und Mensch über unterschiedliche Eigenschaften verfügen, die sich gegenseitig gut ergänzen. Dieses Ergebnis legt den Schluss nahe, zumindest in besonders sicherheitsrelevanten Anwendungen auf den Faktor Mensch trotz hochgradiger und überaus leistungsfähiger Automatik nicht gänzlich zu verzichten. Daher verwundert es auch nicht, dass beim autonomen Automobil auf der Anwesenheit eines fahrtüchtigen Insassen bestanden wird. Diese Person erhält im Fahrprozess gegenüber der Automatik oberste Priorität mit der Erwartung, bei Notfällen in den Fahrprozess sachgerecht eingreifen zu können. Auch in der Luftfahrt teilt man diese Einschätzung und besteht auf dem Einsatz erfahrener Piloten, obwohl die Maschinen in der Praxis doch weitgehend im Automatikmodus geflogen werden. Somit erübrigt sich die Befürchtung, dass eine hochgerüstete Automatik möglicherweise den Menschen eines wenn auch fernen Tages aus der Prozessführung vollständig verdrängen könnte.

4. Zusammenfassung

Aus den vorstehenden Darlegungen geht wohl überzeugend hervor, dass die Automatisierung eine beeindruckende Entwicklung erfahren hat und sich auch weitreichenden und z. T. kühnen Zukunftsprojekten widmet. Automaten leisten einen wesentlichen Beitrag zum allgemeinen Fortschritt, ermöglichen eine effizientere Produktion, entlasten den Menschen von unangenehmen Tätigkeiten, bieten ihm nützliche Dienstleistungen und ermöglichen Verbesserungen seines Wohls. Nicht wenige der heute selbstverständlichen Leistungen wären ohne den Einsatz selbsttätiger bzw. selbstständig funktionierender technischer Systeme wohl nicht zustande gekommen.

Manch einer mochte davon überrascht sein, dass auch der Mensch selbst in hochtechnisierten automatischen Systemen seinen Platz hat, wobei seine Rolle durchaus wechselt. Dabei entwickelt sich eine Symbiose, die insgesamt Vorteile bringt.

Ein wesentliches Merkmal dieser Entwicklung ist das Zusammenwachsen von Automatisierung, Kommunikation und der Informationstechnologie. Damit bestätigt sich ein weiteres Mal die Voraussicht von *Norbert Wiener* bezüglich des Zusammenwirkens der drei großen C's, nämlich *Control* (automatische Steuerung), *Communication* (Informationsübertragung) und *Computing* (Informationsverarbeitung) im Rahmen der Querschnittsdisziplin *Kybernetik* [13].

Literaturverzeichnis

- [1] Weller, W.: Automatisierungstechnik im Wandel der Zeit. Entwicklungsgeschichte eines faszinierenden Fachgebiets. Druck und Verlag: epubli GmbH, Berlin 2013, ISBN 978-3-8442-5487-7. www.epubli.de
- [2] Broich, P.: Selbst ist das Auto. Sonderthema Assistenzsysteme. Berliner Zeitung Nr. 52, 2./3. März 2013, S. A2
- [3] Granitz, E.: Autonomes Auto auf der Überholspur. Berliner Zeitung Nr. 109, 11. Mai 2011
- [4] Kaiser, H.; Feindt, J.: Fahrt ins Schlaue. stern 133, 2. 10. 2014, S. 131-137
- [5] Schumacher, M; Stein, M.; Glatzel, G.: Automated Transfer Vehicle (ATV). http://www.raumfahrer.net/raumfahrt/iss/vers_atv/shtml
- [6] Bürke, T.: Die wundersame Reise des Wundervogels Phoenix. Berliner Zeitung Nr. 120, 24./25. Mai 2008, S. 2 sowie http://www.nasa.gov/mission_pages/phoenix/main/index.html
- [7] Maahn, P.: Bei Anruf Parken. Berliner Zeitung Nr. 244, 19./20. Okt. 2013, S. A1
- [8] Janßen, F.; Kaiser, H.: Jeder will seine Kapsel. Gespräch mit dem Strategieberater Thilo Koslowski. stern 2.10. 2014, S. 138-140
- [9] Weller, W.: Künstliche Agenten. Eine Technologie mit großem Zukunftspotenzial. Druck und Verlag: epubli GmbH, Berlin 2013, ISBN 978-3-8442-5642-0. www.epubli.de
- [10] Wenzel, F.-T.: Die inneren Werte. Autobauer stopfen ihre Fahrzeuge mit Informationstechnik voll. Berliner Zeitung Nr. 47, 25. Feb. 2014
- [11] N. N.: Probefahren mit googles Autopilot. Berliner Zeitung Nr. 114, 17./18. Mai 2014.
- [12] Weller, W.: Lernende Steuerungen. VEB Verlag Technik Berlin und R. Oldenbourg Verlag München Wien 1985, ISBN 3-486-29231-5
- [13] Wiener, N.: Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine. J. Wiley 1948