



**VDE**

VDI/VDE-Gesellschaft  
Mess- und Automatisierungstechnik

# Thesen und Handlungsfelder

Automation 2025

Juni 2015





# Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

mit der vor Ihnen liegenden VDI-Publikation „Automation 2025 – Thesen und Handlungsfelder“ halten Sie die mittlerweile dritte Veröffentlichung dieser Reihe in Ihren Händen – egal ob in Papierform oder auf einem elektronischen Medium.

Allein an dieser Aussage können Sie erkennen, wie stark sich unsere Umgebung im letzten Jahrzehnt durch die breite Anwendung von Informationstechnik gewandelt hat – der digitale Zwilling von Zeitung und Buch ist heutzutage selbstverständlich geworden: Jederzeit, fast überall und sekundenaktuell. Die Digitalisierung unserer Welt schreitet unaufhaltsam voran – und das ist im Großen und Ganzen gut so.

Doch was bedeutet das für die reale Welt, für die Produktion von Maschinen und Gütern, für die Menschen, die sich tagtäglich damit beschäftigen, uns mit Anfassbarem zu versorgen und unseren Wohlstand durch wettbewerbsfähige Produktion zu erhalten und zu mehren?

Keine Angst, wir haben keine Visionen für Sie vorbereitet und auch keine Schlagwörter und Begriffe aufgelistet, die die aktuelle Diskussion zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Papiers dominieren.

Der Anspruch der Autoren dieser VDI-Publikation ist es, ausgehend von ausformulierten Thesen Leitplanken zur Orientierung zu geben, die über den Tag und aktuelle Trends hinaus dabei helfen, die bestmöglichen Entscheidungen bei Forschung, Lehre, Entwicklung und Anwendungsprojekten zum Nutzen möglichst vieler Beteiligten zu fällen.

Die Aufgabe der Automation ist es, dem Menschen seinen Alltag zu erleichtern, ihn in seinem persönlichen und industriellen Umfeld zu unterstützen und dabei zu helfen, die Komplexität der uns umgebenden Prozesse zu beherrschen.

Die Automation hat seit Beginn ihrer Existenz Methoden aus anderen Ingenieur- und Wissenschaftsdisziplinen „realitätstauglich“ gemacht. Nur Automation verfügt über die direkte Interaktion mit der realen Welt – Sensoren, Aktoren und die echtzeitfähige, sichere und verfügbare Informationsverarbeitung sind das, was die Automation in der Vergangenheit ausgemacht hat, heute ausmacht und auch in Zukunft ausmachen wird.

Deshalb ist die weitere Entwicklung der Automation auch nicht aufzuhalten.

Mein besonderer Dank gilt allen beteiligten Autoren, die ihre fachliche Expertise eingebracht haben und ehrenamtlich an der Erstellung der Thesen und Handlungsfelder mitgewirkt haben.

Ihnen als Leser wünsche ich eine anregende Lektüre – und falls Sie Interesse und Geschmack daran gefunden haben, dann sind Sie herzlich eingeladen, sich an der weiteren Diskussion zu beteiligen, uns Feedback zu geben, vor allem aber die Zukunft der Automation aktiv zu gestalten.

Düsseldorf, im Juni 2015



Dr. Kurt D. Bettenhausen  
VDI/VDE-Gesellschaft  
Mess- und Automatisierungstechnik



# Inhalt

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort                                                                                                                                                            | 1  |
| 1 Automatisierung im Spannungsfeld der digitalen (R)evolution                                                                                                      | 5  |
| 2 Automation 2025 ist der Schlüssel zu individualisierten Produkten und flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken; dies fördert Wohlstand und Nachhaltigkeit              | 7  |
| 2.1 Flexible Wertschöpfungsnetze                                                                                                                                   | 7  |
| 2.2 Neuartige Geschäftsmodelle                                                                                                                                     | 7  |
| 2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen                                                                                                                                   | 8  |
| 2.4 Arbeitsumfeld und Anforderungen an Aus- und Weiterbildung                                                                                                      | 8  |
| 3 Automation 2025 befähigt und erleichtert: Technik mit dem Menschen für den Menschen                                                                              | 10 |
| 3.1 Demografischer Wandel                                                                                                                                          | 10 |
| 3.2 Mensch-Maschine-Systemtechnik                                                                                                                                  | 11 |
| 3.3 Unterstützung des Nutzers                                                                                                                                      | 11 |
| 3.4 Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion                                                                                                                     | 12 |
| 4 Automation 2025 verbindet Menschen und integriert Technologien durch die Vernetzung verschiedener Disziplinen zum Nutzen von Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft | 13 |
| 4.1 Soziale Fähigkeiten                                                                                                                                            | 13 |
| 4.2 Interkulturelle Kompetenzen                                                                                                                                    | 14 |
| 4.3 Automation überwindet Grenzen                                                                                                                                  | 14 |
| 4.4 Problemlösekompetenzen                                                                                                                                         | 15 |
| 4.5 Mit Automation zur Ressourceneffizienz                                                                                                                         | 16 |
| 4.6 IT-Sicherheit                                                                                                                                                  | 17 |
| 5 Zusammenfassung                                                                                                                                                  | 18 |
| Schrifttum                                                                                                                                                         | 19 |
| Autoren                                                                                                                                                            | 20 |



# 1 Automatisierung im Spannungsfeld der digitalen (R)evolution

In den 1960er-Jahren löste die Einführung digitaler Rechner in der Automation eine Revolution aus. Das Verhalten von Steuerungen konnte erstmalig durch Software und nicht mehr ausschließlich durch Hardware realisiert werden; die Änderung von Steuerungsverhalten wurde dramatisch vereinfacht und damit die Flexibilität der Automation wesentlich erhöht.

Spannungsfrei erfolgte dies keinesfalls. Programmieren als Tätigkeit war neu und nur wenigen Fachkräften zugänglich, klassische Arbeitsplätze gingen verloren. Rückblickend ist jedoch festzustellen, dass diese Technologie die Produktivität enorm erhöhte, neue Arbeitsplätze schaffte und den Wohlstand breiter Bevölkerungsschichten mehrte. Bei aller Kritik bleibt festzuhalten, dass der Fortschritt kam – trotz aller Vorbehalte und Widerstände.

Heute steht die Automation erneut an einer Technologieschwelle: Internettechnologien mit beträchtlichem Potenzial halten Einzug in Produktionseinrichtungen, ohne dass Nutzen, Chancen und Risiken vollständig vorhersagbar, geschweige denn abschließend bewertbar sind.

Wer hat in den 1990er-Jahren vorausgesehen, wie grundlegend das Internet mit seinen Technologien und der nahezu überall und jederzeit verfügbaren Kommunikation unser Leben verändern wird?

Wir kaufen heute online ein, erledigen unsere Bankgeschäfte online, bewerben uns online, finden Partner im Internet; wir können online Urlaub buchen, Weltkarten durchstöbern, globale Wettervorhersagen erhalten, haben Zugriff auf eine Weltbibliothek der Musik, Filme und des Wissens, wir können augenblicklich und mit weit entfernten Menschen und Völkern in hoher Auflösung kommunizieren. Vielfältige Daten sind schnell und global abrufbar, sie helfen beim Treffen von Entscheidungen im Alltag, in der Industrie und in der Politik. Die dahinter stehende Komplexität ist kaum noch spürbar, selbst Kinder können das Internet nutzen. Wer hätte solchen Visionen 1989 geglaubt? Was hätten wir den Kritikern erwidert?

Die Technologien, die dies ermöglicht haben, erobern jetzt die Automatisierung. Welche Möglichkeiten erschließen sich, wenn in Zukunft jedes industrielle Gerät, jede Maschine, Teilanlage, jedes Produkt und jede Fabrik an ein Netzwerk angeschlossen wird, wenn digitale Gegenstücke dieser physikalischen Objekte im Netzwerk Platz nehmen und dort mit ihren zugehörigen Dokumenten, 3-D-Modellen, Simulationsmodellen, aber auch Messwerten oder Verhandlungsfähigkeiten elektronisch gefunden und verknüpft werden können? Ein Wunderhorn an Möglichkeiten eröffnet sich, denn diese Daten können in unübersehbarer Vielfalt miteinander in Beziehung gesetzt und neue Formen der Wertschöpfung betrieben werden. Alle Bereiche der Automatisierung, von Design über Engineering, die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Wartung, die Anlagenüberwachung, den Service und die gesamte Wertschöpfungskette bis zum Vertrieb und Recycling werden berührt – dies eröffnet neuartige Geschäftsmodelle.

Die Anwendung dieser Technologien bringt jedoch nicht nur eine neue Welt an Möglichkeiten, sondern löst auch berechtigte Sorgen aus. Vorangetrieben wird diese digitale Revolution von der Informatik, deren Innovationsgeschwindigkeit der Industrie um Jahre voraus ist und nach dem Machbaren greift: industrielle Endgeräte könnten doch direkt von überall auf der Welt gesteuert werden! Aber ist das sinnvoll? Anlagenbetreiber bewahren in ihren Anlagen Know-how und Profitabilität: hier sind Bedürfnisse nach Investitionsschutz, Verfügbarkeit und Datensicherheit existenziell.



Bild: Thomas Ernsting/LAIF



Dieses Spannungsfeld ist Reibungspunkt und zugleich Quelle von Innovationen. Grundsätzliche Fragen stehen im Raum:

- Müssen wir uns Sorgen machen?
- Ist das technisch noch beherrschbar?
- Wird alles viel komplizierter?

Nein, denn im Wettbewerb setzt sich nur durch, wer seine Technologien beherrscht – Unfruchtbares eliminiert sich von selbst. Der technische Fortschritt wird weitergehen, entsprechend unserem Motto: „Die Zukunft kommt – ganz automatisch!“

Für eine nachhaltige Einführung der neuen Technologien müssen allerdings fundamentale Schlüsselfragen beantwortet werden:

- Welche Auswirkungen wird der Einzug der Informationstechnologien auf den Alltag der Automatisierungstechnik haben?
- Wie sieht die Produktion der Zukunft aus?
- Welche Wechselwirkungen ergeben sich aus der demografischen Entwicklung und der zunehmenden Alterung der Bevölkerung?
- Wie können die Zuverlässigkeitsanforderungen der Industrie mit Internettechnologien erfüllt werden?
- Wie zuverlässig lassen sich die Datenflüsse im Netz steuern und das Know-how der Firmen und zugleich die Privatsphäre der Menschen schützen?

Wird Automation gar überflüssig? Nein, im Gegenteil: Automation ist der Schlüssel für hohe Produktivität. Für die nahe Zukunft gilt: Die klassische Automation ist in der Industrie fest verankert, die Zuverlässigkeit sowie Effizienz der industriellen Produktion basieren auf dem Fundament der Automation. In allen Branchen werden auch in Zukunft spezifische Lösungen für die eingesetzten Systeme und Komponenten benötigt, mit denen die ständig steigenden Anforderungen an die Sicherheit des Betriebs gelöst werden.

Darüber hinaus werden Funktionen hinzukommen, die Flexibilität wird steigen, Maschinen und Produktionseinrichtungen werden intelligenter, vernetzter und vor allem autonomer. Die Automation wird zudem auf angrenzende und übergeordnete Aufgaben erweitert.

Von Logistik zur Zulieferkette oder von Produktentwicklung zum 3-D-Druck des Produkts werden alle Gewerke interaktiv automatisiert.

Vorhandene Funktionen können ihre Position durchaus verändern, beispielsweise durch Auslagern unkritischer Mehrwertdienste in ein Netzwerk von spezialisierten Anbietern von Diensten. Die klassische Automation entwickelt sich dabei parallel weiter. Sie wird das Sinnvolle aus den Ideenpools aufnehmen, sich inspirieren lassen und sich evolutionär verbessern:

Automation bleibt Triebkraft und Schlüssel für Produktivität von morgen.

Nur ihre technische Realisierung mag sich wandeln, so wie sie sich in den 1960er-Jahren bereits gewandelt hat. Dies schließt neue Methoden, neue Konzepte, neue Funktionen und neue Geschäftsmodelle ein. Neue Anbieter werden in den Markt eintreten, wenngleich aufgrund der hohen damit verbundenen Investitionen nicht damit zu rechnen ist, dass dies mit der Geschwindigkeit, mit der Digitalkameras und Smartphones die klassischen Fotoapparate und Handys verdrängt haben, geschehen wird. Die Innovationsgeschwindigkeit wird von Domäne zu Domäne von den jeweiligen Lebenszyklen geprägt, die bei Stahlwerken mehrere Jahrzehnte dauern können, wohingegen Automobilfabriken über deutlich kürzere Lebenszyklen verfügen. Angesichts der überaus hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit wird daher die klassische Automation weiterhin ihre Schlüsselrolle in der Industrie spielen.

Für die zukünftige Entwicklung der Automation gehen die Autoren von drei Thesen aus, die in den nachfolgenden Kapiteln mit entsprechenden Handlungsempfehlungen versehen sind:

- Automation 2025 ist der Schlüssel zu individualisierten Produkten und flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken; dies fördert Wohlstand und Nachhaltigkeit.
- Automation 2025 befähigt und erleichtert: Technik mit dem Menschen für den Menschen.
- Automation 2025 verbindet Menschen und integriert Technologien durch die Vernetzung verschiedener Disziplinen zum Nutzen von Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft.



## 2 Automation 2025 ist der Schlüssel zu individualisierten Produkten und flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken; dies fördert Wohlstand und Nachhaltigkeit

### 2.1 Flexible Wertschöpfungsnetze

Automation verbindet Produkte und intelligente Dienstleistungen als Teil der Wertschöpfung und ermöglicht wirtschaftliche und effiziente Individualisierung. Automation ist als technologische Voraussetzung für flexible Wertschöpfungsnetzwerke weiter zu entwickeln.

Eine Grundaufgabe der Automation ist es, die effiziente und wirtschaftliche Herstellung von Produkten zu ermöglichen. Die moderne Gesellschaft stellt vielfältige Anforderungen an Produkte, sodass größere Variantenvielfalt, kürzere Innovationszyklen und allgemein höhere Komplexität der integrierten Produktion die logische Folge sind. Lieferketten müssen optimiert bzw. minimiert und Flexibilität muss maximiert werden. Diese Anforderungen sind nicht neu, werden sich zukünftig jedoch weiter verstärken.

Heute sind viele Technologien verfügbar, die in der Lage sind, diese Anforderungen an die Produkte auf neue Weise zu erfüllen. Diese Technologien – Kommunikationsnetzwerke, semantische Modellierungsverfahren, räumlich verteilte eingebettete Systeme u. a. – sind an der Schnittstelle von IT und Automation entstanden und ermöglichen neue technologische Realisierungen der Produktion.

Die Anforderungen an die Produkte erfüllen sich jedoch nicht durch die technischen Aspekte der Automation allein. Auf Basis der Anwendungen dieser neuen Technologien werden vollkommen neue und heute vielfach noch nicht realisierte Geschäftsmodelle ermöglicht.

Ein prominentes Beispiel für die neuen Möglichkeiten ist die wirtschaftliche Produktion von Produkten extrem kleiner Losgrößen. Bei hochwertigen Produkten wie Fahrzeugen, Küchen- und Büromöbeln oder individueller Bekleidung ist dies heute bereits Realität. Die meisten Produkte sind jedoch nur durch Massenfertigung wirtschaftlich produzierbar, beispielsweise Schuhe, Kosmetik, Lebensmittel, Computer oder

Kleidung. Hier bietet sich die Möglichkeit, Produktion, die in Länder mit extrem niedrigen Lohnkosten und in der Regel schlechten Arbeitsbedingungen verlagert wurde, durch Automation in Zukunft nahezu überall und vor allem nah am Kunden aufzubauen. Individualisierte Produktion auch in Hochlohnländern besser und wirtschaftlich durchzuführen, deutet ein enormes Potenzial an. Hinzu kommen deutlich verringerte Kosten der Logistik durch eine Produktion vor Ort.

Neben der Produktion an sich spielen neue Wertschöpfungsnetzwerke in der modernen Industrie eine wichtige Rolle. Durch die konsequente Vernetzung nicht nur innerhalb eines Betriebs, sondern über die gesamte Lieferkette hinweg bis zum Kunden, ergeben sich weitere vielfältige Möglichkeiten zur Verbesserung. Auch hier spielen intelligente Dienstleistungen, die sich den Informationshaushalt dieser Wertschöpfungsnetzwerke zu Nutze machen, eine Schlüsselrolle.

### 2.2 Neuartige Geschäftsmodelle

Unternehmen müssen zur Ausgestaltung flexibler, unternehmensübergreifender Wertschöpfungsnetzwerke neue Geschäftsmodelle und Organisationsstrukturen entwickeln.

Automation meistert zusammen mit dem Maschinen- und Anlagenbau technologische Komplexität, um kundenspezifische Probleme zu lösen und dabei die notwendige technische Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit so zu gewährleisten, dass Anwender von technischen Details verschont bleiben. In einem flexiblen Wertschöpfungsnetzwerk müssen lebenszyklusorientierte, digitale Dienstleistungen und weitere, ergänzende Produktangebote über eine lange Betriebszeit entwickelt werden. Anwender von Automationslösungen haben diese bisher selten bis nie aktiv eingefordert, noch sind sie gewohnt, diese Leistungen einzuplanen und zu bezahlen. Die Wertschöpfung in teilweise offenen Systemen und Plattformen setzt in der Automation einen weitreichenden Wandel zu einer Wert- und Serviceorientierung voraus. Basis

für die notwendig hohe Innovationsgeschwindigkeit sind Geschäftsmodelle für Partnerschaften zwischen Unternehmen, die eine Kooperation bei Forschung und Entwicklung erlauben („Coopetition“) und somit eine im Vergleich zur Eigenherstellung zügigere und kostengünstigere Entwicklung individualisierter Leistungen ermöglichen.

### 2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Für die vernetzte, flexible Produktion und individualisierte Produkte müssen international stabile juristische und verlässliche wirtschaftliche Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Neue Produkte, Systeme und Lösungen können in ihren Geschäftsmodellen langfristig nur erfolgreich sein, wenn sie sich innerhalb eines stabilen und verlässlichen rechtlichen Rahmens entwickeln können. Die vernetzte, flexible Produktion stellt damit erhebliche Herausforderungen für bestehende Rechtssysteme dar, die diese Aspekte bislang nicht oder nur unzureichend abdecken.

Der Schutz von Personen- und Unternehmensdaten (IT-Security) sowie eine funktional sichere Produktion (Functional Safety) sind nicht nur technisch zu lösen, sondern verlangen nach einem rechtlichen Rahmen. Dieser muss für die künftige flexible Produktion sowohl den notwendigen Datenzugriff, den Schutz von vertrauenswürdigen Daten und Intellectual Properties (IPs) sicherstellen, als auch die eindeutige Maschinen- bzw. Teilnehmeridentifizierung (in der IT auch als

Zertifizierung bezeichnet) berücksichtigen. In einer vernetzten Produktion wird die Frage nach Verantwortung und Haftung neu gestellt und beantwortet werden müssen. Maschinen werden zukünftig automatisiert Vorgänge und damit gegebenenfalls Verträge aushandeln können, die Qualitätsverantwortung übernehmen oder mit zusätzlichen Mehrwertdiensten versehen werden, die zu dem Erstellungszeitpunkt noch nicht absehbar waren und somit die Gewährleistung beeinflussen können.

Das Internet, der notwendige und wesentliche Enabler einer vernetzten, flexiblen Produktion, ist per Definition international, sodass Politik einerseits den rechtlichen Rahmen in nationalen Gesetzgebungen schaffen muss, diesen aber gleichzeitig auch international abstimmen muss, um den Anforderungen einer globalisierten Wirtschaft gerecht zu werden. Regionale Besonderheiten behindern die Verbreitung, verhindern den zu erwartenden Nutzen und reduzieren die globale Wettbewerbsfähigkeit lokaler Anbieter.

### 2.4 Arbeitsumfeld und Anforderungen an Aus- und Weiterbildung

Flexible Wertschöpfungsnetzwerke erfordern und ermöglichen flexible menschliche Arbeitsbedingungen. Alle an der Wertschöpfung Beteiligten müssen darauf vorbereitet werden.

Die Umsetzung zukünftiger Automationskonzepte wird die Anforderungen an menschliche Arbeit grundlegend verändern – darin liegen Chancen und Risiken gleichermaßen.

Die Arbeit kann dabei, angepasst an demografische Entwicklungen, für die Mitarbeiter sozialer gestaltet werden. Mitarbeiter können bei Anwendung anforderungsgerechter Assistenzsysteme bezogen auf die Lebensarbeitszeit länger am Arbeitsprozess teilnehmen. Durch flexible Arbeitszeitmodellen und eine durch Mitarbeiter gesteuerte Abstimmung der individuellen Zeiten kann die Work-Life-Balance grundsätzlich verbessert und an die Marktanforderungen adaptiert werden.

Arbeiten werden sich zukünftig inhaltlich verschieben. Der Anteil von Tätigkeiten mit höherer Wertschöpfung und der Anteil kreativ gestaltbarer Tätigkeiten – sowie die Attraktivität – werden zunehmen. Damit steigt die Anforderung an Eigenverantwortung und Selbstentfaltung. Als Konsequenz daraus wird die Umsetzung zukünftiger Automation in den Bereichen Technologie, Mensch-Maschine-Interaktion und Qualifizierung ein



Bild: Thomas Ernsting/LAIF

Indikator für die Attraktivität eines Unternehmens sein. Bei abnehmender Anzahl von Fachkräften im Markt sind Qualifikation und Attraktivität infolgedessen wesentliche Faktoren für den Unternehmenserfolg.

Einer unveränderlichen Logik folgende Entwicklungsschritte sowie Routinen werden in Zukunft verstärkt automatisiert werden können, um diesem Fachkräftemangel zu begegnen. Eine mögliche De-Qualifizierung vorhandener Fachkräfte durch Verlagerung zu vieler Entscheidungen und logischer Entwicklungen in Algorithmen muss von vornherein vermieden werden.

Veränderungen in den Arbeitsbedingungen werden im Wesentlichen in zwei Gebieten erfolgen: Qualifikation und Organisation. Lebenslanges und Ad-hoc-Lernen in einem sich schnell verändernden Umfeld ist eine der Grundvoraussetzungen des zukünftigen Arbeitsumfelds. Die Fähigkeit, Anwendungsmöglichkeiten von Lösungen in unterschiedlichen Produktionsumfeldern zu identifizieren und diese mit Partnern interdisziplinär, unternehmensübergreifend und unter Umständen in einem globalen Umfeld umzusetzen, wird wichtiger werden als ein tiefes technisches Wissen in einer Spezialdisziplin. Eine umfängliche Ausbildung im traditionellen Sinn kann in diesem Umfeld nur die Basis als Vorbereitung auf zukünftige Tätigkeiten legen. Immer wichtiger wird in der Ausbildung die Kooperation von Hochschulen mit Industrieunternehmen, um die genannten industriellen Anforderungen an die Ausbildung in der industriellen Praxis zu reflektieren und umzusetzen. Die Ausbildungsschwerpunkte werden erweitert werden müssen, da neben den Ingenieurwissenschaften zunehmend Kompetenzen im internationalen Projektmanagement und in der Organisation gefragt sind. Aber auch die Ingenieurwissenschaften werden sich breiter aufstellen, um interdisziplinäres Denken und Handeln bei der Produkt- und Prozessentwicklung zu stärken und leichter auf Marktgegebenheiten reagieren zu können.

Breites Wissen und vor allem Erfahrungen in Bezug auf die erforderliche Kooperation bei Entwicklung und Management von Produktionsprozessen werden



Bild: Thomas Ernsting/LAIF

zukünftig die Erfolgsfaktoren für Mitarbeiter und Unternehmen werden. Die Entwicklung von passenden Berufsbildern, Angeboten und Systemen für die berufsbegleitende Bildung ist erforderlich, um Mitarbeitern die benötigten Qualifikationen zu ermöglichen. Neben Wissen und Erfahrung wird zunehmend auch soziale Kompetenz wichtiger, da die Intensität der Kommunikation und Kooperation durch die stärkere Verflechtung von Disziplinen zunehmen wird.

Eine Herausforderung, bezogen auf die Einführung neuer Technologien und weitreichender Selbstbestimmung des individuellen Arbeitnehmers und gleichzeitigen Anbieters von Diensten, wird darin liegen, die Arbeitsbedingungen sozialverträglich zu gestalten. Ein immer wieder gezeichnetes Horrorszenario beschreibt den 24 Stunden, 7 Tage in der Woche verfügbaren Mitarbeiter, der immer dann arbeiten MUSS, wenn er oder sie gebraucht wird, um die Arbeit nicht zu verlieren. Um dies zu vermeiden, gilt es, den Dialog der Sozialpartner rechtzeitig und umfangreich vor der Einführung der Technologien zu führen und gemeinsam soweit als möglich abzuschließen – ohne Akzeptanz aller Beteiligten wird es keine erfolgreiche Realisierung geben können.



## 3 Automation 2025 befähigt und erleichtert: Technik mit dem Menschen für den Menschen

### 3.1 Demografischer Wandel

Automation ist eine wesentliche Chance zur Bewältigung des demografischen Wandels. Automation muss die Belastung von Menschen reduzieren, gleichzeitig seine Produktivität erhöhen und damit ausreichende Wertschöpfung sicherstellen. Automation muss Einzug in das medizinische und pflegerische Versorgungssystem halten, um Kosten zu beherrschen.

Im Jahr 2025 werden 26 % der deutschen Bevölkerung älter als 65 Jahre alt sein (Bild 1).

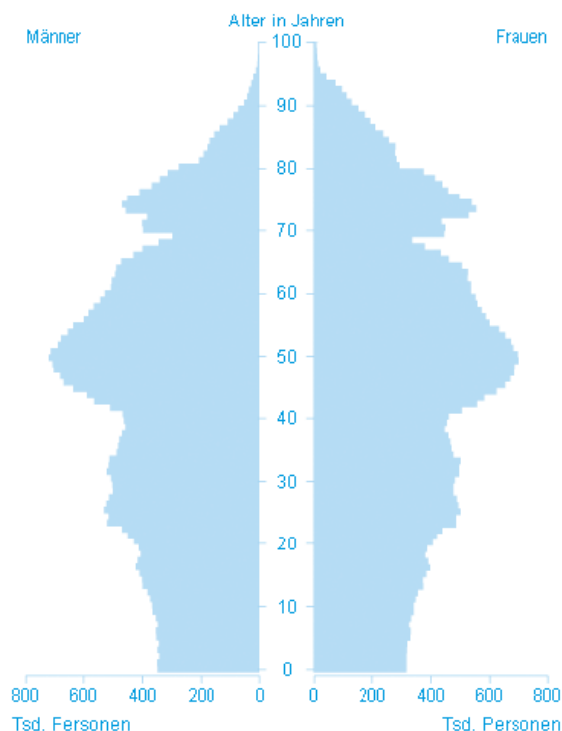


Bild 1. Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland 2013 auf der Grundlage des Zensus 2011  
© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014

Diese älter werdende Bevölkerung stellt besondere Anforderungen an die berufliche Umgebung. Neben der Entlastung von schwerer körperlicher Arbeit werden zunehmend Hilfestellungen bezüglich der sensorischen und kognitiven Funktionen entwickelt. Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, hilft die Automatisierungstechnik, Menschen eine sinnvolle Arbeit zu ermöglichen und sie mit ihren Erfahrungen auch weiterhin am Erwerbsleben teilhaben zu lassen.

Fünf Jahre weiter, im Jahr 2030, wird auf drei ausscheidende Arbeitnehmer nur ein Berufseinsteiger kommen. Um den Wohlstand zumindest zu erhalten, müssen Wertschöpfung und Produktivität der immer weniger werdenden Arbeitnehmer gesteigert und die Arbeitsfähigkeit länger erhalten werden. Auch dies ist nur bei realistischer Bewertung nur durch Automatisierung zu erreichen.

Die medizinische Versorgung profitiert von zunehmender Automatisierung. Nur durch diese lässt sich in Zeiten älter werdender und mehrfach erkrankender Patienten, bei gleichzeitig zahlenmäßig abnehmendem medizinischem und pflegerischem Personal, die Qualität der Versorgung aufrechterhalten.

Durch den demografischen Wandel entsteht ein relativer Mangel in den Arzt- und Pflegeberufen. Dieser lässt sich in seiner Wirkung nur durch die zunehmende Automatisierung medizinischer Tätigkeiten abschwächen. Beispielsweise können medizinische Geräte untereinander vernetzt werden oder ein Datenaustausch mit Krankenhausinformationssystemen stattfinden sowie Informationen über das Internet (im Sinne von „Cyber Medical Systems“) ausgetauscht werden. Erst die Einführung sicherer, herstellerunabhängiger Kommunikationsstandards wird zu einer breiten Vernetzung der verschiedenen Geräte in den Kliniken und im häuslichen Umfeld führen. In vielen Fällen wird im Jahr 2025 telemedizinische Versorgung Standard sein.



Die Implementierung etablierter klinischer Therapievorschriften (sogenannte „clinical guidelines“) wird durch Assistenzsysteme (z. B. als App) auf vorhandenen Therapiegeräten erfolgen. Für den Patienten bedeutet dies einen klaren Qualitätsgewinn, für alle pflegerisch oder medizinisch Tätigen eine große Arbeitsentlastung, gerade in Stresszeiten.

### 3.2 Mensch-Maschine-Systemtechnik

Automation muss in Theorie, Lehre und Praxis systematisch weiterentwickelt werden, um Menschen in Alltag und Beruf mit technischen Assistenzsystemen zu unterstützen.

Schlecht gestaltete Schnittstellen elektronischer Geräte begleiten uns als zuverlässig ärgerlicher Teil unseres Alltags, die zunehmend bei Kaufentscheidungen den Ausschlag geben. Ursache ist, dass viele Entwickler ihre Produkte nicht von den Abläufen zukünftiger Nutzern ausgehend entwerfen und realisieren. Daraus leitet sich für Automation 2025 der Bedarf zur systematischen Weiterentwicklung von Theorie, Lehre und Praxis ab. Voraussetzung ist die Wahrnehmung des Menschen als wertvoller Teilhaber an der Funktion eines anpassungsfähigen und widerstandsfähigen Mensch-Maschine-Systems. Das erfordert eine wertschätzende Ausrichtung an den kognitiven, psychischen und motorischen Leistungsvoraussetzungen und Entwicklungsmöglichkeiten bei Konzeption und Gestaltung eines Automatisierungssystems. Technische Systeme sollen effektives und effizientes Arbeiten ermöglichen, langfristige De-Qualifizierungserscheinungen und Gesundheitsschäden minimieren und den Nutzern gestatten, ihre Fähigkeiten im Sinne eines Gesamtsystems im Verbund mit der Maschine einzubringen und weiterzuentwickeln. Um derartige Systeme zu entwickeln, sind in der Theorie bislang nicht verbundene Gestaltungsaspekte wie Kompetenz, Gesundheit, Anpassungsfähigkeit und Vertrauen in interdisziplinären Teams zu untersuchen und zu vernetzen [4]. Die Lehrinhalte der Automation müssen um Theorie und Praxis der Mensch-Maschine-Systemtechnik [5; 6] erweitert werden. Dies muss auf breiter Basis in der Ingenieursausbildung erfolgen und kann in interdisziplinären Vertiefungsprogrammen wie dem Master in „Human Factors Engineering“, der beispielsweise an der Technischen Universität Berlin, an der Technischen Universität München oder an der Hochschule Niederrhein angeboten wird, weiter ausgebaut werden.

Die Grundlage für diese Weiterentwicklung einer menschenbewussten Automation 2025 in Forschung und



Bild: Thomas Ernsting/LAIF

Lehre ist, unabhängig von der Verankerung im Studium, eine intensive Zusammenarbeit zwischen Automation, Informatik, Psychologie und Arbeitswissenschaft.

### 3.3 Unterstützung des Nutzers

Zukünftige Automation muss sicherstellen, dass ihre Nutzung ein positives Erlebnis auf der Grundlage von Vertrauen, Erfahrung und Verständnis ist.

Die Entwicklung hin zu hochdynamischen, jederzeit und überall verfügbaren Automatisierungssystemen verändert die Interaktion mit, aber auch die Wahrnehmung von technischen Systemen durch die Nutzer. Das technische System wird zunehmend eine Rolle als kooperativer, assistierender Partner bei der Erfüllung der Arbeitsaufgabe wahrnehmen. Die Gestaltung dieser Systeme muss sicherstellen, dass sich die Interaktion stets als förderlich, selbstbestimmt und produktiv darstellt. Negative Wahrnehmungen wie Bevormundung, Einschränkung oder Ausschluss durch Technik müssen konsequent vermieden werden.

Um ein dauerhaftes, von Vertrauen, Verständnis und positiver Wahrnehmung geprägtes Nutzererleben sicherzustellen, müssen folgende Punkte ermöglicht werden:

- eine durchgehende Interaktion über räumliche, informationstechnische und Unternehmensgrenzen hinweg,
- eine kontinuierliche, arbeitsbegleitende und auf die Nutzer zugeschnittene Wissens- und Kompetenzvermittlung sowie
- die Assistenz im Sinne einer Entlastung von schwerer körperlicher Arbeit und Unterstützung sensorischer und kognitiver Funktionen.

### 3.4 Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion

Der Automationsexperte der Zukunft muss neben dem Entwurf komplexer Systeme auch die Gestaltung der zugehörigen Mensch-Technik-Interaktion beherrschen.

Automation wird in Zukunft über immer mehr unterstützende Funktionen im Alltags- und Berufsleben mit den Menschen interagieren und neue Arbeiten ermöglichen, die ohne Automation gar nicht realisierbar wären. Das verlangt besondere Fähigkeiten bei der Gestaltung von Automation.

Neben dem Design von Automation, das auf die rein unterstützenden Funktionen abzielt, ist daher Know-how über die Usability, also die übersichtliche Informationsdarstellung, leichte Bedienbarkeit

und weitgehende Fehlervermeidung, unverzichtbar. In der menschenzentrierten Entwicklung automatisierter Systeme kommt zudem dem Aspekt des positiven Nutzererlebens, das mit Freude, Vertrauen und Begeisterung einhergeht, eine immer größere Bedeutung zu.

Neben der Bestimmung, wie der Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine ausgestaltet wird, treffen Automatisierungsexperten bei der Systemgestaltung wichtige Entscheidungen, welche Tätigkeiten übertragen werden sollen. Damit legen sie positive und negative Auswirkung von Automation auf die in diesen Systemen Verantwortung tragenden Menschen fest [3]. Automatisierungsexperten müssen sich daher ihrer Verantwortung, wie viel der Entscheidungen in die Automation verlagert werden und welchen Einfluss das Design der Systeme auf die Arbeits- und Entscheidungsfähigkeit sowie die Motivation der mit den Systemen interagierenden Menschen hat, bewusst werden.

## 4 Automation 2025 verbindet Menschen und integriert Technologien durch die Vernetzung verschiedener Disziplinen zum Nutzen von Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft

### 4.1 Soziale Fähigkeiten

Automation ist der Schlüssel zur Beherrschung komplexer Systeme. Die dafür notwendigen Automationsexperten müssen neben einer soliden fachlichen Ausbildung in zunehmendem Maße soziale Fähigkeiten mitbringen oder erwerben, um interdisziplinäre und interkulturelle Projektarbeit erfolgreich meistern zu können.

Die zunehmende Komplexität technischer Systeme lässt sich nur durch Automation und disziplinübergreifende Kooperation beherrschen. In der Ausbildung muss dieser Tatsache Rechnung getragen werden, indem verstärkt Projektarbeiten mit fachübergreifenden Aufgabenstellungen durch interdisziplinäre Teams von Studierenden durchgeführt werden. Je nach Thema und Aufgabenstellung kommen dabei unterschiedliche Studienschwerpunkte zum Tragen, z. B. Automatisierungs-, Mess- und Regelungstechnik, Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Chemieingenieurwesen, Mensch-Maschine-Systemtechnik.

Der Wandel von einer vorlesungsorientierten Ausbildung zu einem handlungsorientierten, individualisierten Projektunterricht ist notwendig, um mit dem Ausbildungsstandort Deutschland im globalen Wettbewerb um Talente bestehen zu können. Dabei eröffnet die Kombination traditioneller Wissensvermittlung mit MOOC-Technologien (Massive Open Online Course) durch deren weltweite und für Studierende im Allgemeinen kostenfreie Verfügbarkeit völlig neue Möglichkeiten, die in Zukunft verstärkt genutzt werden müssen.

Wird der traditionelle Vorlesungsteil ganz oder teilweise durch Videosequenzen und ergänzende interaktive Lehrmaterialien in das Internet verlagert, wird durch den dadurch entstehenden globalen Wettbewerb die Qualität der Lehrenden und ihrer didaktischen Fähigkeiten transparent. Mittelfristig erhöht sich damit die Qualität der Lehre.

Studierende können durch flankierende Selbstlernübungen bis hin zur selbstorganisierenden Vernetzung untereinander ihre individuellen Stärken bei der Aufnahme von neuem Wissen gezielt nutzen.

Im Präsenzteil können und müssen dann verstärkt aktuelle Beispiele aus der Praxis diskutiert werden und es muss der Projektarbeit mehr Raum gegeben werden.

Dieser Ansatz erfordert ein radikales Umdenken in Bezug auf Wissensvermittlung und Wissensaufnahme, didaktische Gestaltung des Präsenzunterrichts sowie die Gewöhnung der Studierenden an mehr eigenverantwortliche Selbstlernphasen.

Der Ausbau der MOOCs ist vor allem in den USA seit Jahren Realität. Hauptmotivation der in den USA im Wesentlichen privat finanzierten Eliteuniversitäten ist der Wettbewerb um die besten Talente weltweit und somit die Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit in der Zukunft. Für Studierende in Deutschland ist die Forderung nach dem Ausbau von MOOCs – gepaart mit einem massiven Ausbau von Projektarbeiten in disziplinübergreifenden Teams – eine grundlegende

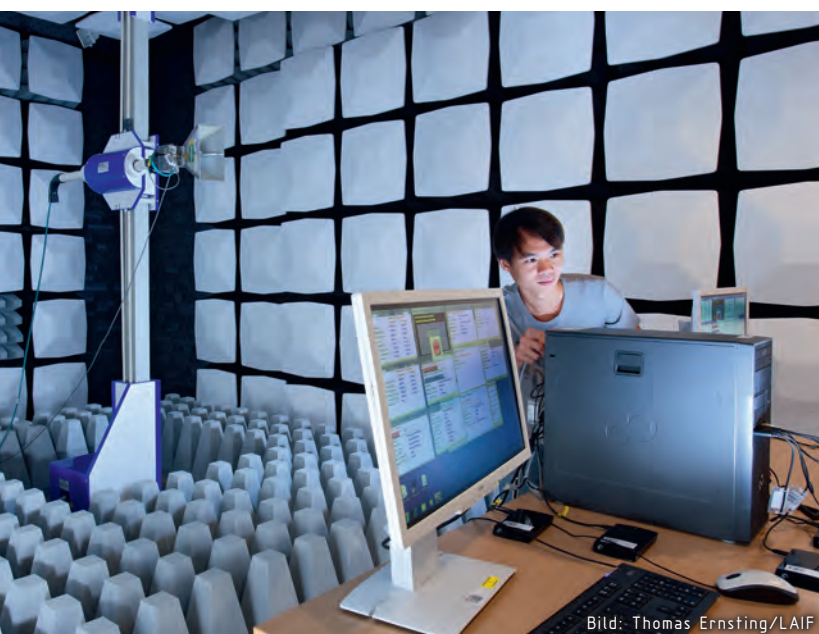


Bild: Thomas Ernsting/LAIF



Notwendigkeit, um Studierende auf die Erfordernisse des in Zukunft weiter globalisierten Arbeitsmarkts vorzubereiten.

Dabei darf nicht unterschätzt werden, dass diese Umstellung vor allem in der Start- und Übergangsphase große Investitionen erfordern wird. Mit der heutigen, im internationalen Vergleich massiven Unterfinanzierung des personal- und materialintensiven Projektunterrichts im Hochschulbereich wird sich die globale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Universitäts- und Hochschullandschaft nicht sicherstellen lassen.

## 4.2 Interkulturelle Kompetenzen

Innerhalb der Projekte müssen alle Beiträge erkannt und systematisch eingebracht werden – unabhängig von kultureller und fachlicher Herkunft. Dies erfordert von allen Projektpartnern, die Erkenntnisse anderer anzuerkennen, zu respektieren und aktiv in das eigene Vorgehen und Gestalten zu integrieren.

Die zunehmende kulturelle Diversität der an Projekten beteiligten Experten stellt weitere Herausforderungen an den offenen Umgang mit menschlichen Prägungen, Werten und Verhalten. Beziehungsmanagement, Kommunikationsstil, Verbindlichkeit, Autorität, die Einstellung zu „Freizeit“ versus „Arbeitszeit“ und vieles mehr haben großen Einfluss auf die Entscheidungsprozesse und die Planungssicherheit internationaler Projekte.

Angesichts der bis zum Jahr 2025 zu erwartenden Vervielfachung von Projektpartnern aus allen Teilen der Welt, vor allem aber aus asiatischen Ländern müssen die traditionell westlich geprägten Sichten während der Implementierung von internationalen Projekten hinterfragt und neu gestaltet werden. Nur damit können Irritationen und Fehlentwicklungen vermieden werden. Dabei beginnt die kulturelle Vielfalt bereits in den Unternehmen: Derzeit sind rund 1,66 Mio. Ingenieure in Deutschland tätig; dabei ist bereits jeder siebte laut einer Studie des VDI zugewandert, die Tendenz ist weiter steigend.

Dieser Aspekt, der eine neue Dimension in der Qualifikation zukünftiger Fach- und Führungskräfte darstellt und als selbstreflexiver, persönlichkeitsbildender Ansatz gesehen werden kann, muss im künftigen Curriculum der Ingenieurausbildung verankert werden. Gute Beispiele dieser Integration können an amerikanischen Elite-Universitäten gefunden werden.

Wenn es gelingt, industrielle Projektarbeit in diesem Sinne als „Integrierende Ergänzung von Wissen und Kulturen“ zu gestalten, kann die Automation für die Zukunft einen wichtigen Beitrag leisten, der weit über ihrem technischen Nutzen liegt.

Eine Möglichkeit zur curricularen Verankerung solcher Aktivitäten in den universitären Ausbildungsplänen ist die Teilnahme an nationalen oder internationalen Wettbewerben (z. B. Formula Student, Carolo Cup, Chemcar oder RoboCup).

## 4.3 Automation überwindet Grenzen

Automation wird weltweit eingesetzt. Die offenen Standards der technischen Systeme sichern grenzüberschreitende Anwendung – nationale Grenzen, technische Grenzen, aber auch die traditionellen Grenzen der wissenschaftlichen Disziplinen werden durchlässig, um für die Gesellschaft, die Umwelt und die Wirtschaft optimale Lösungen zu finden.

Bei der Entwicklung und der Anwendung weltweit vernetzter Systeme arbeiten Menschen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen, aber auch aus unterschiedlichen Kulturen über längere Zeit intensiv zusammen. In dieser Vielfalt liegen in der Praxis sowohl große Herausforderungen als auch große Chancen begründet.

In Deutschland stammen nur rund 11 % der Studierenden aus dem Ausland, die Frauenquote in den

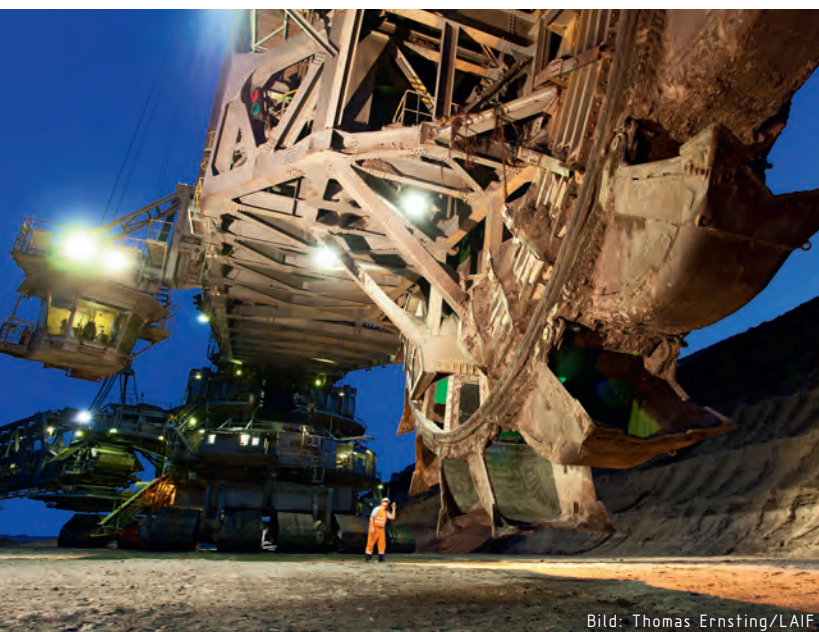


Bild: Thomas Ernsting/LAIF

MINT-Fächern liegt immer noch unter 20 % und über 70 % der Studierenden haben mindestens einen Elternteil, der ebenfalls studiert hat – in Summe ist das zu wenig, um interkulturelle Kompetenzen im Studium in Deutschland zu erwerben oder Diversität wirklich zu erleben.

Ausgeglichen wird dies zum Teil dadurch, dass derzeit in der Gesamtbetrachtung bereits jeder dritte deutsche Absolvent die Option wahrnimmt, Studienzeit im Ausland zu verbringen – dabei belegen die Ingenieurwissenschaften jedoch einen der hinteren Plätze und kommen gerade einmal auf 10 %.

Demgegenüber besteht bei gut einem Drittel der Absolventen des Maschinenbaus und der Verfahrenstechnik die Notwendigkeit, innerhalb der ersten fünf Jahre des Erwerbslebens längerfristige Projekte im Ausland zu bearbeiten. Hier besteht ein großer Nachholbedarf, den es gilt, bis 2025 zu decken.

Hier stellt sich die eindringliche Frage, welche – anscheinend falschen – Signale aus Industrie, Forschung und Lehre bei heutigen Studierenden in Deutschland ankommen. Die vermeintlich wahrgenommene Forderung nach (weiterer) Verkürzung der Studienzeiten und (weiterer) Fokussierung auf fachliche Inhalte steht den Anforderungen des späteren Berufslebens entgegengesetzt gegenüber. Es besteht dringender Handlungsbedarf, diesen Eindruck bei Studierenden und zukünftigen Studienanfängern zu korrigieren.

#### 4.4 Problemlösekompetenzen

Automation gestaltet Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft. Die Ausbildung muss die Automationsexperten auf diese Verantwortung vorbereiten.

Mit der Digitalisierung der Wirtschaft wird ein umfassender Einzug von Informations- und Kommunikationstechnik sowie deren Vernetzung zu einem Internet der Dinge, Dienste, Daten und Systeme stattfinden. Welche Komponenten und welche Systeme, welche Software und welche Vernetzungsformen sich als Standard durchsetzen werden, ist derzeit noch offen. Das bedeutet, dass zukünftige Technologien und Standards erst durch Hochschulen, Unternehmen und Institutionen erarbeitet werden müssen.

Weiterhin werden sich die Innovationszyklen zunehmend verkürzen, sodass der klassische Personalentwicklungsprozess von der Bildungsbedarfsanalyse bis zur Qualifizierung zukünftig nicht mehr in seiner bisherigen Form anwendbar sein wird. Die Entwick-

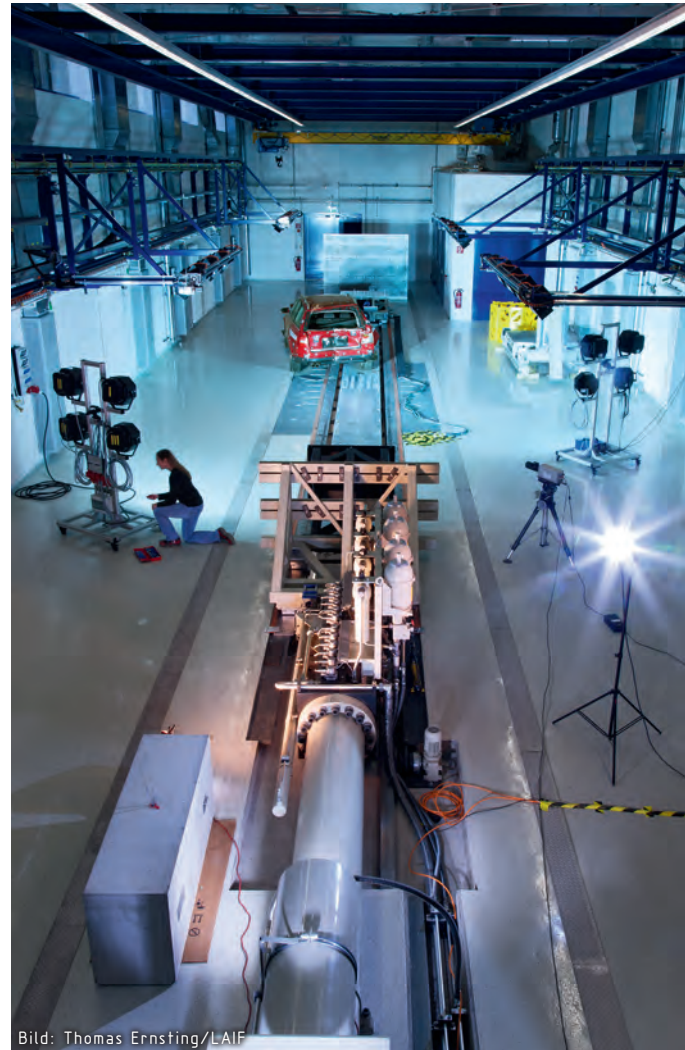


Bild: Thomas Ernsting/LAIF

lung von Kompetenzen, die nach Erpenbeck und von Rosenstil als „Fähigkeit der Mitarbeiter, sich in offenen und unüberschaubaren, komplexen und dynamischen Situationen, selbstorganisiert zurechtzufinden“ bezeichnet wird [1], wird an Bedeutung stark zunehmen.

Eine konkrete Kompetenz, die in der vernetzten Produktion entscheidend sein wird, ist die Fähigkeit der Mitarbeiter, Signale der Veränderung wahrzunehmen, zu interpretieren und auftretende Probleme zu analysieren und dafür neue, bislang noch unbekannte Lösungen zu erarbeiten. Auf die zukünftige Produktion bezogen, bedeutet dies, dass Mitarbeiter in der Lage sein müssen, Maschinen, Anlagen und Produkte neuen Typs zu projektieren, montieren und zu bedienen, einzurichten und instand zu halten. Handlungskompetenz zeigt sich dann immer in einer konkreten Situation und wird letztlich erst im Ergebnis der Handlung sichtbar. Dies hat den Nachteil, dass man die Handlungskompetenz im klassischen Sinne nicht abprüfen kann, sondern ihre Ausprägung sich erst in der Qualität der erbrachten Problemlösung zeigt.



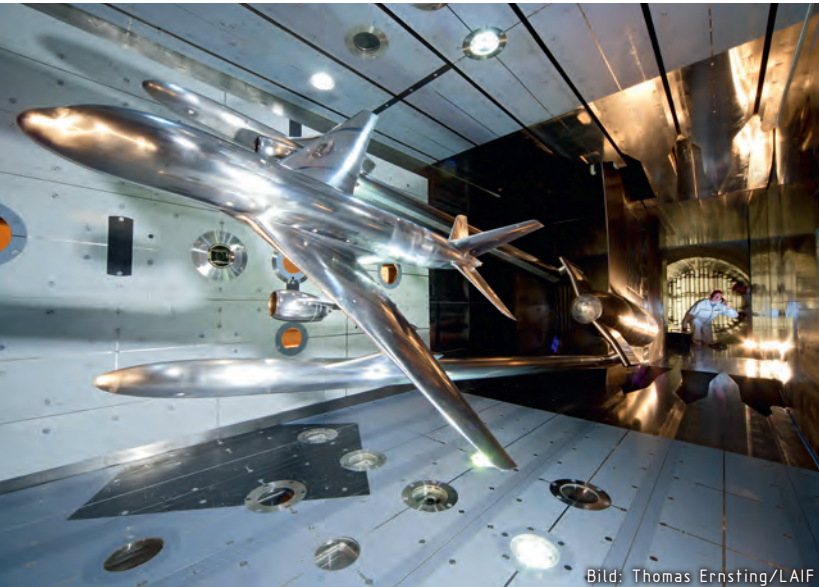


Bild: Thomas Ernsting/LAIF

Obwohl die Entwicklung von Kompetenzen ein Lernprozess ist, lassen sich Kompetenzen nicht in klassischer Form lehren. Zukünftig werden Kompetenzen in der praktischen Arbeit als Erfahrung erworben werden. Der Prozess wird durch den Lernenden gesteuert und der Trainer begleitet diesen als Moderator oder Coach. Das Lernen erfolgt anhand von offenen, bedarfsorientierten Aufgabenstellungen aus dem realen Arbeitsumfeld mit einem weit gefassten Lösungsraum.

Zukünftige Lehr- und Forschungsplattformen bilden modular die einzelnen Komponenten einer realen Produktionsanlage ab, die eingebettet in bedarfsorientierte Trainingskonstellationen eine funktionsspezifische Kompetenzentwicklung ermöglicht, beispielsweise für Bediener hinsichtlich des Verständnisses von Strukturen und des Behebens einfacher Mängel sowie des Beseitigens von Störungen sowie die Erarbeitung anlagenspezifischer Wartungs- und Inspektionsschwerpunkte für Instandhalter.

#### 4.5 Mit Automation zur Ressourceneffizienz

Automation ist zur effizienten Nutzung von Ressourcen essenziell. Im Alltag, in der Produktion sowie in der Energieerzeugung und -verteilung muss zukünftige Automation die Verwendung von Ressourcen transparent machen und intelligent managen.

Der Schutz und die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen wie Rohstoffe, Energie, Wasser, Flächen und Böden sowie Biodiversität sind große Herausforderungen unseres Jahrhunderts. Situation und Preis-

gestaltung auf den weltweiten Energie- und Rohstoffmärkten haben ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen. Sowohl die Unternehmen als auch die Gesellschaft sind gefordert, die Effizienz bei der Nutzung von Ressourcen deutlich zu steigern.

Deutschland kommt bei der effizienten Nutzung von Ressourcen eine Vorreiterrolle zu, daher hat die Bundesregierung das Thema auch politisch verankert. Die Automation hat an der effizienten Ressourcennutzung einen entscheidenden Anteil. Entsprechend der Definition der Ressourceneffizienz als Verhältnis von Nutzen oder Ergebnis zum dafür notwendigen Einsatz natürlicher Ressourcen, ist die Automation sowohl auf die Vergrößerung des Nutzens als auch die Verringerung des Ressourceneinsatzes hin ausgerichtet.

Automation ist ein Schlüssel für die Entwicklung intelligenter, nutzerfreundlicher und ressourcenschonender Produkte und Prozesse. Dabei entfaltet die Automation in den verschiedenen Branchen ihre Wirkung: bei der Verringerung des Leistungsbedarfs einzelner elektronischer Geräte im Alltag ebenso wie bei der mess- und regelungstechnischen Optimierung großer prozesstechnischer Anlagen.

Die Automation liefert Methoden und technische Lösungen, um durch intelligente Managementsysteme ein ausgewogenes und den aktuellen Anforderungen angepasstes Verhältnis des Einsatzes der verschiedenen Ressourcen zu sichern und den Ressourceneinsatz jederzeit transparent darzustellen.

In produzierenden Unternehmen, im Bereich industrieller und kommunaler Infrastruktur sowie für Gebäude werden bereits etablierte Energiemanagementsysteme weiterentwickelt, um künftig eine noch größere Verbreitung zu erfahren. Diese intelligenten Managementsysteme, die entlang prognostizierter Werte mittels automatisierter Steuerung die Prozesse optimieren, lassen signifikante Energieeinsparungen erwarten.

Bis zum Jahr 2050 sollen die Treibhausgasemissionen in Deutschland um 80 % bis 95 % gegenüber 1990 reduziert werden. Ziel ist es, im gleichen Jahr einen Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung von mindestens 80 % zu erreichen. Trotz weiteren Wirtschaftswachstums soll der Primärenergiebedarf durch eine wesentlich effizientere Nutzung und Wandlung von Energie bis 2050 halbiert werden, insbesondere im Bereich der Wärmenutzung; der Stromverbrauch soll bis dahin um 25 % sinken. [3]

Automation ist ein, wenn nicht der Erfolgsfaktor zur Erreichung dieser Ziele.

## 4.6 IT-Sicherheit

Zukünftige offene und vernetzte Automation muss sicher sein.

Weltweite Verfügbarkeit und ein hoher Reifegrad lassen die heutige Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zur treibenden Innovationskraft der (industriellen) Automation werden. Eine essenzielle Herausforderung dieser zum Teil bereits bestehenden Kooperation stellt die Gewährleistung der Informationssicherheit dar. Diese Zusammenarbeit darf sich jedoch nicht auf die wissenschaftliche Seite beschränken. Vielmehr ist eine verstärkte Diskussion von Politik, Wirtschaft und Industrie notwendig, wie sie bereits während der Erarbeitung des IT-Sicherheitsgesetzes stattgefunden hat.

Mit dem Entwurf des IT-Sicherheitsgesetzes [2] wird deutlich, dass sich die industrielle Informationssicherheit nahtlos in die nationale und internationale Sicherheitsstrategie einfügen muss. Kritische Infrastrukturen (KRITIS) mit hohem Automatisierungs- und Vernetzungsgrad müssen vorrangig und konsequent abgesichert werden. Dies ist notwendig, da zukünftig die Vernetzung industrieller Anlagen über öffentliche und private IKT-Netze zunehmen wird. Hauptgründe sind unter anderem die zunehmende Globalisierung in der Prozess- und Fertigungsindustrie, getrieben durch Kostendruck, steigende Umwelanforderungen, Nachfrageänderungen bei Produkten und der Wunsch nach Auslandsinvestitionen selbst in Klein- und Mittelständischen Betrieben (KMU).

Aus dieser fortschreitenden Globalisierung sowie dem Trend der Digitalisierung der Geschäftsmodelle, deren Kern Plattformen sind und deren Server unter Umständen eben nicht in Deutschland oder Europa stehen, resultieren Herausforderungen für eine neue, durchgehende Gewährleistung der Informationssicherheit. Es sind standardisierte technische als auch organisatorische Schutzmaßnahmen

erforderlich, die die Informationssicherheit auch bei geografischer Verteilung der Wertschöpfungskette mit unterschiedlicher Rechtslage und einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure gewährleisten kann. Zukünftige Lösungen müssen hoch dynamisch sein, da die wirtschaftliche als auch politische Motivationskraft der Angreifer in Sachen Stärke und Aktualität maßgebend sein wird. Einerseits wird hieraus deutlich, dass eine kontinuierliche Weiterentwicklung von Informationssicherheit von Nöten ist. Andererseits muss klar sein, dass besonders kritische Anwendungsbereiche, wie kerntechnische Anlagen, weiterhin Insellösungen bleiben müssen.

Eine ideale Lösung von Informationssicherheit ist eine für den Anwendungsfall und dessen Umgebungsbedingungen angepasste, wirtschaftliche Lösung. Sie wird ausgewogen technische und organisatorische (Mensch, Organisation) Schutzmaßnahmen enthalten, die einer kontinuierlichen Verbesserung unterliegen. Informationssicherheit wird in Zukunft nicht über einen Satz an Lösungen definiert, sondern über seinen Prozess. Durch eine hohe Standardisierungstiefe ist es dann möglich, eine hohe Qualität der Prozesse durch einheitliche Auditierungsmaßnahmen sowie durch Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen zu gewährleisten.

Um diese Ziele zu erreichen, muss die Normenlage branchenunabhängig analysiert werden. Das Thema Informationssicherheit blickt auf eine lange Historie mit derzeit vielen Ergebnissen zurück. Die Normenlandschaft ist damit vielfältig und zum Teil unübersichtlich. Zukünftige Aktivitäten müssen darauf abzielen, Komplementärlösungen zu beseitigen und weiße Flecken im Normenbereich auszufüllen. Hiermit wird eine solide Grundlage geschaffen, um nachfolgend Prozesse als auch Schutzmaßnahmen weiter- bzw. neuentwickeln zu können. Eine Herausforderung wird sein, dem zunehmend hohen Grad an Individualität von Wertschöpfungsnetzwerken gerecht zu werden. Aus Sicht der Informationssicherheit sind dafür branchenspezifische Normen und letztlich angepasste Lösungen nötig.

## 5 Zusammenfassung

In einer Welt, in der heute „alles digitalisiert wird, was digitalisiert werden kann“, kommt der Automation als Bindeglied zwischen den physischen Elementen der realen Welt und ihren virtuellen Abbildern eine, wenn nicht gar die Schlüsselrolle bei der erfolgreichen Realisierung und Gestaltung der Zukunft zu.

Automation ist das notwendige Bindeglied, das aus den Möglichkeiten der Software realen Nutzen generiert – sei es in der Ressourcenschonung, der altersgerechten Gestaltung von Arbeitsumgebungen, der Unterstützung der Medizin in der Versorgung von Menschen oder der Erleichterung im Alltag. Automation ist notwendig, um dem demografischen Wandel, der Globalisierung, der wachsenden Komplexität und der geforderten Flexibilität mit konkreten Lösungen für die produzierende Industrie zu begegnen.

Basis dafür sind Menschen: Automationsexperten, die durch ihre Ausbildung, Erfahrung und kontinuierliche Weiterentwicklung neben den fachlichen Qualifikationen über soziale und interkulturelle Fähigkeiten verfügen sowie die Kompetenz besitzen, Mensch-Maschine-Interaktion in allen Konsequenzen sinnhaft

und zum Nutzen des Menschen zu gestalten sowie über hohe Problemlösefähigkeit verfügen.

Zwei wesentliche Herausforderungen sind zu meistern, die nicht durch die technischen Disziplinen allein gelöst werden können: Es gilt durchgängige IT-Sicherheit zu gestalten sowie global gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die vernetzten Unternehmen Rechtssicherheit garantieren.

Wenn uns das gemeinsam gelingt, dann können wir davon ausgehen, dass unsere drei Thesen bis 2025 Realität werden:

- Automation 2025 ist der Schlüssel zu individualisierten Produkten und flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken; dies fördert Wohlstand und Nachhaltigkeit.
- Automation 2025 befähigt und erleichtert: Technik mit dem Menschen für den Menschen.
- Automation 2025 Menschen verbindet und Technologien integriert durch die Vernetzung verschiedener Disziplinen zum Nutzen von Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft



## Schrifttum

- [1] Erpenbeck, J./von Rosenstiel, L.: Handbuch Kompetenzmessung, Stuttgart 2004
- [2] Deutscher Bundestag Drucksache 18/4096, 18. Wahlperiode 25.02.2015, Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz)
- [3] BMBF-Foresight-Zyklus II, Suchphase 2012–2014, Zwischenergebnis 3; Forschungs- und Technologieperspektiven 2030; Kapitel 3 Energie; VDI Technologiezentrum, Fraunhofer ISI 2015
- [4] Urbas, L: Conducive Design, Förderliche Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen. Tagungsband useware 2014, S. 3–10. VDI 2014
- [5] Timpe, K.-P., Jürgensohn, Th., Kolrep, H.: Mensch-Maschine-Systemtechnik. Symposium 2002
- [6] Zühlke, D.: Useware-Engineering für technische Systeme. Springer 2004

## Der VDI

### Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Ingenieure brauchen eine starke Vereinigung, die sie bei ihrer Arbeit unterstützt, fördert und vertritt. Diese Aufgabe übernimmt der VDI Verein Deutscher Ingenieure. Seit über 150 Jahren steht er Ingenieurinnen und Ingenieuren zuverlässig zur Seite. Mehr als 12.000 ehrenamtliche Experten bearbeiten jedes Jahr neueste Erkenntnisse zur Förderung unseres Technikstandorts. Das überzeugt: Mit rund 154.000 Mitgliedern ist der VDI die größte Ingenieurvereinigung in Deutschland. Als drittgrößter Regelsetzer ist er Partner für die deutsche Wirtschaft und Wissenschaft.

## Autoren

Automation ist für Deutschland der Schlüssel für die Zukunft. Damit dies gelingt, hat die Arbeitsgruppe „Automation 2025“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik diese Thesen und Handlungsfelder erarbeitet:

Dipl.-Ing. Heiko Adamczyk  
Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Kurt D. Bettenhausen  
Vorsitzender der Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Werner Daum  
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Dr.-Ing. Dagmar Dirzus  
VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Dr. Helmut Figalist  
Siemens AG

Dr.-Ing. Michael Heim  
Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Jumar  
ifak e.V. Magdeburg

Prof. Dr.-Ing. Steffen Leonhardt  
RWTH Aachen

Dr.-Ing. Eckhard Roos  
Festo AG&Co. KG

Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas  
Technische Universität Dresden

Christoph Winterhalter  
ABB AG



VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.  
Technik und Wissenschaft  
Dr.-Ing. Dagmar Dirzus  
Tel. +49 211 6214-145  
[dirzus@vdi.de](mailto:dirzus@vdi.de)  
[www.vdi.de/GMA](http://www.vdi.de/GMA)