

Tilo Heimbold



Einführung in die Automatisierungstechnik

Automatisierungssysteme, Komponenten,
Projektierung und Planung



2., aktualisierte und erweiterte Auflage

HANSER

Heimbold
Einführung in die Automatisierungstechnik



Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!

Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

plus-2hc2h-7z0i3

plus.hanser-fachbuch.de



Bleiben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Tilo Heimbold

Einführung in die Automatisierungstechnik

Automatisierungssysteme, Komponenten,
Projektierung und Planung

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

HANSER

Über den Autor:

Prof. Dr.-Ing. Tilo Heimbold lehrt Automatisierungstechnik an der Fakultät Ingenieurwissenschaften der HTWK Leipzig.



Print-ISBN: 978-3-446-48019-3

E-Book-ISBN: 978-3-446-48111-4

Alle in diesem Werk enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Werk enthaltenen Informationen für Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht. Ebenso wenig übernehmen Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt also auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die endgültige Entscheidung über die Eignung der Informationen für die vorgesehene Verwendung in einer bestimmten Anwendung liegt in der alleinigen Verantwortung des Nutzers.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Werkes, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 UrhG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wir behalten uns auch eine Nutzung des Werks für Zwecke des Text- und Data Mining nach § 44b UrhG ausdrücklich vor.

© 2025 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München

Kolbergerstraße 22 | 81679 München | info@hanser.de

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Frank Katzenmayer

Herstellung: Frauke Schafft

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Covergestaltung: Thomas West

Titelmotiv: © shutterstock / SWKStock

Satz: Eberl & Koesel Studio, Kempten

Druck: Elanders Waiblingen GmbH, Waiblingen

Printed in Germany

Vorwort

Automatisierungssysteme sind vielfältig, uns allgegenwärtig, und nicht selten im Verborgenen arbeitend. Automatisierte Anlagen produzieren Lebensmittel, steuern die Fahrgeschäfte auf Jahrmärkten, regeln den Bahn- und Straßenverkehr, überwachen gefährliche Bereiche und unterstützen den Menschen im täglichen Leben. Man setzt einfach voraus, dass alles funktioniert; doch der eine oder andere möchte vielleicht mehr erfahren, z. B.:

Was gehört zu einem Automatisierungssystem? Welche Komponenten werden benötigt? Wie werden Informationen übertragen? Wie werden die Messdaten erfasst? Wie erfolgt die Steuerung? Was sind Feldbussysteme? Sind die Anlagen sicher?

Dies sind nur einige der Fragen, die sich stellen, wenn man sich mit dem großen und breiten Gebiet der Automatisierungstechnik näher befassen möchte.

Dieses Lehrbuch soll vor allem Lesern, welche sich das erste Mal mit Automatisierungssystemen auseinandersetzen, einen Einblick bzw. eine Einführung in die Automatisierungstechnik geben. Der Verfasser hofft, damit das Interesse auf das spannende Thema der Automatisierung zu wecken. Dem Leser werden vielfältige Möglichkeiten und Wege zur Automatisierung technischer Prozesse aufgezeigt. Zum intensiveren Studium spezieller Teilgebiete wird auf die entsprechende Fachliteratur hingewiesen. Ergänzt wird der Inhalt durch eine tiefere Behandlung der Projektierung und Planung von Automatisierungsanlagen. Dazu werden die notwendigen Beschreibungen und Dokumente gezeigt und anhand von Beispielen näher beschrieben. Abschließend erfolgt die Vorstellung eines CAE-Werkzeuges zur Planung von Automatisierungsvorhaben.

Bedanken möchte ich mich bei Frau Franziska Jacob, M.A., Frau Mirja Werner, M.A. und Frau Dipl.-Ing. (FH) Franziska Kaufmann vom Hanser Verlag für die aufgeschlossene und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Herrn Dipl.-Ing. Helmut Rauschendorf der RTI GmbH danke ich für die überaus konstruktive Zusammenarbeit und die zur Verfügung gestellten Dokumente für Kapitel 7.

Herrn M.Eng. Tobias Rudloff gilt mein Dank für die unzähligen intensiven und anregenden Diskussionen und die technische Unterstützung.

Ganz besonders danken möchte ich abschließend meiner Familie für das unbremste Verständnis bei der Realisierung dieses Buchprojektes.

Leipzig, im August 2014

Tilo Heibold

Vorwort zur 2. Auflage

Auch auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik hat sich in den letzten Jahren vieles getan. So wurden u. a. die Gerätetechnik weiterentwickelt, die Leistungsfähigkeit der Anlagen gesteigert und neue Technologien eingeführt. In der vorliegenden Auflage wurden einige Themen ergänzt bzw. aktualisiert und Fehler beseitigt.

Herzlichen Dank an Frau Christina Kubiak und Herrn Dipl.-Volksw. Frank Katzenmayer vom Carl Hanser Verlag für die angenehme Zusammenarbeit und ihre Geduld.

Herrn Dipl.-Ing. Sebastian Helbig der RTI Automation GmbH danke ich für die aktualisierten Dokumente zu Kapitel 7.

Herrn M. Eng. Tobias Rudloff und Herrn M. Sc. Tobias Haft möchte ich für die konstruktiven Gespräche und die technische Unterstützung danken.

Leipzig, im Januar 2025

Tilo Heibold



Auf plus.hanser-fachbuch.de stehen weitere Aufgaben samt Lösungen zur Verfügung. Den dafür notwendigen Zugangscode finden Sie auf der ersten Buchseite.

Inhalt

Vorwort	V
1 Einführung	1
1.1 Grundlagen/Begriffe	1
1.1.1 Ziele der Automatisierung	3
1.1.2 Begriffe	5
1.2 Technische Prozesse	10
1.2.1 Begriffsbestimmung	10
1.2.2 Klassifizierung technischer Prozesse	13
1.3 Prozessleittechnik	23
1.4 Ebenenmodelle	26
1.4.1 Automatisierungspyramide	26
1.4.2 Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0	29
1.5 Übungsaufgaben zu Kapitel 1	31
2 Aufbau und Struktur von Automatisierungssystemen	33
2.1 Automatisierungsstrukturen	33
2.2 Automatisierungshierarchien	40
2.3 Verteilte Systeme	42
2.4 Redundanzstrukturen	44
2.5 Automatisierungstechnik – gestern/heute	52
2.6 Übungsaufgaben zu Kapitel 2	54
3 Messeinrichtungen	55
3.1 Allgemein	56
3.2 Einteilung	59

3.2.1	Signalart	60
3.2.2	Systemfähigkeit	61
3.2.3	Funktionalität	62
3.3	Messprinzipien am Beispiel Temperatur	64
3.3.1	Widerstandsthermometer	66
3.3.2	NTC – Negative Temperature Coefficient	67
3.3.3	PTC – Positive Temperature Coefficient	68
3.3.4	Thermoelement	68
3.3.5	Gegenüberstellung mit Widerstandsthermometer	69
3.3.6	Pyrometer	70
3.3.7	Geräte	70
3.3.8	Messfehler	71
3.4	Anwendungsbeispiel	72
3.5	Übungsaufgaben zu Kapitel 3	73
4	Stelleinrichtungen	75
4.1	Allgemein	75
4.2	Einteilung	77
4.2.1	Elektrische Aktuatoren	79
4.2.2	Pneumatische Aktuatoren	81
4.2.3	Hydraulische Aktuatoren	83
4.2.4	Gegenüberstellung	86
4.2.5	Elektronische und unkonventionelle Aktuatoren	86
4.3	Intelligente Aktuatoren	87
4.4	Beispielanwendungen aus der Prozessautomatisierung	89
4.4.1	Ventil	91
4.4.2	Antriebe	93
4.4.3	Positioner	95
4.5	Übungsaufgaben zu Kapitel 4	97
5	Industrielle Kommunikation	99
5.1	Allgemein	99
5.2	Feldbussysteme	104
5.3	Buseigenschaften	107
5.3.1	Netzwerktopologie	107
5.3.2	Zugriffsverfahren	109
5.3.3	Datensicherung	111
5.3.4	Telegrammformat	112

5.3.5	Binäre Informationsdarstellung	113
5.3.6	Übertragungsstandards	114
5.3.7	Übertragungsgeschwindigkeit	115
5.3.8	Übertragungsmedium	115
5.3.9	Funklösungen	116
5.3.10	Systemkomponenten	118
5.3.11	Standardisierung/Zertifizierung	118
5.4	IO-Link	119
5.5	Industrielösungen	121
5.6	AS-Interface	124
5.7	Übungsaufgaben zu Kapitel 5	134
6	Informationsverarbeitung	135
6.1	Überblick	136
6.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen	139
6.2.1	Arbeitsweise	142
6.2.2	Umsetzungen/Realisierungen	144
6.2.3	Programmiersprachen	145
6.3	Übungsaufgaben zu Kapitel 6	148
7	Projektierung und Planung	149
7.1	Einführung	150
7.2	Fließbilder	151
7.2.1	Grundfließbild	151
7.2.2	Verfahrensfließbild	152
7.3	R&I-Fließbilder und PLT-Stellen	154
7.4	PLT-Stellenblatt und PLT-Stellenplan	161
7.4.1	PLT-Stellenblatt	161
7.4.2	PLT-Stellenplan	164
7.5	Anlagenkennzeichnung	169
7.6	Projektierungsphasen	171
7.6.1	Planungsphase	172
7.6.2	Definitionsphase	173
7.6.3	Entwurfsphase	174
7.6.4	Realisierungsphase	174
7.6.5	Inbetriebsetzungsphase/Abnahmephase	174
7.6.6	Phasen am Beispiel verfahrenstechnischer Anlagen	175

7.7	Rechnergestützte Projektierung	183
7.7.1	Arten von CAE-Systemen	184
7.7.2	Ausprägungen von CAE-Systemen	185
7.7.3	CAE-System PLANEDS	187
7.8	Übungsaufgaben zu Kapitel 7	194
7.9	Zusammenfassung	197
Abkürzungen, Symbole und Formelzeichen		199
Anhang		203
A	Kennbuchstaben zur Kennzeichnung einer PLT-Stelle nach DIN 19227	205
B	Normen – Übersicht (Auswahl)	207
C	Nutzerorganisationen/Gremien	210
D	Übersicht Feldbussysteme	212
E	Häufig verwendete Symbole	214
F	Kennbuchstaben zur Kennzeichnung nach DIN EN 62424	215
Literatur		217
Index		221

1

Einführung

Im Kapitel 1 erfolgt eine Einführung in das breite Fachgebiet der Automatisierungstechnik. Es werden Grundbegriffe, verschiedene Strukturen und unterschiedliche Ausprägungen von Automatisierungssystemen vorgestellt. Dazu erfolgt auch ein Einblick in die zu automatisierenden Prozesse und die damit verbundenen Anforderungen. Weiterhin werden die einzelnen Automatisierungsebenen behandelt. Jeder Ebene sind die vielfältigen Aufgaben und entsprechenden Zeitanforderungen zugeordnet. Zum Abschluss findet man einige Wiederholungsfragen zur Festigung des Stoffes.

■ 1.1 Grundlagen/Begriffe

Die Vorsilbe „auto“ kommt aus dem Griechischen und steht für selbst bzw. selbsttätig. Automatisieren heißt somit künstliche Mittel einsetzen, damit ein Vorgang von selbst abläuft. Bei einer technischen Anlage bedeutet dies, sie mit Automaten so auszurüsten, dass sie automatisch arbeitet. Die Begriffe Automat und Automatisieren sind nach DIN 19233 wie folgt definiert:

Ein Automat ist ein künstliches System, das selbsttätig ein Programm befolgt. Auf Grund des Programms trifft das System Entscheidungen, die auf der Verknüpfung von Eingaben mit den jeweiligen Zuständen des Systems beruhen und Ausgaben zur Folge haben.

Automatisieren heißt künstliche Mittel einsetzen, damit ein Vorgang automatisch abläuft. Bei einer Anlage bedeutet dies, sie mit Automaten so auszurüsten, dass sie automatisch arbeitet. Die Automatisierung ist das Ergebnis des Automatisierens.

Erste automatisierungstechnische Anwendungen liegen schon über 2000 Jahre zurück. Unterschiedliche Beispiele findet man unter [Kri_95]. Im Laufe der Jahre hat sich der Einsatz von Automatisierungsgeräten gravierend verändert und ist immer tiefer in den Lebens- und Arbeitsprozess des Menschen vorgedrungen. Dieser Vor-

gang hat sich in drei groben Schritten vollzogen [Lang_04]. In Bild 1.1 sind diese Entwicklungsschritte dargestellt.

Stufe	Einzelne Operation	Vollständiger Arbeitsprozess	Bemerkung
Hantierung	nicht selbstständig	nicht selbstständig	Handwerk
Mechanisierung	selbstständig	nicht selbstständig	Mensch (Teil)
Automatisierung	selbstständig	selbstständig	ohne Mensch

Bild 1.1 Entwicklungsschritte der Automatisierungstechnik

Dass die Automatisierung von Anlagen schon vor vielen Jahren Anwendung fand, sieht man an einer Vielzahl von Beispielen aus der Geschichte. Beispielgebend soll hier der „Tempeltüren öffnende Automat“ des Heron von Alexandria genannt werden [Fes_94]. Diese Apparatur ist um das Jahr 62 nach Christus. realisiert worden. Bild 1.2 zeigt das Funktionsprinzip der Türsteuerung in einer Skizze dargestellt. Heron von Alexandria gilt als einer der bemerkenswertesten Persönlichkeiten unter den „alten“ Erfindern seiner Zeit. Er widmete sich der Mathematik, Mechanik, Physik und der Natur.

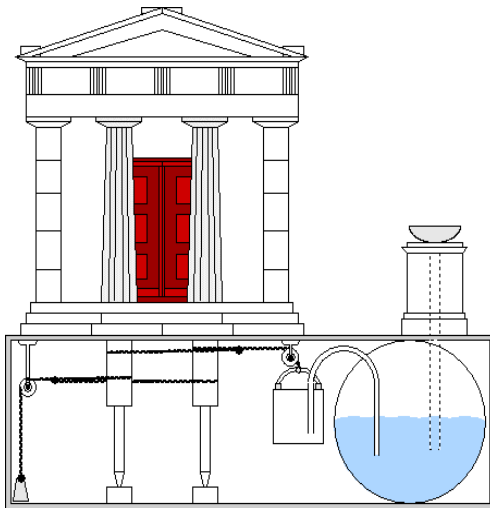


Bild 1.2 Tempeltüren öffnender Automat

Wie bewegten sich nun die Tempeltüren? Sie konnten geöffnet und wieder geschlossen werden, ohne dass Menschen oder Tiere an den gewaltigen Tempeltüren zogen. Das Schauspiel war beeindruckend, allerdings nur für die Nichtwissenden. Die Gelehrten, Konstrukteure und Erbauer kannten das Geheimnis. Die Tempeltüren wurden automatisch bewegt – und nicht durch Götter, wie es dem Volk suggeriert werden sollte.

Das mysteriöse Schauspiel der sich automatisch öffnenden Tempeltüren ging auf einfache Überlegungen des antiken Mathematikers Heron von Alexandria zurück, der zwischen 200 vor und 100 nach Christus lebte. Er hatte sich für seine Maschine die Kraft des Feuers zunutze gemacht. Unter einem Opferfeuer neben dem Tempel war ein halb mit Wasser gefüllter Behälter angebracht. Die Wärme des Feuers dehnte die Luft darin aus, sodass das Wasser über einen Schlauch in einen weiteren Topf floss, der immer schwerer wurde. Je tiefer der Topf sank, desto weiter öffneten sich die Türen, da sie über Ketten und Rollen an dem Topf befestigt waren. Wurde das Feuer gelöscht, entstand ein Unterdruck im Behälter, und der Prozess vollzog sich in umgekehrter Richtung – die Türen verschlossen sich wieder [Sp_09].

Weitere Beispiele eindrucksvoller älterer Automatisierungen sind:

- Weckwerk von Platon (400 v. Chr.)
- Wasseruhr des Ktesibios (280 v. Chr.)
- Bratenwender nach Leonardo da Vinci (um 1500)

1.1.1 Ziele der Automatisierung

Welche Ziele werden nun aber mit der Automatisierung von Anlagen verfolgt. Nachfolgend sind die vier wichtigen Kernziele aufgezeigt.

Steigerung der Qualität:

Maschinen können in vielen Bereichen schneller, beständiger und vor allem präziser arbeiten als der Mensch. Nehmen wir z.B. die Fertigung von Getriebeteilen für die PKW-Produktion. Die vom Markt geforderte Stückzahl und gleichbleibend hohe Qualität ist nur mit entsprechenden automatisierten Produktionsmaschinen möglich.

Humanisierung:

Automatisierungssysteme können in Bereichen eingesetzt werden, in denen der Mensch Gesundheitsrisiken ausgesetzt wäre oder sehr eintönige Arbeiten verrichtet. Denken wir hier an ermüdende Fließbandarbeiten oder große Lackierereien.

Sicherheit:

Arbeitsfelder, die ein Sicherheitsrisiko für den Menschen bergen, werden von der Automatisierungstechnik durchdrungen, um die Sicherheit des Menschen am Ar-

beitsplatz zu erhöhen. Dazu gehören u. a. geschützte Bereiche bei Roboterzellen und Presswerken, um den Menschen vor Gefahren zu schützen.

Rationalisierung:

Der Einsatz von Automatisierungsanlagen kann in vielen Bereichen die Produktivität steigern. Diese Rationalisierungsmaßnahmen können einerseits Arbeitsplatz vernichtend wirken, andererseits sichern sie die Produktion bei Fachkräftemangel bzw. halten den Produktionsstandort stabil.

Das Erreichen dieser Ziele hat natürlich Auswirkungen auf den Menschen und dessen Umfeld. Hier entstehen sowohl positive Auswirkungen (beabsichtigt) als auch negative Auswirkungen (unbeabsichtigt) [Lau_99].

Zu den positiven Auswirkungen gehören u. a.:

eine einfache und bequeme Handhabung (Automatisierung einer Waschmaschine, Automatisierung einer Heizungsanlage), die Erzeugung besserer, billigerer, gleichmäßiger Produkte mit weniger Arbeitseinsatz (Automatisierung chemischer Verfahrensanlagen, Automatisierung von Produktionsanlagen), die Verringerung von Gefährdungen für den Menschen (Sicherungseinrichtungen, Automatisierung gefährlicher Prozesse), die Humanisierung von Arbeitsbedingungen (Automatisierung einer Lackiererei oder Gießerei und die Sicherung von Arbeitsplätzen durch Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit (Einsatz von Robotern in der Automobilfertigung).

Zu den unbeabsichtigten Auswirkungen (negativ) gehören u. a.:

das Freisetzen von Arbeitskräften kann zu Arbeitslosigkeit führen (Einsatz von Robotern in der Fertigung), die berufliche Umstrukturierung von Arbeitsplätzen durch die Veränderung von Arbeitsabläufen und Arbeitsinhalten (Niedriger-/Höherqualifizierung von Arbeitsplätzen, Wegfall von Hilfskräften, Zunahme von Dienstleistungsberufen), die Verringerung der menschlichen Kontakte (Einführung von Fahrkarten- und Auskunftsmatzen/Bankautomaten), die Erhöhung des Stresses und Verringerung von entspannenden Tätigkeiten (Automatisierung von Prüffeldern) sowie eine Überforderung in schwierigen Situationen (sicherheitskritische Entscheidungen).

Somit hat die Automatisierung Auswirkungen auf:

- Menschen
- Gesellschaft
- Umwelt
- Energie und Rohstoffe

Dieser Verantwortung sollte und muss sich der Automatisierungsingenieur bewusst sein. Er trägt damit eine direkte, unmittelbare Verantwortung (Schäden in von ihm entworfenen Automatisierungssystemen, Verletzung von anerkannten Be-

stimmungen und Regeln der Technik, Sicherheit der Automatisierungssysteme) und eine indirekte, mittelbare Verantwortung (unbeabsichtigte Nebenwirkungen). Es gilt immer die Abwägung von Nutzen und Schaden.

1.1.2 Begriffe

Nachfolgend werden einige Begriffe der Automatisierungstechnik vorgestellt und teilweise mit Beispielen untersetzt [Lau_99], [Lang_04].

Automatisierungsobjekte

Objekte, welche automatisiert werden können, wurden in drei Hauptgruppen unterteilt. In Tabelle 1.1 sind diese drei Gruppen mit entsprechenden Beispielen aufgelistet. Bild 1.3 soll verdeutlichen, wer an der Automatisierung solcher Objekte beteiligt ist.

Tabelle 1.1 Automatisierungsobjekte (Auswahl)

Anlagen	Maschinen	Geräte
Fertigungsanlagen	Druckmaschinen	Drucker
Postverteilanlagen	Werkzeugmaschinen	Hausgeräte
Raffinerien	Verpackungsmaschinen	Medizinische Geräte
Chemieanlagen	Textilmaschinen	Analysegeräte
Zuckerfabriken	Förder- und Lagersysteme	Kfz-Elektronik
Baustofffabriken	Kunststoffmaschinen	Antriebe
Kraftwerke	Papiermaschinen	

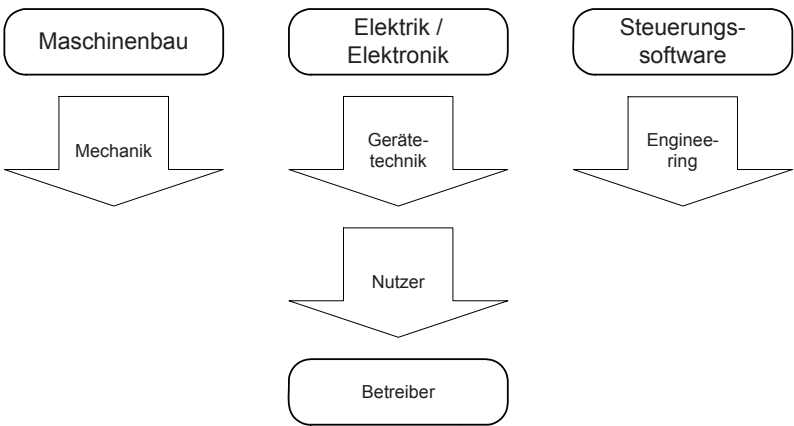


Bild 1.3 Wer ist an der Automatisierung beteiligt?

Hauptsächlich sind drei Fachdisziplinen an der Umsetzung eines Automatisierungsprojektes beteiligt. Der Maschinenbau realisiert und errichtet alle mechanischen Komponenten einer Anlage. Dazu gehören u. a. Behälter, Rohrleitungen, Trassen, Bühnen und alle weiteren mechanischen Aufbauten. Seitens der Elektrotechnik/Elektronik erfolgt die Installation der Automatisierungstechnik wie Feldgeräte, Verkabelung, Schaltschränke, Verdrahtung und Leittechnikkomponenten. Zur Planung der Anlage und die Implementierung der Automatisierungsfunktionen ist das Engineering notwendig. Hier erfolgen alle vorbereitenden Arbeiten (Projektierung) über die Programmierung der Automatisierungsrechner bis zur Inbetriebnahme der Anlage. Abschließend (nach der Abnahme) übernimmt der Betreiber als Nutzer die gesamte Anlage.

Automatisierungsfelder

Man unterscheidet zwischen zwei Automatisierungsfeldern: der Automatisierung technischer Abläufe und der Automatisierung technischer Tätigkeiten (siehe Tabelle 1.2).

Tabelle 1.2 Automatisierungsfelder

	Automatisierung technischer Abläufe	Automatisierung technischer Tätigkeiten
Ort/ Umsetzung	Geräte	Konstruktion
	Maschinen	Schaltungstechnik
	Aggregate	Entwicklung
	Anlagen	Fertigung
Vorgänge	Messen	Konstruieren
	Steuern	Schalbilder zeichnen
	Regeln	Software erstellen
	Überwachen	Projektieren
	Archivieren	Prüfen

Automatisierungsgrad

Der Automatisierungsgrad beschreibt den Umfang der in die Automatisierung einbezogenen Vorgänge. Mit wachsendem Einsatz von automatisierten Vorgängen steigt der Automatisierungsgrad (siehe Bild 1.4 und Bild 1.5).

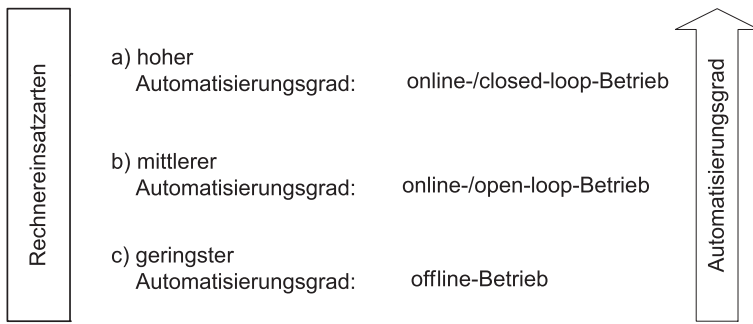


Bild 1.4
Automatisierungsgrad

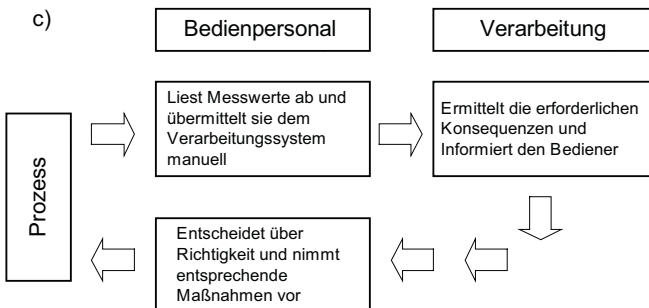
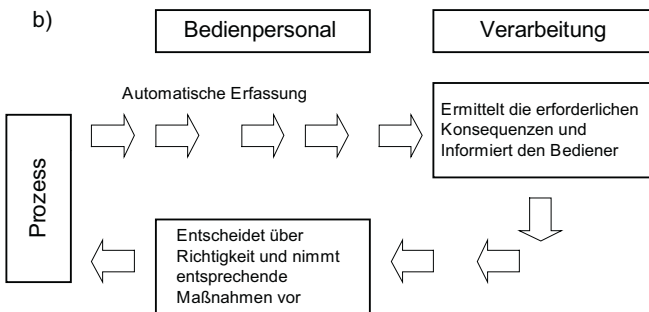
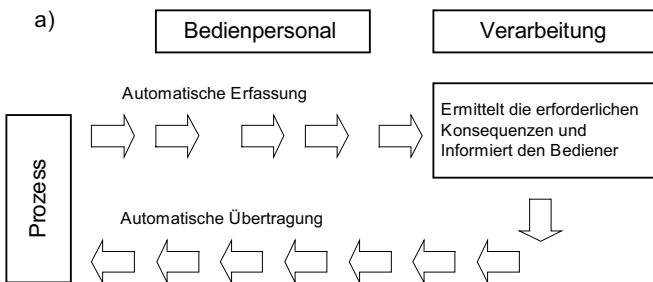


Bild 1.5 Automatisierungsgrade

Tabelle 1.3 zeigt die Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Automatisierungsgraden.

Tabelle 1.3 Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Automatisierungsgrade

	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
Offline-Betrieb	Letzte Entscheidung bleibt beim Bedienerpersonal; Entlastung von Routinearbeiten; der Computer gibt Entscheidungshilfen	Menschliche Fehler wirken stärker; Fehler bei Datenübermittlung können leichter entstehen; hohe Reaktionszeiten; Protokollierung ist aufwendig; Personalkosten sind sehr hoch	Einsatz vor allem im Rahmen der Vorbereitung weitgehender Automatisierungsvorhaben, um das Verhalten eines technischen Prozesses genauer kennenzulernen.
Online-/Open-Loop-Betrieb	Letzte Entscheidung bleibt beim Bedienerpersonal; stärkere Entlastung von Routinearbeiten	Menschliche Fehler wirken noch verstärkt; Fehler bei Datenübermittlung können noch leicht entstehen; Reaktionszeit immer noch groß	Keine entscheidenden Vorteile gegenüber Offline-Betrieb. Einsatz vor allem im Rahmen zeitlich begrenzter Übergangsperioden, um Erfahrungen über ein geplantes Automatisierungsprojekt zu sammeln.
Online-/Closed-Loop-Betrieb	Höhere Arbeitsgeschwindigkeit; Personalaufwand sinkt; automatischer Alarm und Protokollierung möglich	Für Systemausfälle müssen Maßnahmen vorbereitet sein; hohe Investitionen nötig; erhöhte Komplexität	Sinnvoll bei kontinuierlich über längere Zeitspannen laufenden Vorgängen (Amortisationsdauer).

Produktautomatisierung

Automatisierungssysteme, bei denen der technische Prozess in einem Gerät oder einer einzelnen Maschine abläuft.

Anlagenautomatisierung

Automatisierungssysteme, bei denen der technische Prozess aus einzelnen Teilvorgängen (Teilprozessen) besteht, die auf größeren, z. T. auch räumlich ausgedehnten technischen Anlagen ablaufen (siehe Tabelle 1.4).

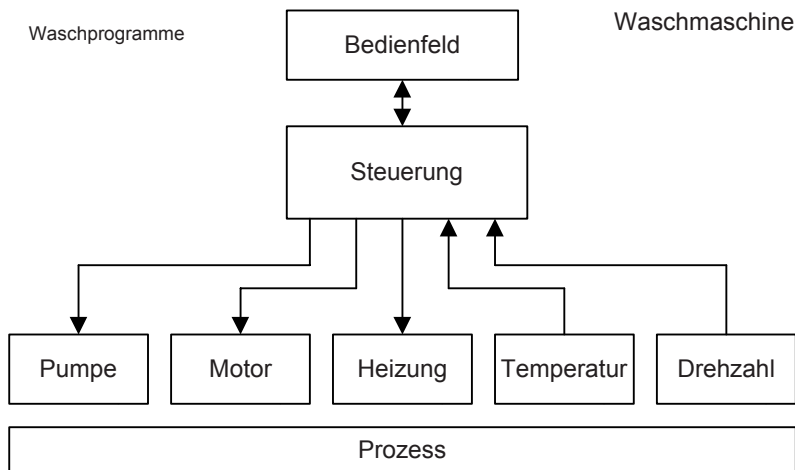
Tabelle 1.4 Beispiele für Produktautomatisierung und Anlagenautomatisierung

Produkte bei der Produktautomatisierung	Technische Anlagen bei der Anlagenautomatisierung
Heizungssysteme	Kraftwerksanlagen
Waschmaschinen	Energieversorgungsnetz
Küchengeräte	Hochregallager
Filmkameras	Walzwerkanlagen
Spielzeug	Klär- und Wasserwerke
Messgeräte	Labors und Prüffelder

Kennzeichen bei der Produktautomatisierung

- technischer Prozess in einem Gerät oder einer Maschine
- dedizierte Automatisierungsfunktionen
- Automatisierungcomputer; meist Mikrocontroller oder SPS
- wenige Sensoren und Aktuatoren
- Automatisierungsgrad bis zu 100 %
- sehr hohe Stückzahlen (Serienprodukte)
- Engineering- und Softwarekosten spielen eine untergeordnete Rolle (Stückzahlen)

Bild 1.6 zeigt ein Beispiel für die Produktautomatisierung.

**Bild 1.6** Beispiel für eine Produktautomatisierung

Kennzeichen bei der Anlagenautomatisierung

- technischer Prozess in einer oft räumlich ausgedehnten industriellen Anlage
- umfangreiche und komplexe Automatisierungsfunktionen
- SPS, PC oder Prozessleitsysteme
- sehr viele Sensoren und Aktuatoren
- mittlerer bis hoher Automatisierungsgrad
- Einmal-Systeme/Anlagen
- Engineering- und Softwarekosten sind für die Gesamtkosten entscheidend

Bild 1.7 zeigt ein Beispiel für eine Anlagenautomatisierung.

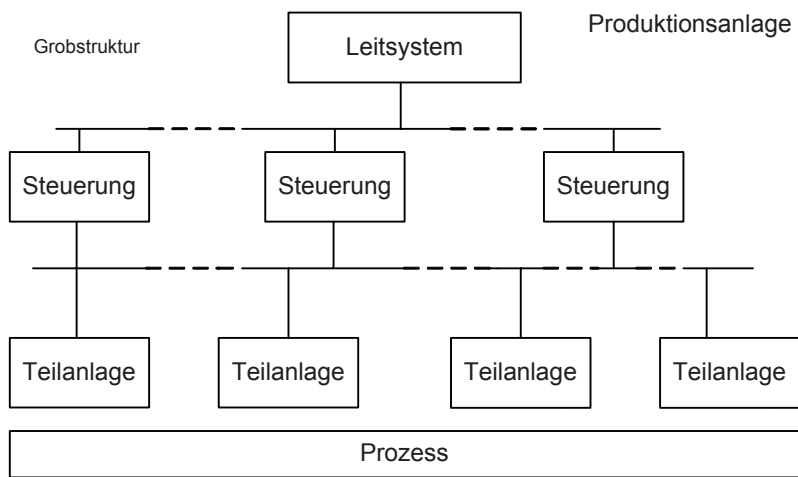


Bild 1.7 Beispiel für eine Anlagenautomatisierung

■ 1.2 Technische Prozesse

Die folgenden Ausführungen zum Prozessbegriff verdeutlichen das Verständnis hinsichtlich unterschiedlicher Arten von Prozessen und deren Einordnung in Automatisierungssysteme.

1.2.1 Begriffsbestimmung

Ein Prozess ist nach DIN 66201 die Umformung und/oder der Transport von Materie, Energie und/oder Information. Nach dieser Norm versteht man im Weiteren unter einem *Technischen Prozess*, dass dessen Zustandsgrößen (Eingangs- und

Ausgangsgrößen) mit technischen Mitteln gemessen, gesteuert und/oder geregelt werden können (siehe Bild 1.8).

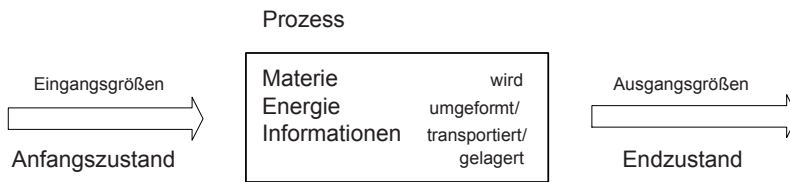


Bild 1.8 Technischer Prozess

Charakterisiert wird der Prozess selbst durch seine Zustandsgrößen (Prozessgrößen), welche binär oder analog sein können. Nachfolgend einige Beispiele für Prozesszustandsgrößen.

Analog: Temperatur, Druck, Geschwindigkeit, Füllstand, Mischungsverhältnis, Drehzahl, Durchfluss

Binär: Schalterstellung, Ventilstellung, Schwimmerschalter, Tür- oder Fensterüberwachung (geöffnet/geschlossen)

Für die Automatisierung eines technischen Prozesses ist es notwendig, dass die Ausgangsgrößen gemessen (Sensorik) und die Eingangsgrößen beeinflusst (Aktuatorik) werden können. Aufgaben der Automatisierungstechnik sind somit: das Steuern, Regeln, Führen und Optimieren eines technischen Prozesses durch Beeinflussung der Eingangsgrößen unter Berücksichtigung der Ausgangsgrößen.

Technische Prozesse sind sehr vielfältig in ihrer Ausprägung, die Spanne reicht von einfach bis sehr komplex (z.B. Waschmaschine, Kraftwerk). In Abhängigkeit von der Komplexität der technischen Prozesse bzw. deren Art werden unter Umständen diese Prozesse in Teilprozesse gegliedert.

Typische Eigenschaften von Teilprozessen sind:

- Teilprozesse sind nicht unabhängig voneinander.
- Teilprozesse sind durch Energie- und Massenströme stark verkoppelt und dadurch regelungstechnisch oft schwer beherrschbar.

Dadurch werden auch höhere Anforderungen an die Automatisierungseinrichtungen gestellt:

- hohe Verfügbarkeit
(Vermeidung von langwierigen und teuren An- und Abfahrvorgängen)
- intelligente Überwachung und Steuerung der Prozesse
(Störungsfrüherkennung, Condition Monitoring)
- Einsatz höherer Regelungsalgorithmen sowie von Mehrgrößenregelungen (bessere regelungsdynamische Beherrschung)

Tabelle 1.5 zeigt einige typische technische Prozesse und die damit verbundenen Vorgänge.

Tabelle 1.5 Verschiedene technische Prozesse

Prozess	Vorgang
Stahlerzeugung	Umformung und Transport von Materie
Energieverteilung	Transport von Energie
PKW-Produktion, Fertigungsautomaten	Umformung von Materie
Hochregallager, Krananlage	Transport von Materie
Bahnsignalwesen, Ampelanlage	Umformung von Information
Kraftwerk, Heizung	Umformung von Energie
Kommunikationssystem, Fernsprechnetz	Transport von Information
Flugsicherung	Transport und Umformung von Information

Wie bereits dargestellt, hat nun die Automatisierungstechnik die Aufgabe, technische Prozesse nach spezifischen Anforderungen und Vorgaben zu beeinflussen. Zur Umsetzung dieser Automatisierungsaufgabe wird ein technisches System benötigt. Diesen Gesamttablauf nennt man auch technischen Vorgang. In Tabelle 1.6 sind Beispiele für technische Vorgänge unterschiedlichster Anwendungen aufgeführt [Lau_99].

Tabelle 1.6 Technische Vorgänge

Anfangszustand	Technischer Prozess	Technisches System	Endzustand
niedrige Raumtemperatur	Beheizung des Raumes	Ölheizungsanlage	erhöhte Raumtemperatur
verschmutzte Wäsche	Waschvorgang	Waschmaschine	saubere Wäsche
einzulagernde Bauelemente	Lagervorgänge	Hochregallager	Bauelemente eingelagert
Teile ohne Bearbeitung	Bohrvorgang, Gewinde schneiden, Oberfläche schleifen	Bohrmaschine	Teile bearbeitet
fossile Brennstoffe	Energieerzeugung	Kraftwerk	Energiebereitstellung

Um diese Aufgaben zu erfüllen, ist jeder technische Prozess mit einem technischen System verbunden. Bild 1.9 soll das Zusammenwirken verdeutlichen. Weiterhin sind die Hauptkomponenten sowie die Informationsflüsse dargestellt. Das technische System erhält mittels Sensorik Informationen aus dem Prozess und verarbeitet diese. Die berechneten Ergebnisse werden über Stellsignale zur Prozessbeeinflussung an die Aktuatoren übertragen. Die gerätetechnische Umsetzung des Systems ist stark von dem technischen Prozess und dessen Anforderungen abhängig.