

Tilo Heimbold

Einführung in die Automatisierungstechnik

Automatisierungssysteme, Komponenten,
Projektierung und Planung



HANSER



Fachbuchverlag Leipzig
im Carl Hanser Verlag

Tilo Heimbold

Einführung in die Automatisierungstechnik

Automatisierungssysteme,
Komponenten, Projektierung
und Planung

Mit 181 Bildern und 43 Tabellen

Der Autor:

Prof. Dr.-Ing. Tilo Heibold, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine juristische Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso übernehmen Autoren und Verlag keine Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt deshalb auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2015 Carl Hanser Verlag München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Franziska Jacob, M.A.

Herstellung: Dipl.-Ing. (FH) Franziska Kaufmann

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

Umschlagrealisation: Stephan Rönigk

ISBN: 978-3-446-42675-7

E-Book-ISBN: 978-3-446-44690-8

Verwendete Schriften: SourceSansPro und SourceCodePro ([Lizenz](#))

CSS-Version: 1.0

Inhalt

Titelei

Impressum

Inhalt

Vorwort

1 Einführung

1.1 Grundlagen/Begriffe

1.1.1 Ziele der Automatisierung

1.1.2 Begriffe

1.2 Technische Prozesse

1.2.1 Begriffsbestimmung

1.2.2 Klassifizierung technischer Prozesse

1.3 Prozessleittechnik

1.4 Ebenenmodell

Unternehmensleitebene:

Produktionsleitebene:

Prozessleitebene:

Steuerungsebene:

Feldebene:

Zeitliche Anforderungen

1.5 Übungsaufgaben zu Kapitel 1

2 Aufbau und Struktur von Automatisierungssystemen

2.1 Automatisierungsstrukturen

2.2 Automatisierungshierarchien

2.3 Verteilte Systeme

2.4 Redundanzstrukturen

Strukturen

Anwendungsbeispiele

2.5 Automatisierungstechnik – gestern/heute

Gestern

Heute

2.6 Übungsaufgaben zu Kapitel 2

3 Messeinrichtungen

3.1 Allgemein

3.2 Einteilung

3.2.1 Signalart

3.2.2 Systemfähigkeit

3.2.3 Funktionalität

3.3 Messprinzipien am Beispiel Temperatur

3.3.1 Widerstandsthermometer

3.3.2 NTC – Negative Temperature Coefficient

3.3.3 PTC – Positive Temperature Coefficient

3.3.4 Thermoelement

3.3.5 Gegenüberstellung mit Widerstandsthermometer

3.3.6 Pyrometer

3.3.7 Geräte

3.3.8 Messfehler

3.4 Anwendungsbeispiel

3.5 Übungsaufgaben zu Kapitel 3

4 Stelleinrichtungen

4.1 Allgemein

4.2 Einteilung

4.2.1 Elektrische Aktuatoren

4.2.2 Pneumatische Aktuatoren

4.2.3 Hydraulische Aktuatoren

4.2.4 Gegenüberstellung

4.2.5 Elektronische und unkonventionelle Aktuatoren

4.3 Intelligente Aktuatoren

4.4 Beispielanwendungen aus der Prozessautomatisierung

4.4.1 Ventil

4.4.2 Antriebe

4.4.3 Positioner

4.5 Übungsaufgaben zu Kapitel 4

5 Industrielle Kommunikation

5.1 Allgemein

5.2 Feldbussysteme

5.3 Buseigenschaften

5.3.1 Netzwerktopologie

5.3.2 Zugriffsverfahren

5.3.3 Datensicherung

5.3.4 Telegrammformat

5.3.5 Binäre Informationsdarstellung

5.3.6 Übertragungsstandards

5.3.7 Übertragungsgeschwindigkeit

5.3.8 Übertragungsmedium

5.3.9 Funklösungen

5.3.10 Systemkomponenten

5.3.11 Standardisierung/Zertifizierung

5.4 IO-Link

5.5 Industrielösungen

5.6 AS-Interface

5.7 Übungsaufgaben zu Kapitel 5

6 Informationsverarbeitung

6.1 Überblick

6.2 Speicherprogrammierbare Steuerungen

6.2.1 Arbeitsweise

6.2.2 Umsetzungen/Realisierungen

6.2.3 Programmiersprachen

6.3 Übungsaufgaben zu Kapitel 6

7 Projektierung und Planung

7.1 Einführung

7.2 Fließbilder

7.2.1 Grundfließbild

7.2.2 Verfahrensfließbild

7.3 R&I-Fließbilder und PLT-Stellen

7.4 PLT-Stellenblatt und PLT-Stellenplan

7.4.1 PLT-Stellenblatt

7.4.2 PLT-Stellenplan

7.5 Anlagenkennzeichnung

7.6 Projektierungsphasen

7.6.1 Planungsphase

7.6.2 Definitionsphase

7.6.3 Entwurfsphase

7.6.4 Realisierungsphase

7.6.5 Inbetriebsetzungsphase/Abnahmephase

7.6.6 Phasen am Beispiel verfahrenstechnischer Anlagen

7.7 Rechnergestützte Projektierung

7.7.1 Arten von CAE-Systemen

7.7.2 Ausprägungen von CAE-Systemen

7.7.3 CAE-System PLANEDS

7.8 Übungsaufgaben zu Kapitel 7

7.9 Zusammenfassung

Literatur

Abkürzungen, Symbole und Formelzeichen

Anhang A Kennbuchstaben zur Kennzeichnung einer PLT-Stelle nach DIN 19227

Anhang B Normen – Übersicht (Auswahl)

Anhang C Nutzerorganisationen/Gremien

Anhang D Übersicht Feldbussysteme

Anhang E Häufig verwendete Symbole

**Anhang F Kennbuchstaben zur
Kennzeichnung nach DIN EN 62424**

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 ungebremste Verständnis bei der Realisierung dieses Buchprojektes.

Leipzig, im August 2014 *Tilo Heimbold*

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 Vorgang hat sich in drei groben Schritten vollzogen [\[Lang_04\]](#). In [Bild 1.1](#) sind diese Entwicklungsschritte dargestellt.



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.

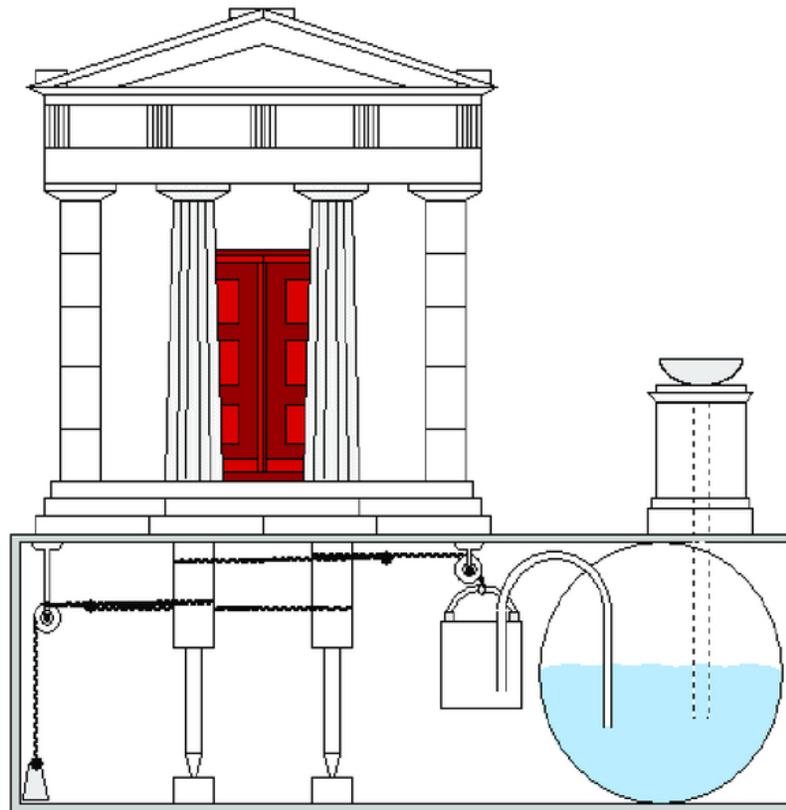


Bild 1.2 Tempeltüren öffnender Automat

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 nächsten 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 Arbeitsplatz 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 (Sicherheitseinrichtungen, 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 Automobil-Fertigung).

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 Auskunftautomaten/Bankautomaten), die Erhöhung des Stressses 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 Bestimmungen 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	

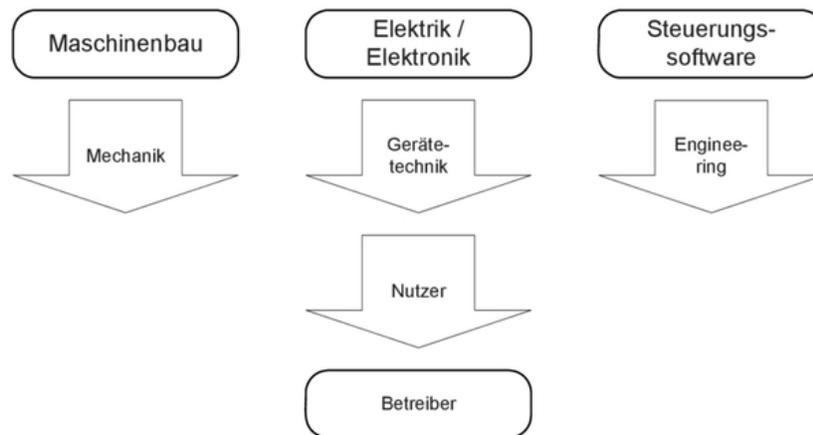


Bild 1.3 Wer ist an der Automatisierung beteiligt?

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 Maschinen Aggregate Anlagen	Konstruktion Schaltungstechnik Entwicklung Fertigung
Vorgänge	Messen Steuern Regeln Überwachen Archivieren	Konstruieren Schaltbilder zeichnen Software erstellen Projektieren 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

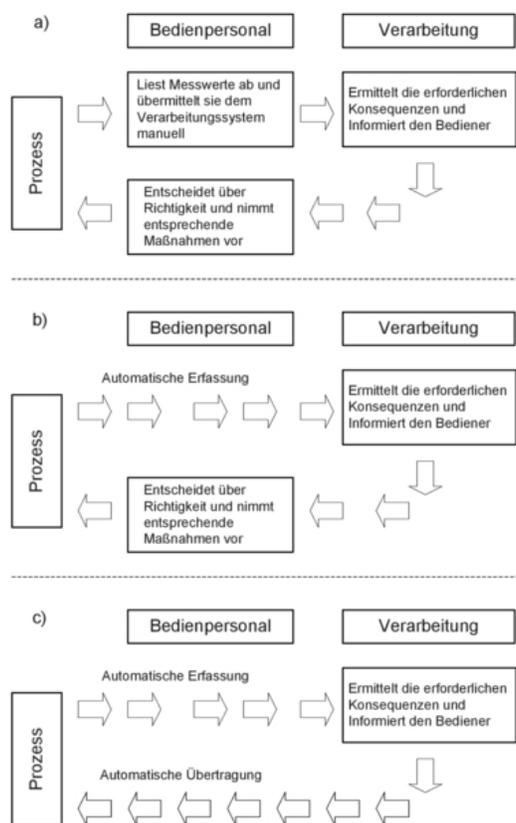


Bild 1.5 Automatisierungsgrade

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	Menschliche Fehler wirken stärker;	Einsatz vor allem im Rahmen der Vorbereitung

	Bedienpersonal; Entlastung von Routinarbeiten; der Computer gibt Entscheidungshilfen	Fehler bei Datenübermittlung können leichter entstehen; hohe Reaktionszeiten; Protokollierung ist aufwendig; Personalkosten sind sehr hoch	weitgehender Automatisierungsvorhaben, um das Verhalten eines technischen Prozesses genauer kennenzulernen.
Online-/Open- Loop-Betrieb	Letzte Entscheidung bleibt beim Bedienpersonal; stärkere Entlastung von Routinarbeiten	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

Heizungssysteme
Waschmaschinen
Küchengeräte
Filmkameras
Spielzeug
Messgeräte

Technische Anlagen bei der Anlagenautomatisierung

Kraftwerksanlagen
Energieversorgungsnetz
Hochregallager
Walzwerkanlagen
Klär- und Wasserwerke
Labors und Prüffelder

Kennzeichen bei der Produktautomatisierung

- technischer Prozess in einem Gerät oder einer Maschine
- dedizierte Automatisierungsfunktionen
- Automatisierungscomputer; 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.

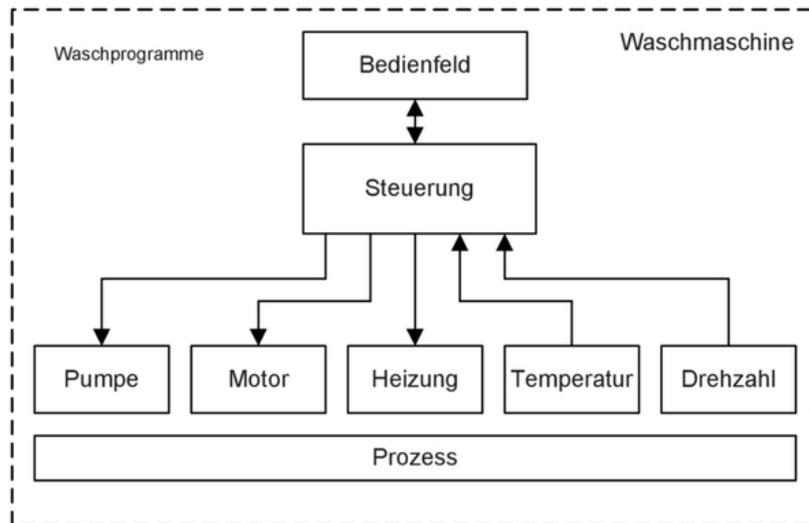


Bild 1.6 Beispiel für eine Produktautomatisierung

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.

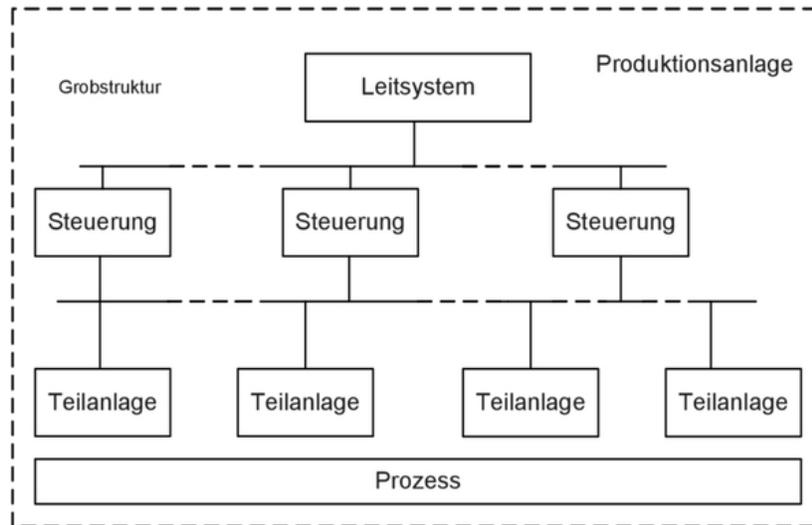


Bild 1.7 Beispiel für eine Anlagenautomatisierung

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](#)).

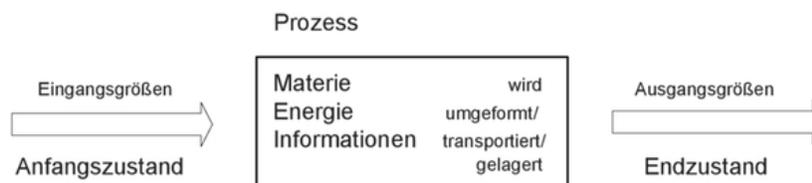


Bild 1.8 Technischer Prozess

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 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, Fernsprechnet	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 Gesamtprozess nennt man auch technischen Vorgang. In [Tab. 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.

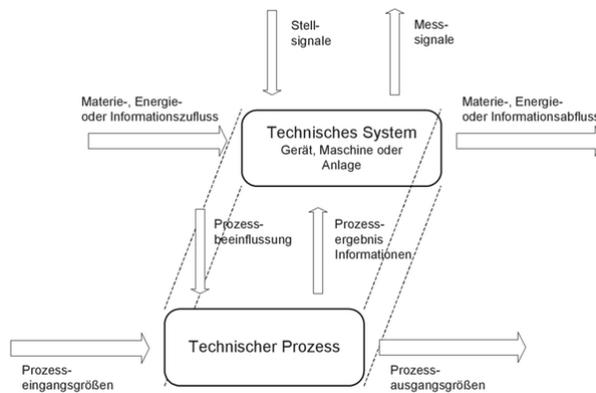


Bild 1.9 Technischer Prozess und technisches System [Lau_99]

1.2.2 Klassifizierung technischer Prozesse

Die Einteilung der technischen Prozesse kann unter ganz unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen. Abhängig von der Betrachtungsweise ergeben sich verschiedene Unterscheidungsmerkmale. So sind z. B. Einteilungen nach den Einsatzgebieten oder dem Medium möglich. Eine Klassifizierung technischer Prozesse ist durchaus sinnvoll, da man Prozesse häufig mit ähnlichen Verfahren beschreiben und automatisieren kann. Mit [Bild 1.10](#) wird versucht, eine Klassifizierung von technischen Prozessen vorzunehmen.

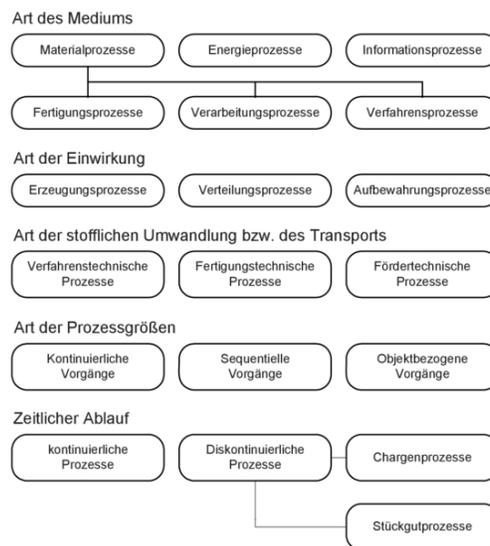


Bild 1.10 Klassifizierung technischer Prozesse

Die einzelnen Unterscheidungsmerkmale werden nachfolgend näher beschrieben.