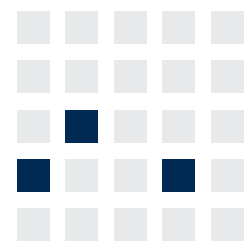




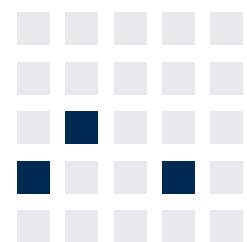
Industrial Internet of Things

Automatisierungstechnik I



Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Prozesse und Systeme

Universität Potsdam



Chair of Business Informatics
Processes and Systems

University of Potsdam

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gronau
Lehrstuhlinhaber | Chairholder

August-Bebel-Str. 89 | 14482 Potsdam | Germany

Tel +49 331 977 3322

Fax +49 331 977 3406

E-Mail ngronau@lswi.de

Web lswi.de

Verständnisfragen

Was ist Prozessautomatisierung? Welche Ziele verfolgt sie?

Worin unterscheiden sich die Produkt- und die Anlagenautomatisierung?

Aus welchem Grund werden in Automatisierungssystemen redundante Strukturen eingesetzt? Nennen Sie verschiedene Formen!

Warum werden unterschiedliche Automatisierungsgrade verwendet? Nennen Sie verschiedene Automatisierungsgrade!



Einführung

Produkt- und Anlagenautomatisierung

Aufbau von Automatisierungssystemen

Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungssysteme und -strukturen

Grundbegriffe

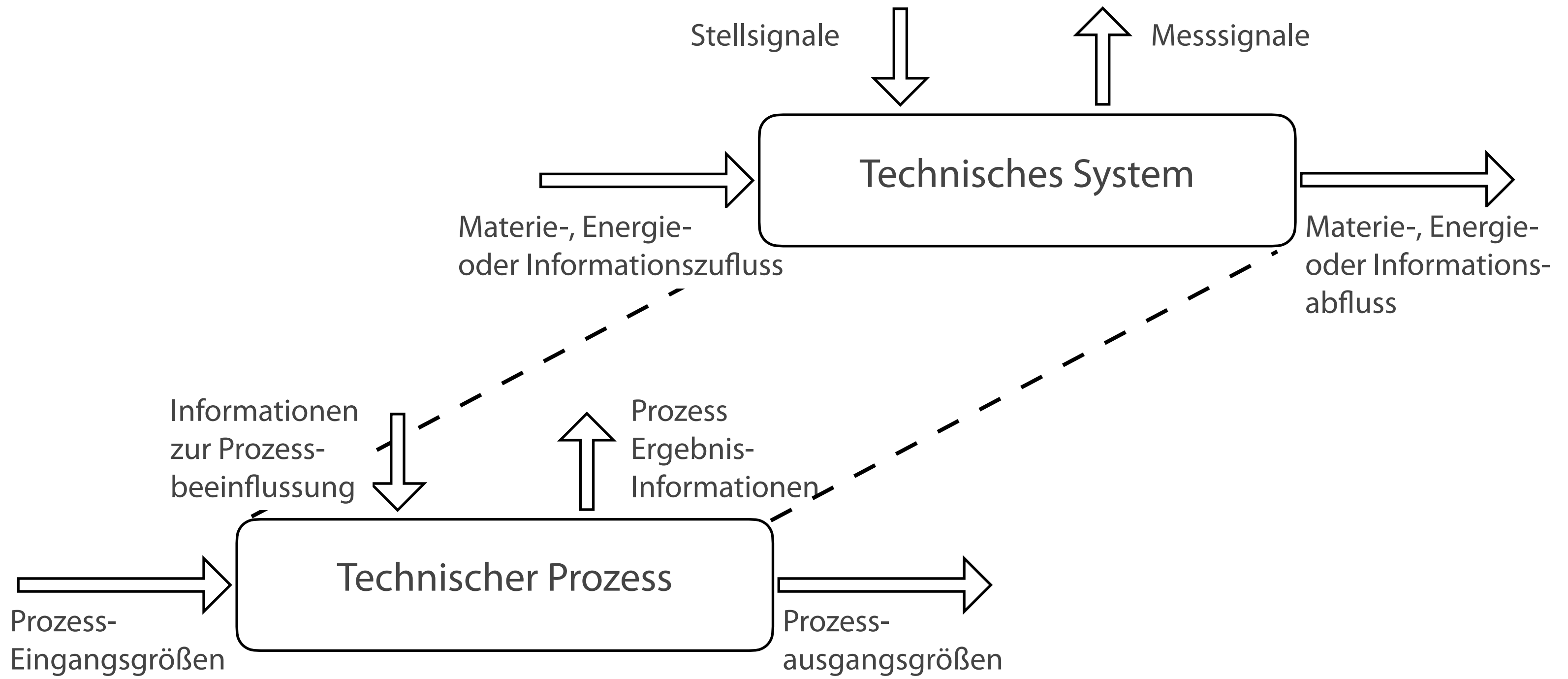
Prozess

- Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System
- Ziel: Umformung oder Speicherung von Materie, Energie oder Informationen
- **Technischer Prozess:** Prozess, dessen physische Größen mit technischen Mitteln erfasst und beeinflusst werden

Automatisierung

- Ausrüsten einer Einrichtung, so dass sie ganz oder teilweise ohne Mitwirkung des Menschen bestimmungsgemäß arbeitet
- **Vorgehen:** Erfassung und gezielte Beeinflussung von Zustand bzw. Verlauf eines Prozesses, so dass die vorgegebenen Aufgaben bzw. Funktionen selbstständig erfüllt werden können

Technisches System mit technischem Prozess



Weitere Grundbegriffe

Prozessautomatisierung

- Fokus: Automatisierung des technischen Prozesses
- Zielvorstellung: Automatisierung der Vorgänge des technischen Systems mit Hilfe entsprechender Informationsverarbeitungseinheiten
- Mensch gibt (nur noch) Zielvorstellung ein und greift in Ausnahmesituationen ein

Prozessleittechnik

- Fokus: Bedienung
- Zielvorstellung: Leitung (Steuern und Regeln) des Ablaufs des technischen Prozesses durch den Menschen

Prozessinformatik/ Prozessdatenverarbeitung

- Fokus: Rechner- und Kommunikationssystem
- Zielvorstellung ist Automatisierungssystem
- Echtzeitsystem

Das Ziel der Prozessautomatisierung ist die Verbesserung des Prozesses. Kriterien können unter anderem finanzieller, technischer und personeller Art sein.

Teilgebiete der Automatisierungstechnik

Automatisierungstechnik / Prozessleittechnik

EMSR-Technik

MSR-Technik

Elektro-
technik

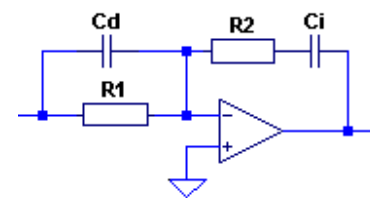
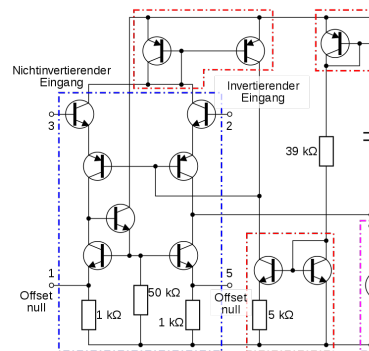
Mess-
technik

Steuerungs-
technik

Regelungs-
technik

Aktor-
technik

Digitale
Informations-
technologie



Auswirkungen der Automatisierung

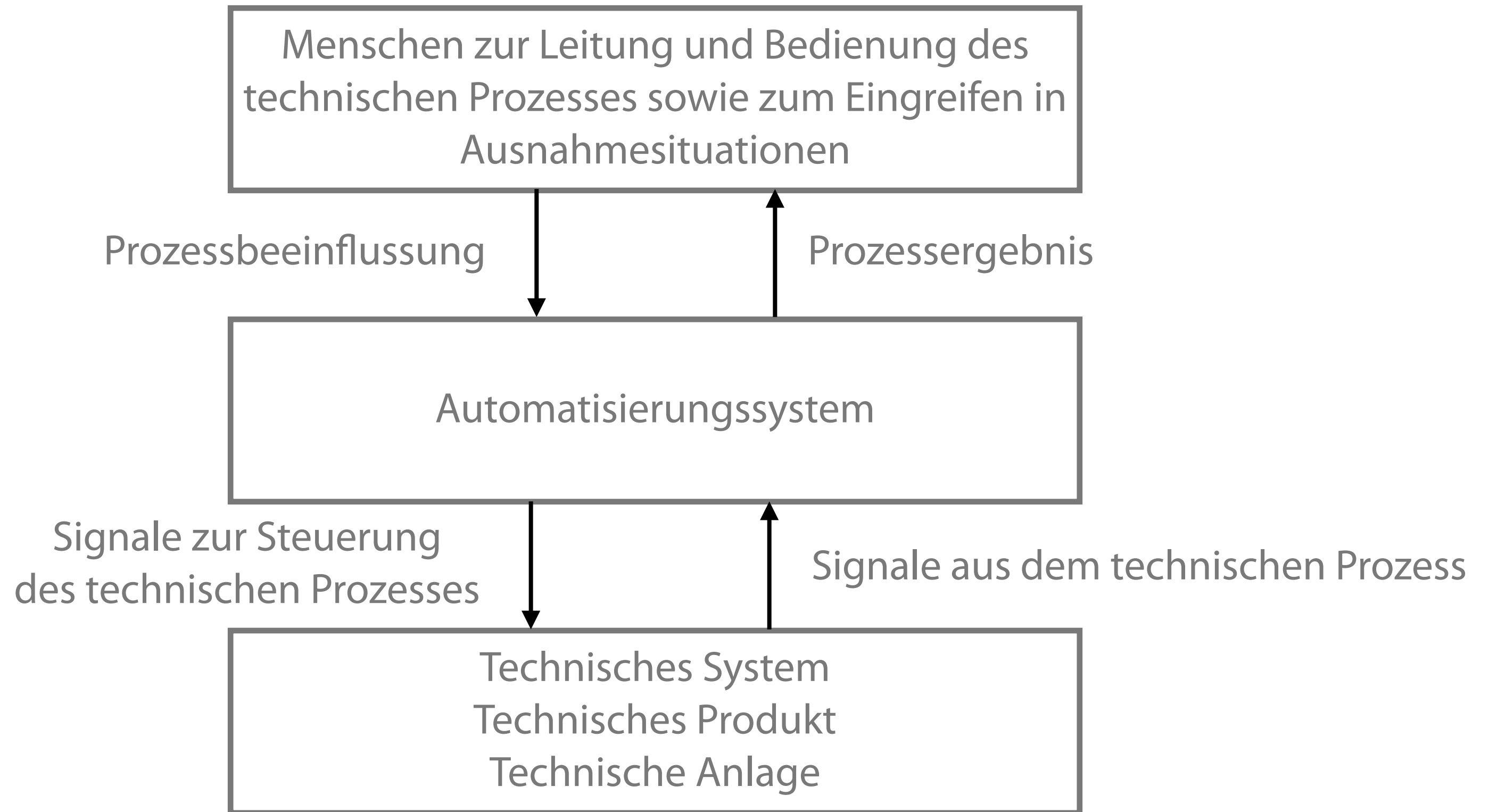
Mögliche positive Auswirkungen

- Verbesserung der Usability
- Verringerung des Arbeitseinsatzes bei der Erzeugung besserer, günstigerer und gleichmäßiger Produkte mit hoher Qualität
- Erhöhung von Zuverlässigkeit und Sicherheit des Betriebsablaufes
- Verringerung der Gefährdung von Menschen
- Humanisierung von Arbeitsbedingungen / Entlastung von Mitarbeitern von schwerer, körperlicher oder monotoner Arbeit
- Sicherung von Arbeitsplätzen durch Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit
- Reduzierung umweltgefährdender Schadstoffe durch eine verbesserte Prozessführung bzw. eine durchgängige Prozessüberwachung
- Erhöhung der Ressourceneffizienz

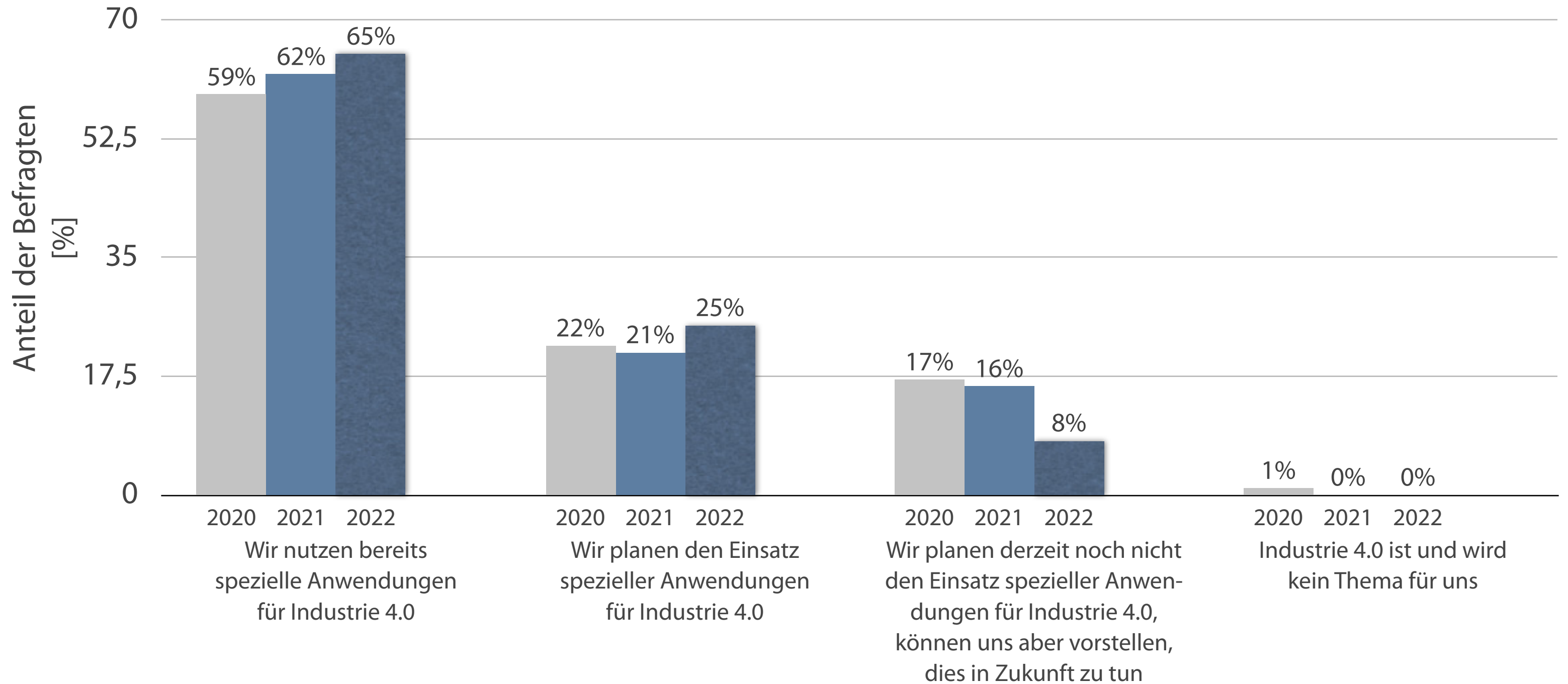
Mögliche negative Auswirkungen

- Freisetzen von Arbeitskräften
- Veränderung von Arbeitsabläufen und Arbeitsinhalten kann zu der Notwendigkeit der Umstrukturierung von Arbeitsplätzen führen
- Verringerung menschlicher Kontakte
- Erhöhung des Stresses und Verringerung von entspannten Tätigkeiten
- Überforderung in schwierigen Situationen

Aufbau eines automatisierten Gesamtsystems



Rasante Entwicklung und hohe Relevanz der Integration von I4.0 in der Praxis





Einführung

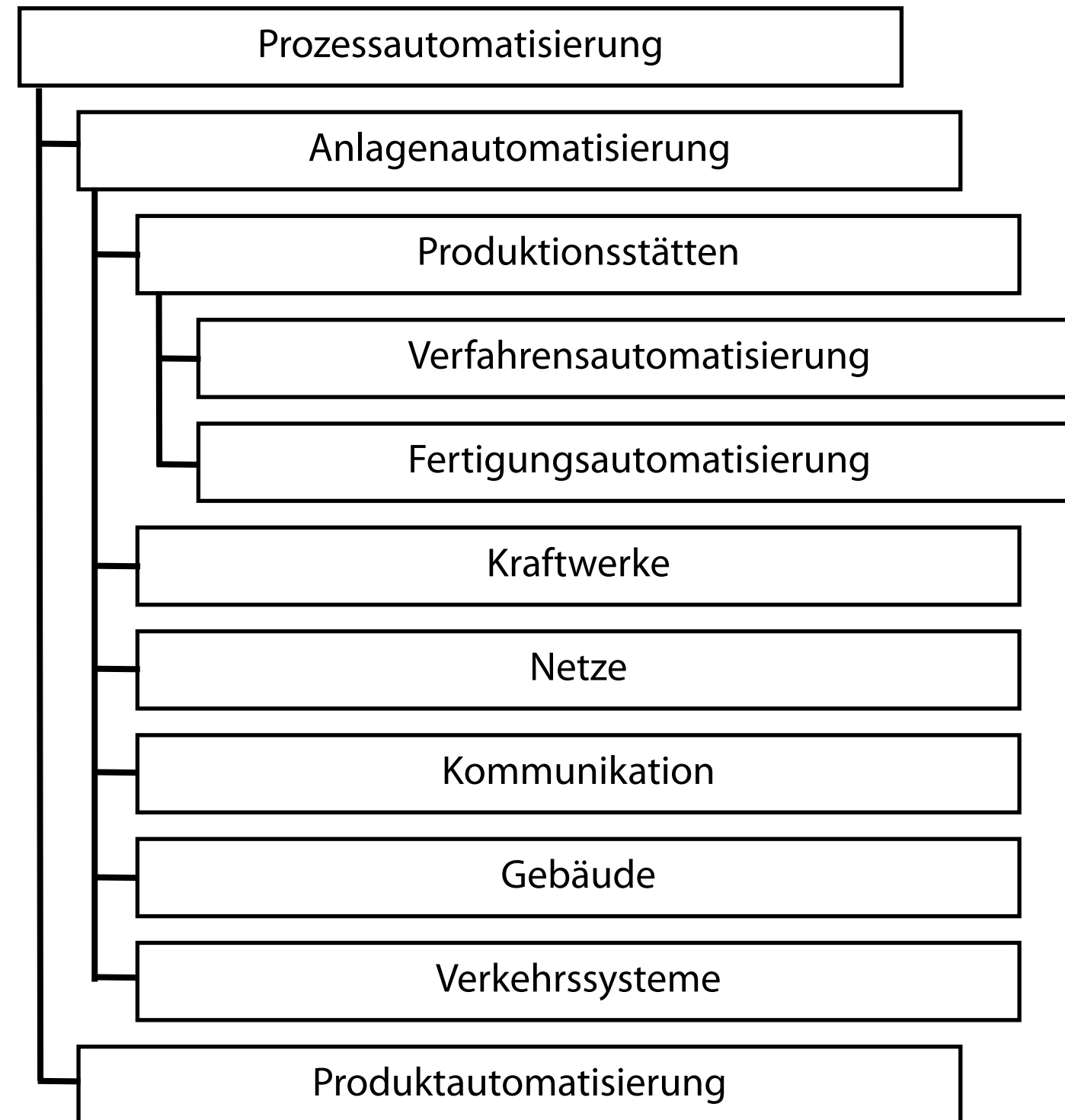
Produkt- und Anlagenautomatisierung

Aufbau von Automatisierungssystemen

Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

Einsatzgebiete der Automatisierung



Produkt- vs. Anlagenautomatisierung



<http://werkzeug-neu.de/>

Produktautomatisierung

- Technischer Prozess in einem Gerät oder einer einzelnen Maschine
- Automatisierungscomputer in Form von Mikrocontrollern oder SPS
- Weniger Sensoren und Aktoren
- Serien- oder Massenproduktion
- Bsp.: Messgeräte, Werkzeugmaschinen

Quelle: Lauber/Göhner 1999, S. 22ff.

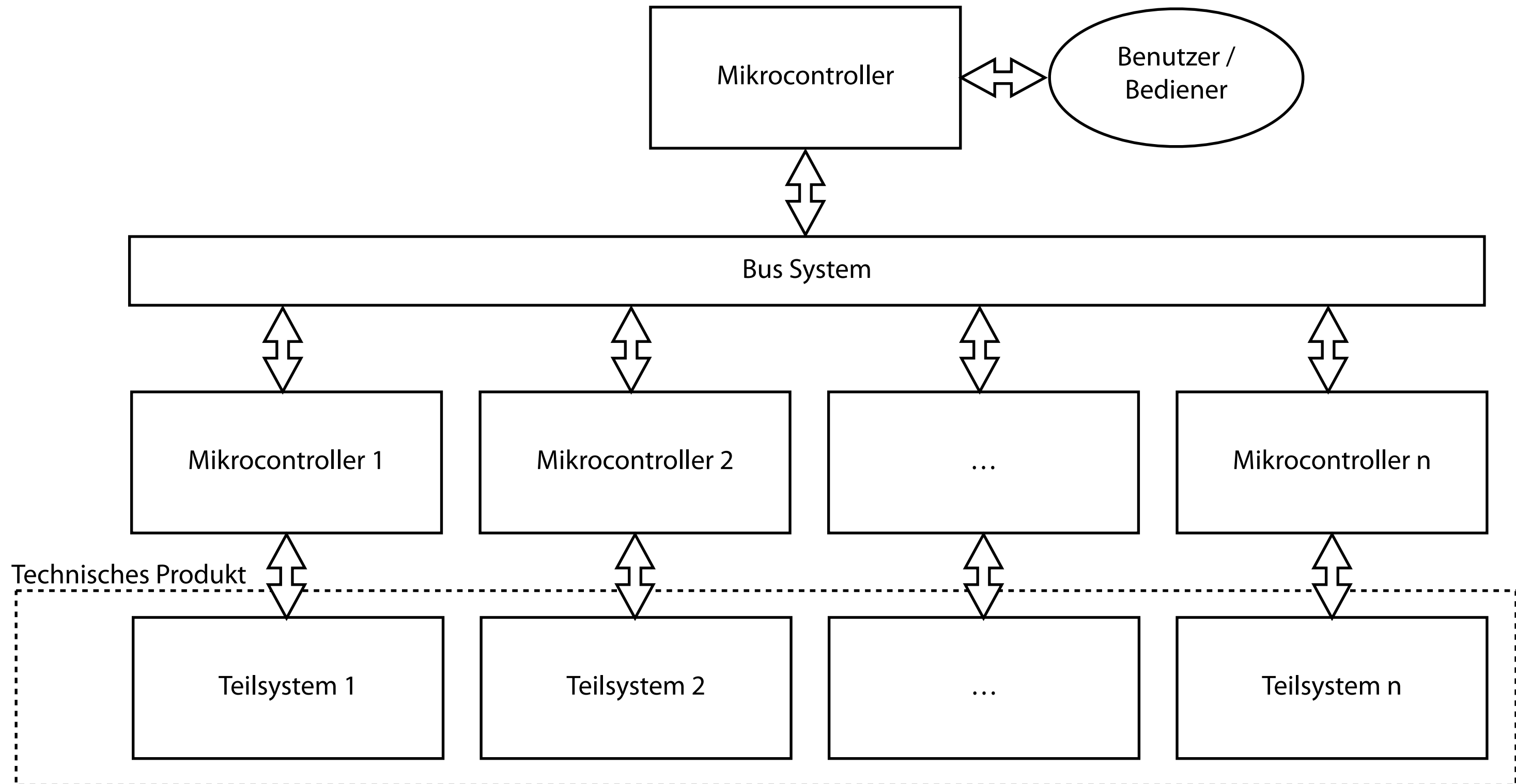


www.pharma-zeitung.de/

Anlagenautomatisierung

- Technischer Prozess in einer – räumlich ausgedehnten – industriellen Anlage
- Umfangreiche und komplexe Automatisierungsfunktionen
- Verwendung von SPS-, PC- oder Prozessleitsystemen
- Sehr viele Sensoren und Aktoren
- Mittlerer bis hoher Automatisierungsgrad
- Einmal-Systeme
- Bsp.: Fertigungstechnische Anlagen, Hochregallager

Struktur einer komplexen Anlagenautomatisierung





Einführung

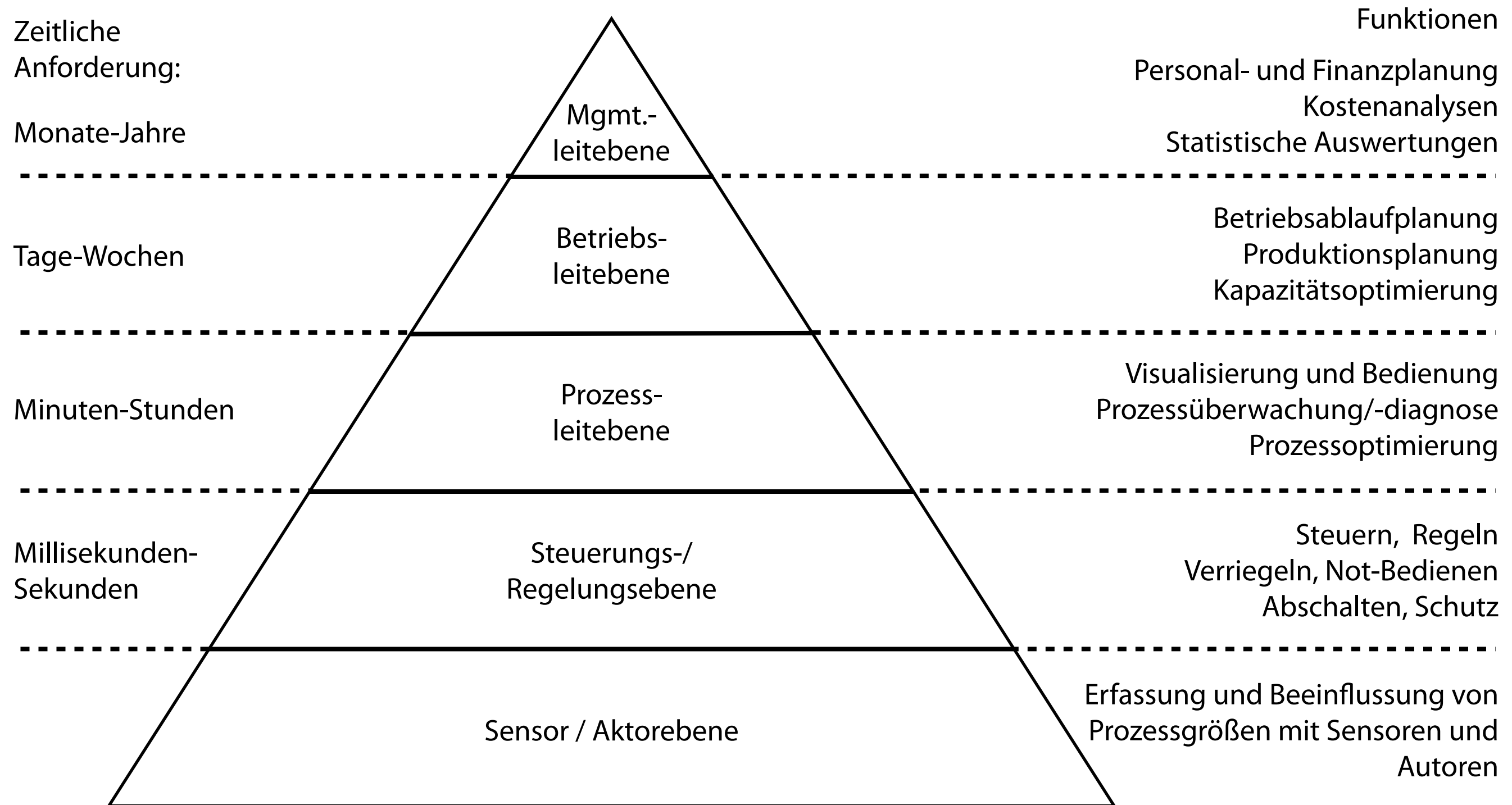
Produkt- und Anlagenautomatisierung

Aufbau von Automatisierungssystemen

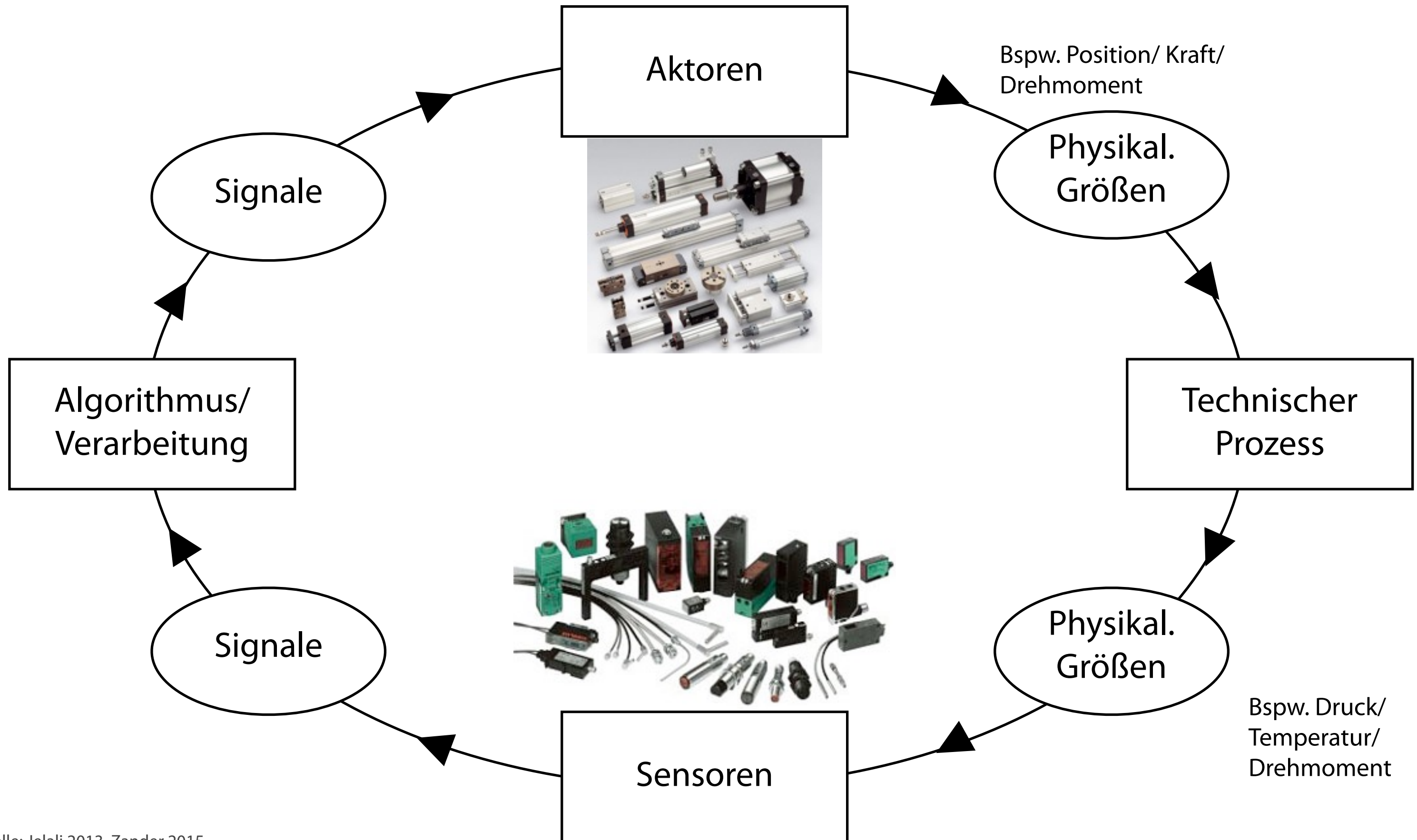
Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

Automatisierungspyramide



Automatisierung als Informationskreislauf



Automatisierungsgrad

Offline-Betrieb

- Niedriger Automatisierungsgrad
- Mit und ohne Rechnereinsatz durchführbar
- Zeitliche und gerätemäßige Entkopplung von Prozess und Rechner
- Manuelle Fahrweise durch Personal
- Bsp.: Bearbeitung von Aufträgen und Erstellung von Anweisungen an die Prozessführung

Online- und Open-Loop-Betrieb

- Mittlerer Automatisierungsgrad
- Zeitliche und gerätemäßige Kopplung von Prozess und Rechner
- Datenerfassung, Protokollierung, Prozessvisualisierung durch Rechner
- Erreichung einer hohen Datenqualität
- Hohe Anforderungen bzgl. Echtzeitverhalten
- Anlagenfahren durch Bedienpersonal

Online- und Closed-Loop-Betrieb

- Hoher Automatisierungsgrad
- Zeitliche und gerätemäßige Kopplung von Prozess und Rechner
- Steuerung, Regelung, Datenerfassung, Protokollierung, Prozessvisualisierung durch Rechner
- Hohe Anforderungen bzgl. Echtzeitverhalten und Verfügbarkeit
- Bedienpersonal im Normalfall nur zur Überwachung bzw. Eingriff in Notfällen



Einführung

Produkt- und Anlagenautomatisierung

Aufbau von Automatisierungssystemen

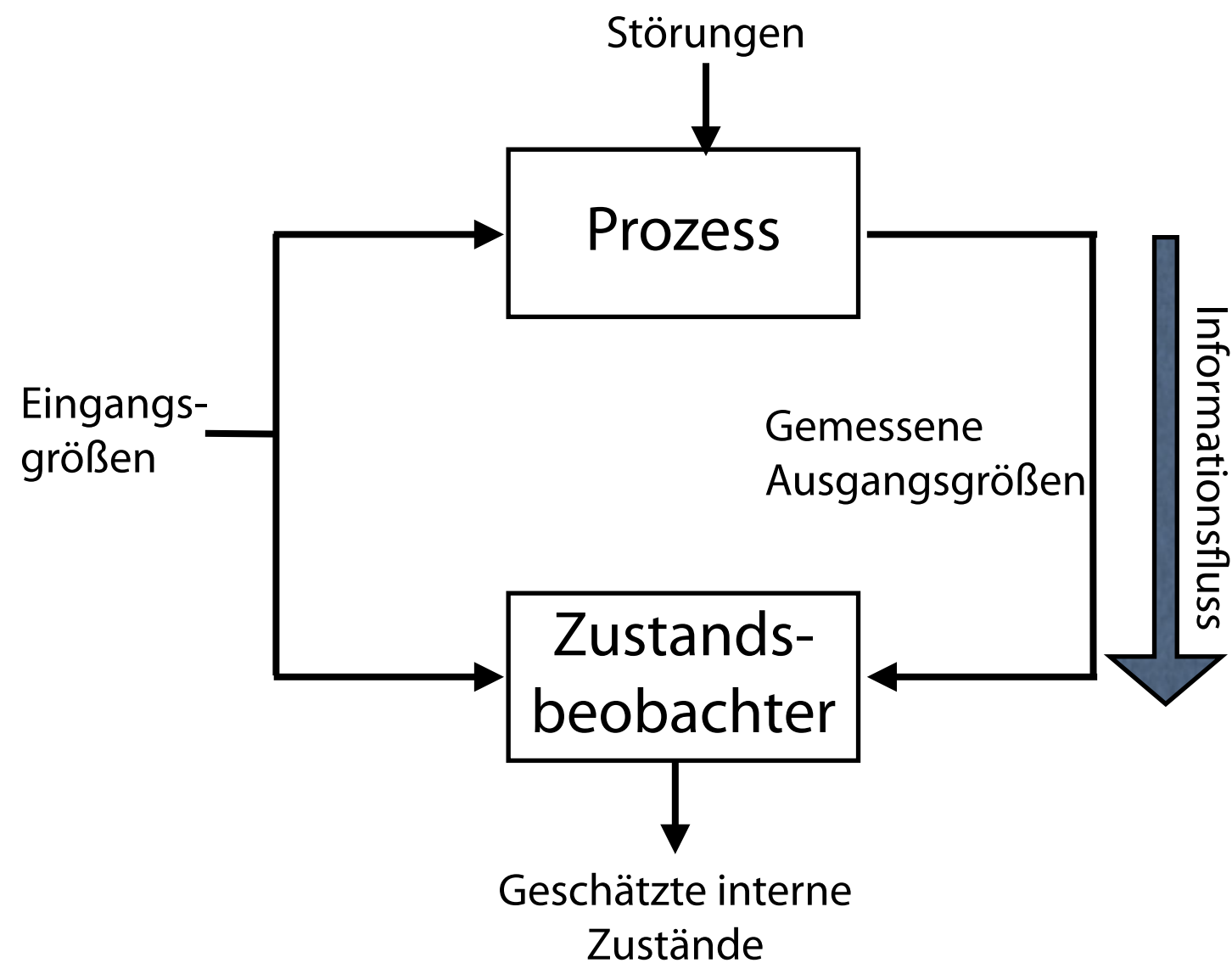
Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

Prozessüberwachung

Ziel

- Bereitstellung von Informationen über den Prozess für das Betriebspersonal oder für die automatische Prozessdatenverarbeitung und -auswertung



Typische Teilaufgaben

- Anzeige aller wichtigen Prozessgrößen in geeigneter Form, bspw. über Displays oder Apps
- Protokollierung ausgewählter Prozessgrößen
- Signalisierung der Verletzung zulässiger Grenzwerte
- Berechnung zusätzlicher Größen, insbesondere nicht-messebarer Prozessgrößen während des Betriebs der Anlage

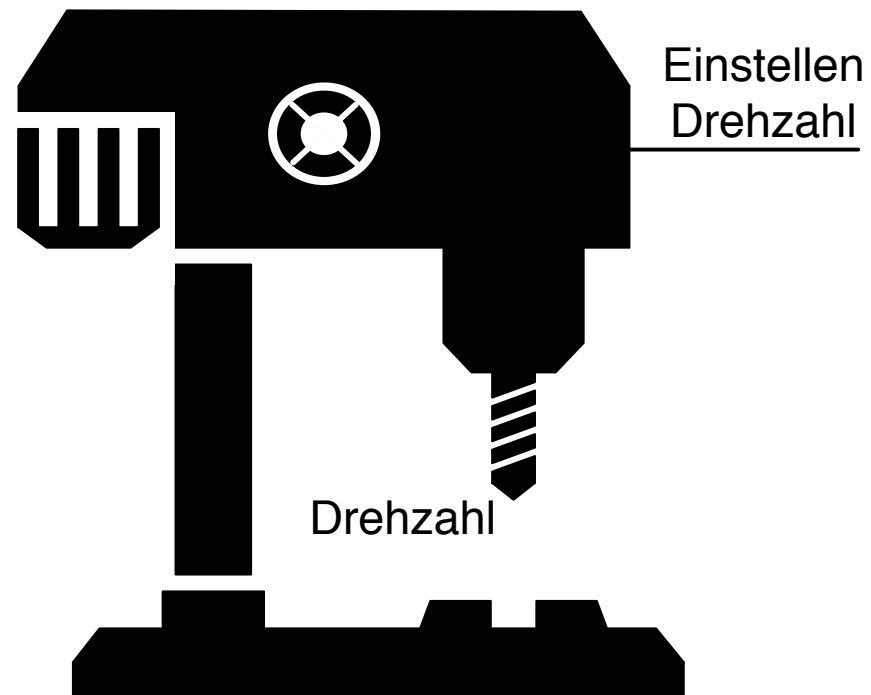
Ziel

- Gewährleistung eines sicheren Prozessablaufes durch die Vermeidung gefährlicher Prozess- und Anlagenzustände
- Schutz des Menschen
- Sicherstellung der Langlebigkeit der Anlage und der Produktqualität

Typische Teilaufgaben

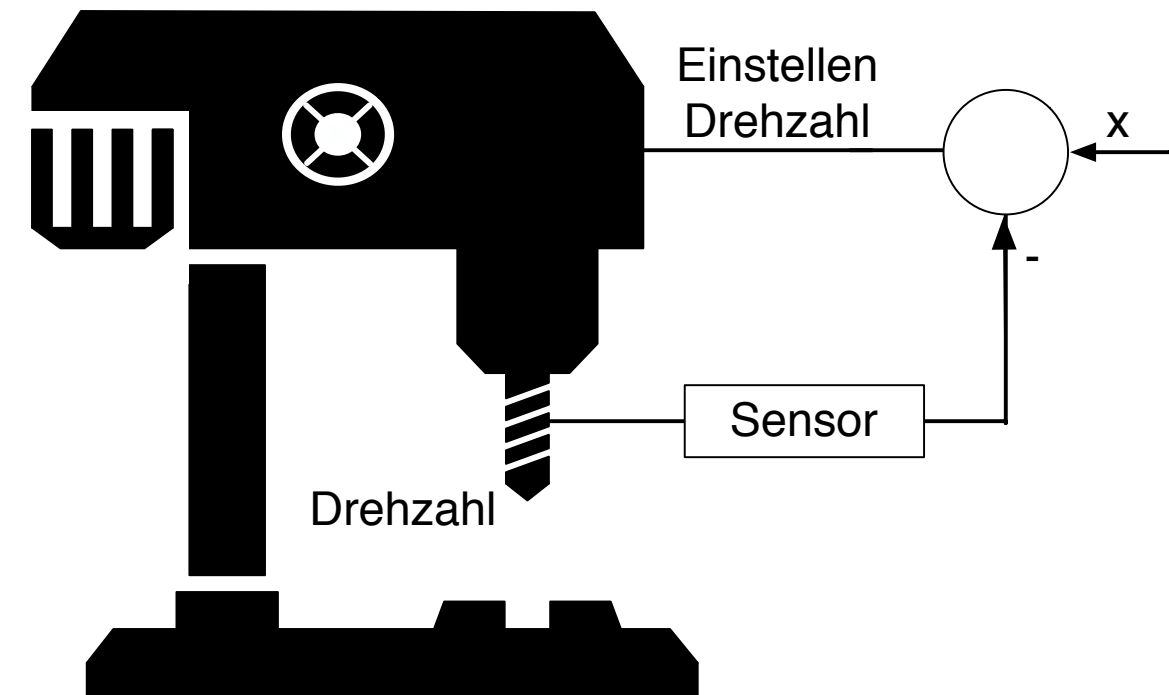
- Verriegelung im Prozessablauf zum Erzwingen einer bestimmten Reihenfolge von Handlungen
- Noteingriffe bzw. automatische Abschaltung von Maschinen oder Anlagen(-teilen) bei sicherheitsgefährdenden Grenzüberschreitungen
- Erhöhung der Zuverlässigkeit des Automatisierungssystems durch Installation von Redundanzkomponenten
- Anwendung spezieller Prüf- und Plausibilitätsalgorithmen, z. B. zur Erkennung und Vermeidung von Fehlalarmen
- Realisierung flexibler Reaktionen auf tatsächlich eingetretene, gefährliche Prozess- oder Anlagenzustände zur Vermeidung von Zeitabschnitten völligen bzw. langen Stillstands

Prozessstabilisierung



Steuerung

- Beeinflussung einer Maschine oder Anlage durch Stellgröße
- Keine Rückwirkung von Steuergröße auf Stellgröße



Regelung

- Messung des Ist-Wertes einer Größe und Angleichung an die Soll-Größe durch Nachstellen

Ziel

- Realisierung eines logisch oder zeitlich vorgegebenen Prozessablaufes und damit beabsichtigte Änderung von Prozessgrößen

Typische Teilaufgaben

- Binärsteuerung zur Realisierung von Verknüpfungen, Zeitplan- und Ablaufsteuerungen etc.
- Steuerung von Anfahr-, Abfahr- sowie Umsteuerungsvorgängen in kontinuierlichen Prozessen
- Koordinationssteuerungen von Teilprozessen größerer Produktionssysteme

Ziel

- Ermittlung optimaler Arbeits-/Betriebspunkte

Typische Teilaufgaben

- *Statische Prozessoptimierung*: Bestimmung und Erreichung optimaler Arbeitspunkte für stationäre Betriebszustände
- *Dynamische Prozessoptimierung*: Berechnung und Realisierung optimaler Übergangsvorgänge von einem stationären Arbeitspunkt zu anderen

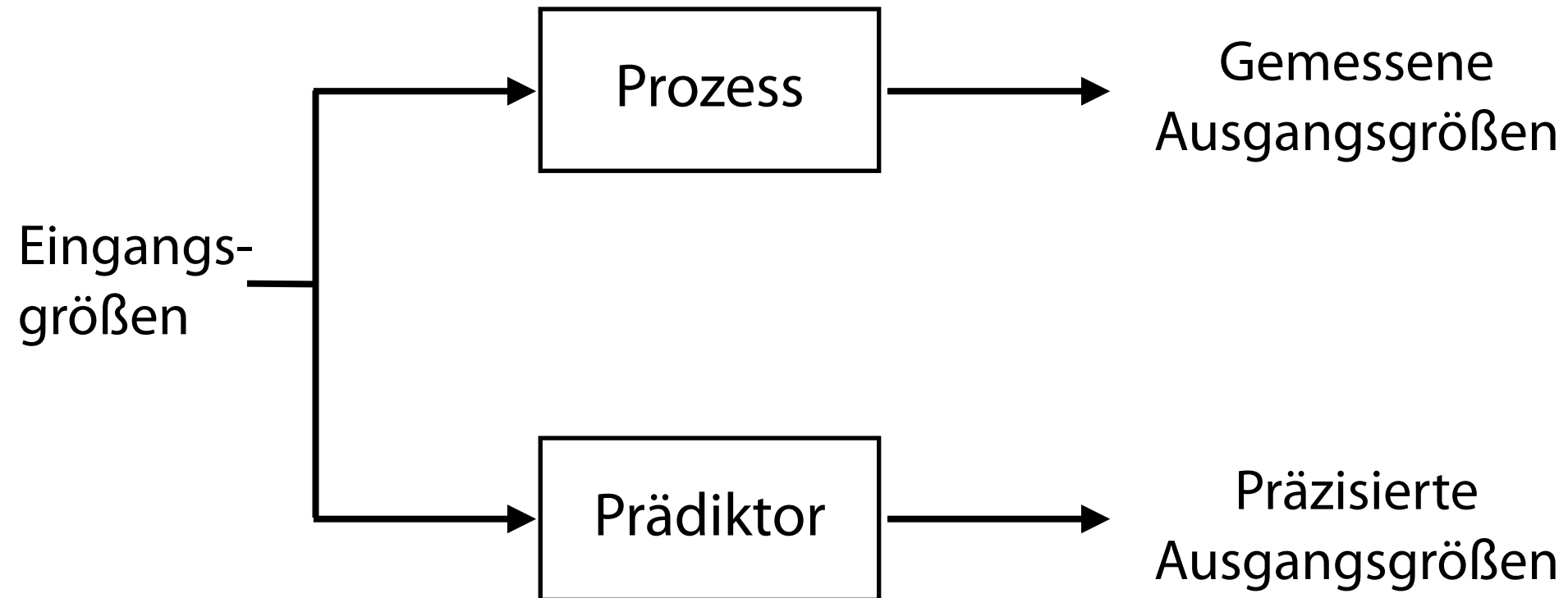
Vorhersage des Systemverhaltens

Voraussetzung

- Kenntnis des Systemzustandes zum Start des Vorhersageintervalls
- Hinreichend kleine Störung

Typische Teilaufgaben

- Entwurf von Steuerungen
- Operative Steuerungsaufgaben, bei denen das Bedienpersonal die Steuerentscheidung in Abhängigkeit der aktuellen Arbeitsweise der Anlage fällt





Einführung

Produkt- und Anlagenautomatisierung

Aufbau von Automatisierungssystemen

Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungssysteme und -strukturen

Komponenten eines Automatisierungssystems

Sensoren / Messgeräte

- Erfassung von Informationen über den aktuellen Prozesszustand
- Erfassung analoger physikalischer Größen
- Messwertverarbeitung

Aktoren / Stellglieder

- Umsetzung von Steuerungsinformationen zur Beeinflussung von Prozessgrößen
- Erzeugung der Stellgrößen (meist durch Stellventile / -geräte oder Antriebe)
- Stetige vs. binäre Verstellung

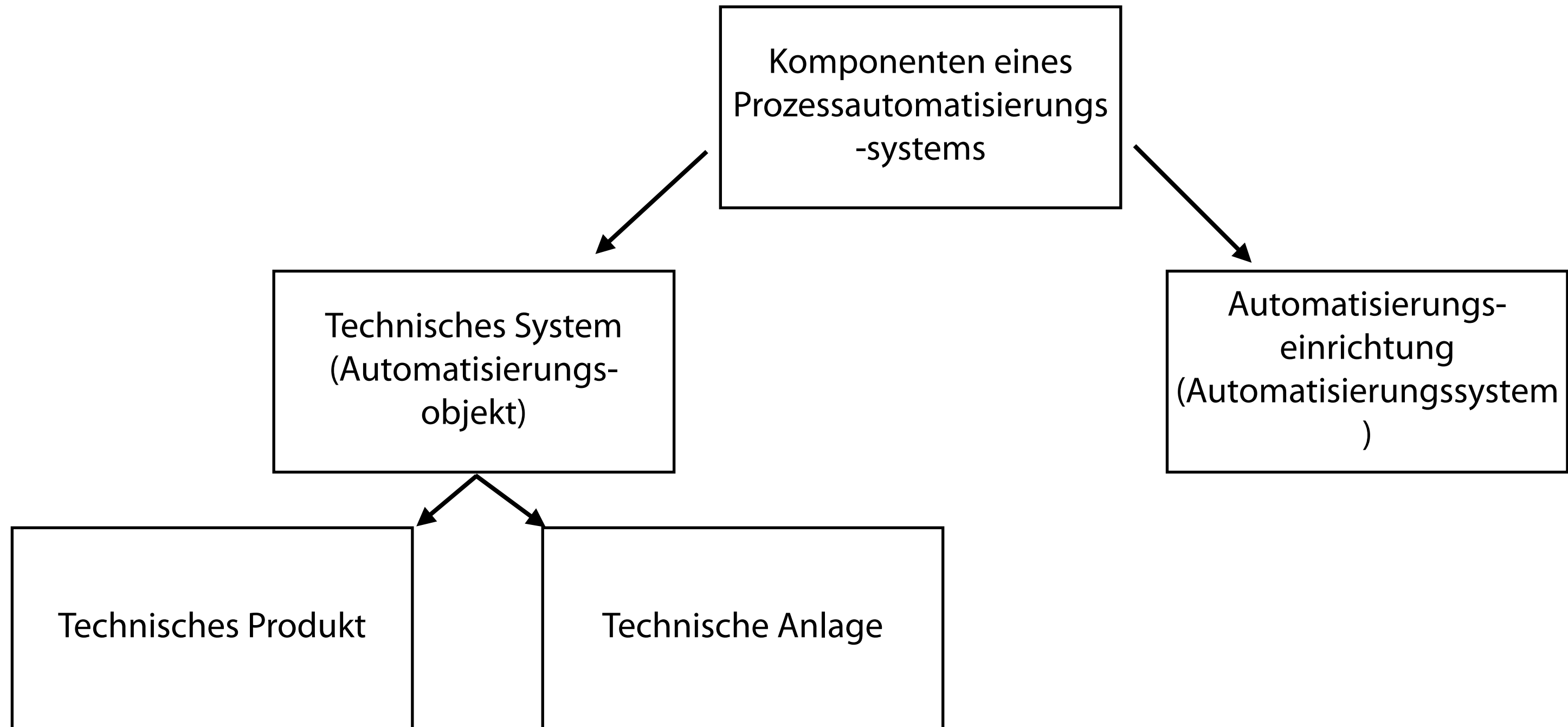
Automatisierungscomputer

- Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS
- Microcontroller
- Personal Computer bzw. Industrial Personal Computer
- Prozessleitsystem

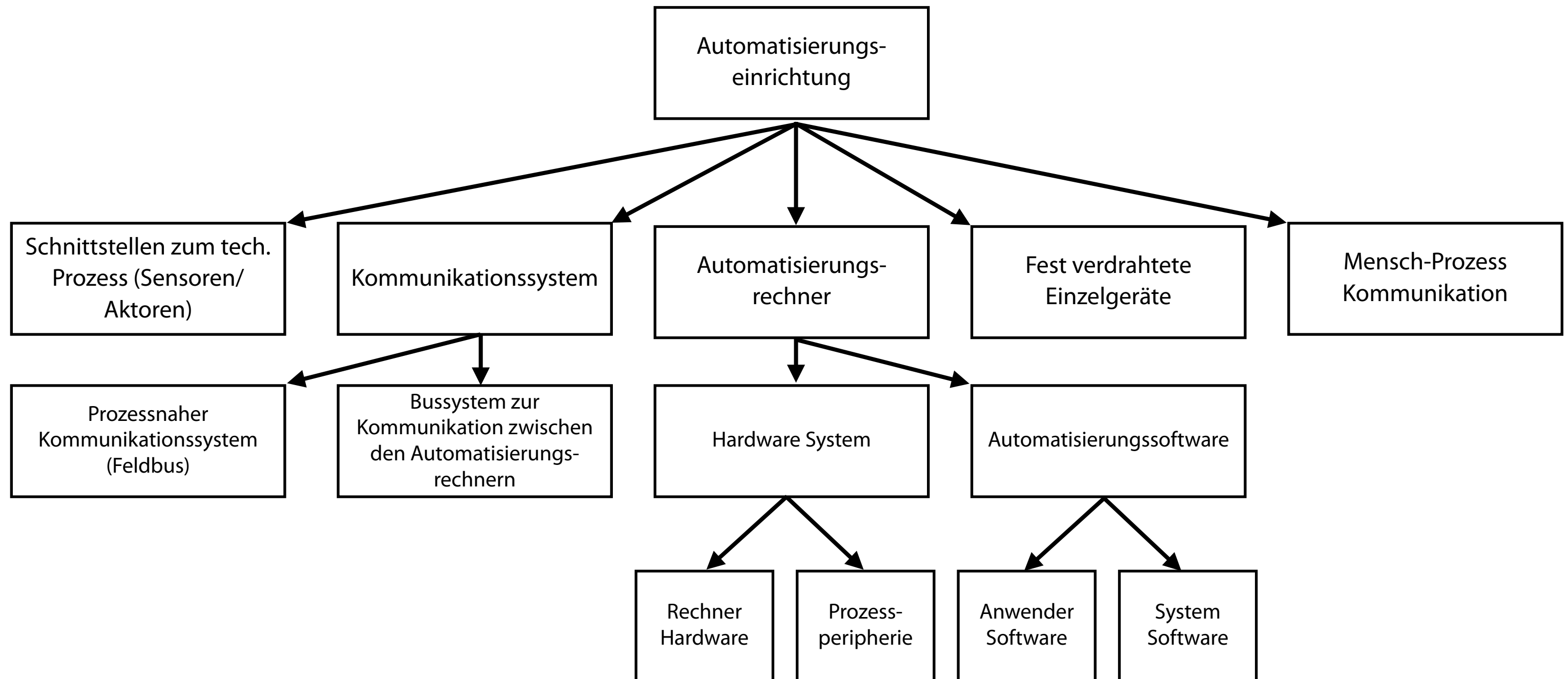
Automatisierungssoftware

- Programme zur Ausführung der Automatisierung
- Anwendungssoftware und Betriebs-/Systemsoftware

Aufbau von Automatisierungssystemen



Aufbau von Automatisierungssystemen



Automatisierungscomputer

Speicherprogrammierbare Steuerung SPS

- Einsatz von Geräten mit Zertifizierungen
- Proprietäre Hardware mit oft langfristigen Zusagen für die Ersatzteillieferung
- Verknüpfung binärer Signale in einfacher Darstellung

Personal Computer PC

/ Industrial Personal Computer IPC

- Programmierung in Hochsprache
- Einsatz von Echtzeit-Betriebssystem als Stand Alone oder als Ergänzung möglich
- Mögliche Einsatzgebiete: Prozess-Visualisierung, -Auswertung, -Überwachung, Leitstandsaufgaben

Mikrocontroller

- „Ein-Chip-Computer“ mit niedrigem Preis
- Hochintegrierte Bausteine
- Verwendung für Massenprodukte
- Hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer

Prozessleitsysteme PLS

- Verteiltes, über Bus-Systeme verbundene Rechnersystem
- Kopplung mit SPS-Rechnern
- Einsatz vorkonfigurierter, vom Hersteller des PLS entwickelter Programmbausteine
- Konfigurierung durch Anwender

Kriterien für den Vergleich von Automatisierungsstrukturen

Kosten

Teileverfügbarkeit

Wartbarkeit

Transparenz

Usability

Flexibilität bei
Änderungen

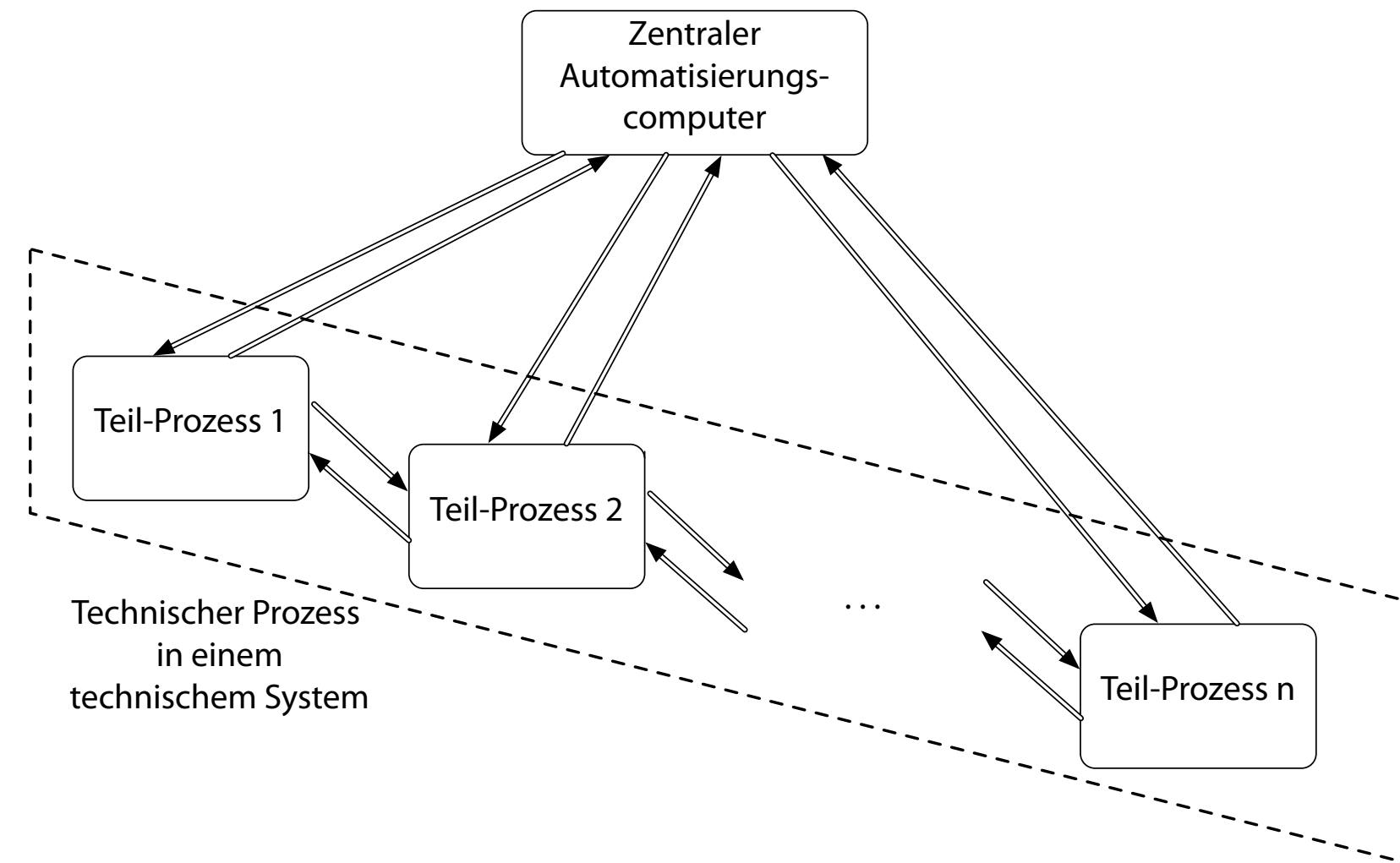
Störfalllokalisierung

Koordinierung von
Teilprozessen

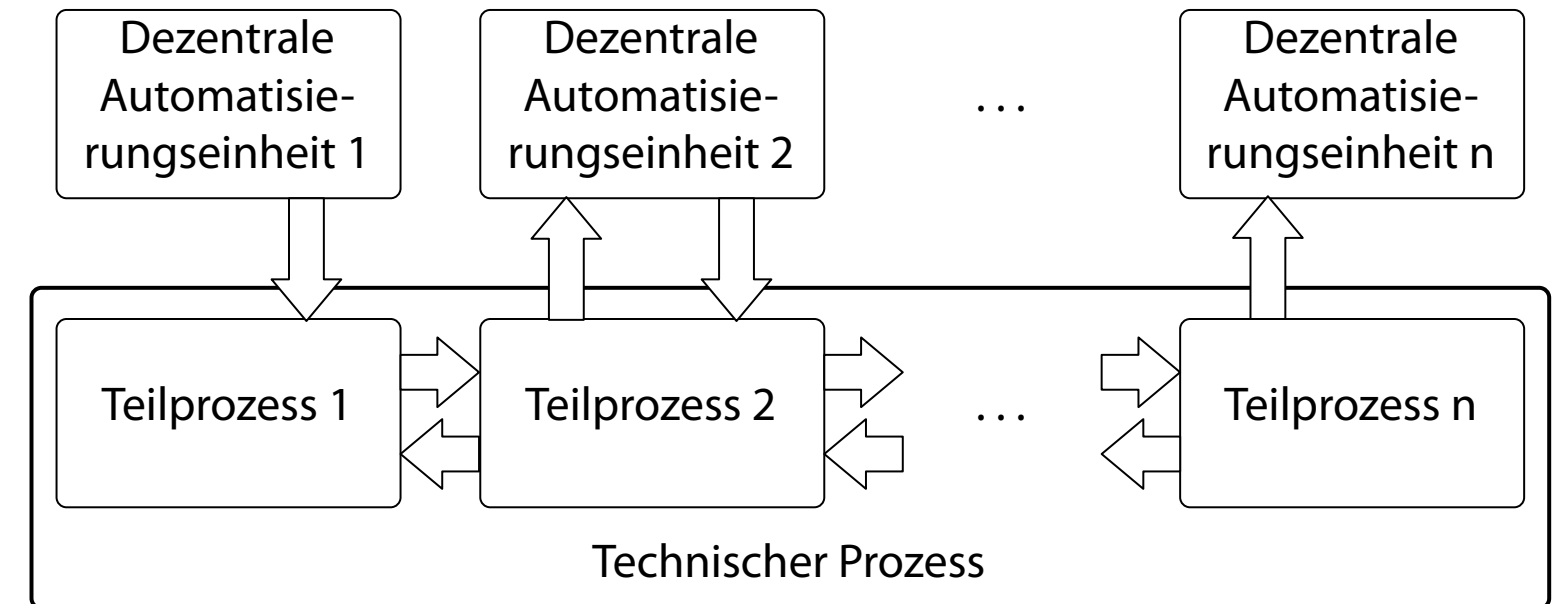
Optimierung der
Geschäftsprozesse

Funktionelle / wirkungsmäßige Struktur

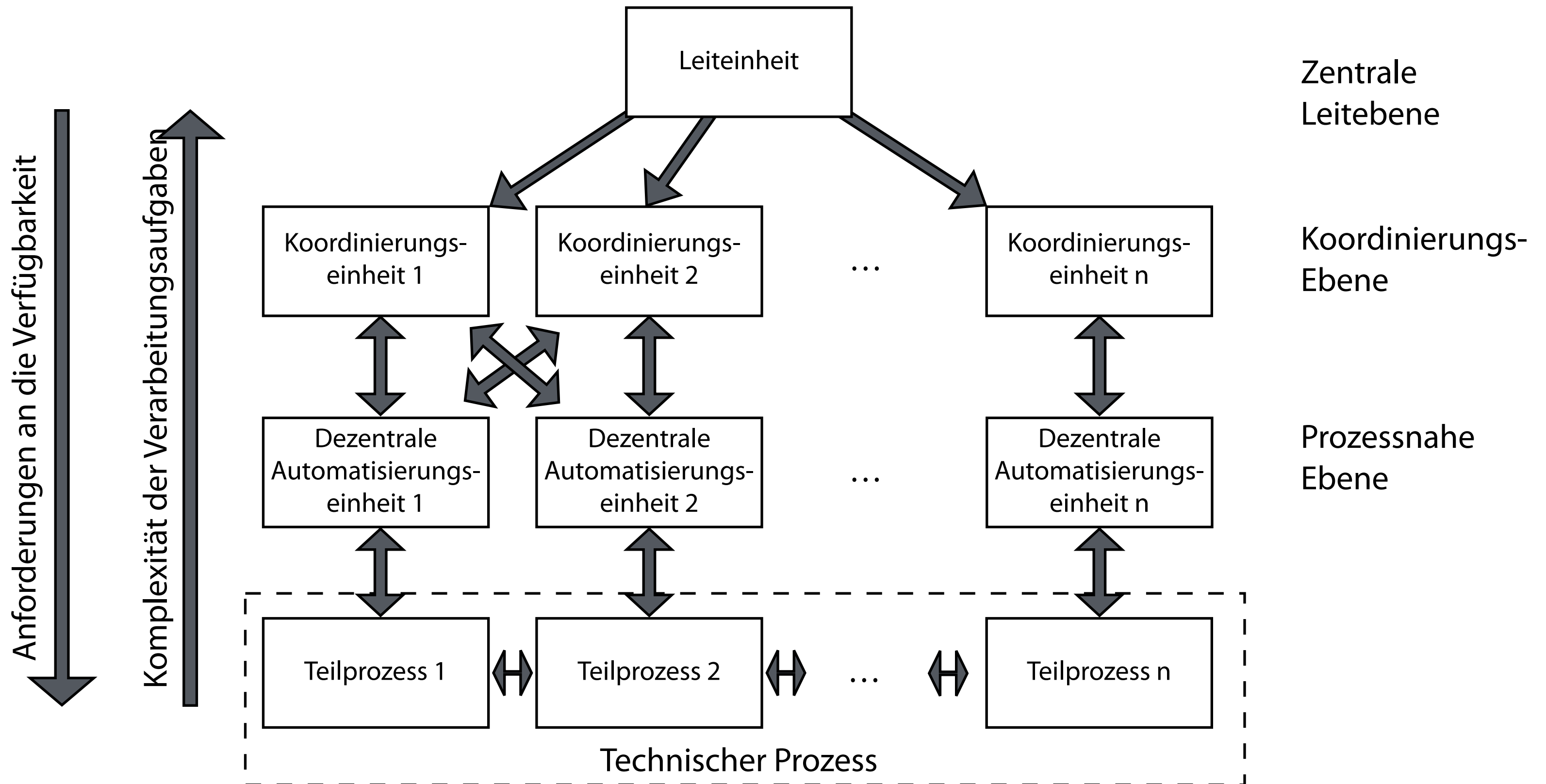
Zentrale Automatisierungsstruktur



Dezentrale Automatisierungsstruktur



Hybride Automatisierungsstruktur



Kriterien für die Wahl eines Kommunikationssystems

Verkabelungskosten

Kopplung
unterschiedlicher
Kooperationspartner

Standardisierung
von Schnittstellen

Reaktionszeiten

Flexibilität

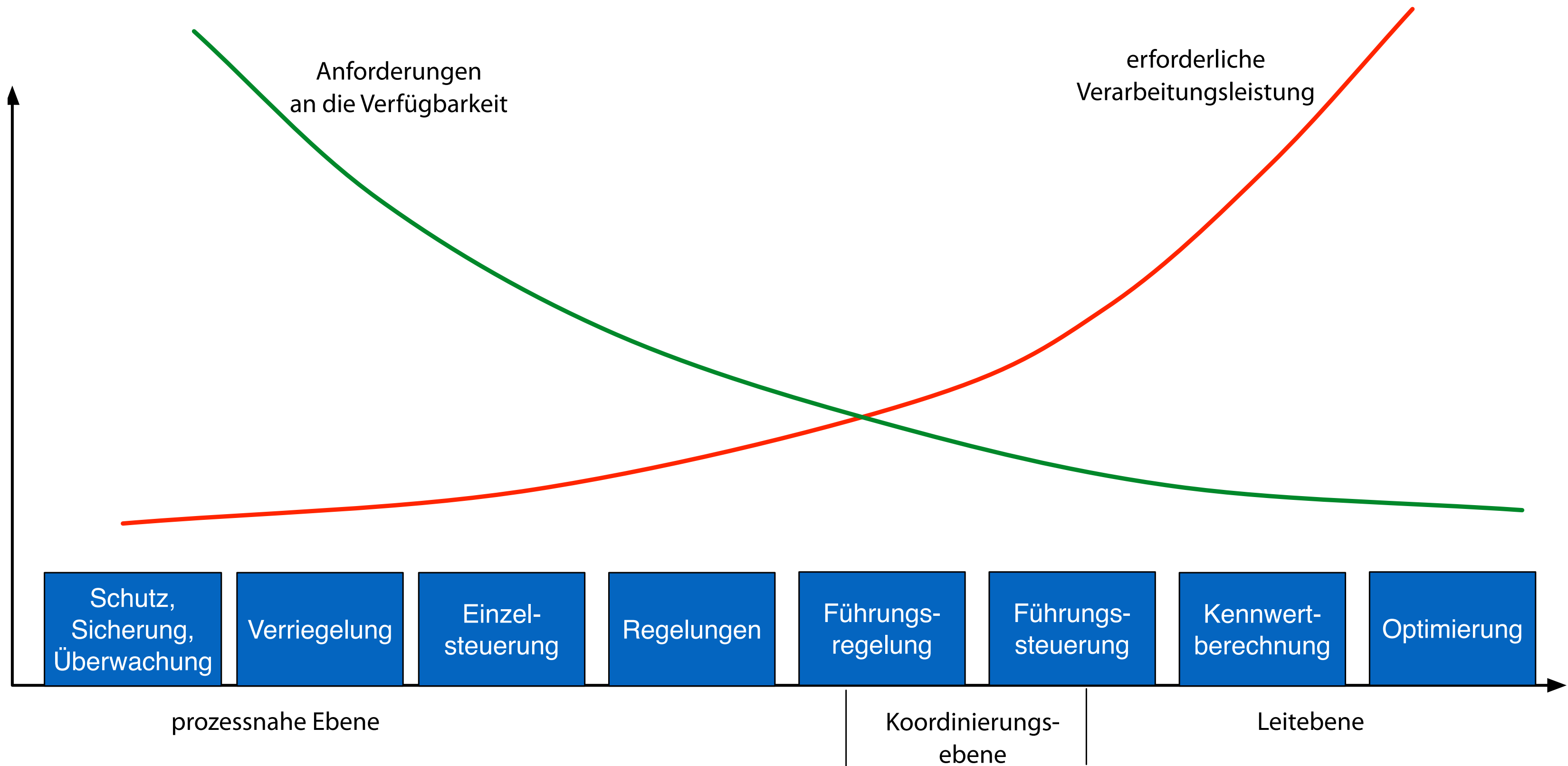
Mögliche
Datenübertragungsraten

Anforderungen an
Kommunikationspartner

Sichere
Informationsübertragung

Verfügbarkeit und
Zuverlässigkeit

Anforderungen an Verfügbarkeit und Verarbeitungsleistung



Ziele verteilter Automatisierungssysteme

Hohe Zuverlässigkeit durch Fehlertoleranz

- Ausfall eines dezentralen Computers führt nicht zu Gesamtausfall
- Eingrenzung des Fehlers durch Rekonfiguration

Erhöhung der Verfügbarkeit

- Ermöglicht durch schnelle Wartung und Instandhaltung
- Gegenseitige Überwachung mit Fehlerdiagnose

Gegenseitige Aushilfe bei hoher Belastung

- Selbstständige Anpassung der Aufgabenverteilung
- Reduzierung der Reserven der einzelnen Einheiten

Einfache Erweiterbarkeit

- Neue Komponenten können leicht in ein bestehendes System integriert werden

Verteilte Automatisierungssysteme werden durch die Verknüpfung dezentraler Automatisierungseinheiten mit einem übergeordneten Rechner über ein Kommunikationssystem ermöglicht.

Fehlertolerante Strukturen

Prinzip

- Aufbau eines Systems aus redundanten Hard- und Software-Modulen
- Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Systems beim Auftreten eines Fehlers

Stufen

- Volle Fehlertoleranz
- Verringerte Leistungsfähigkeit
- Übergang in einen sicheren Zustand

Das Ziel fehlertoleranter Strukturen sind Systeme, die beim Auftreten von Fehlern in einzelnen Komponenten als Ganzes funktionsfähig bleiben.

Formen der Redundanz

Hardware-Redundanz

- Ziel: Erkennung von Ausfällen der Hardware
- Einsatzprinzip: m-von-n-Redundanz
- Realisierung der Redundanz durch Doppel- oder Drei-Rechner-Strukturen

Messwert-Redundanz

- Aufnahme von mehr Messwerten als eigentlich benötigt
- Redundante Messgrößen
- Abhängige Messgrößen

Software-Redundanz

- Ziel: Erkennung von Fehlern in der Software
- Mehrfaches Vorhandensein von Software nicht sinnvoll, da nicht Ausfälle, sondern Fehler das Problem sind
- Diversität: Verschiedener Aufbau von Programmteilen, wobei gleiche Eingangsdaten gleiche Ergebnisse liefern

Zeit-Redundanz

- Mehrfache Abfrage des gleichen Messwertes in bestimmten Zeitabständen

Das Ziel der Redundanz ist es, Systeme aufzubauen, die auch bei einem Fehler ihre Funktionsfähigkeit behalten.

Literatur

Deutsches Institut für Normung: DIN 19233: Leittechnik - Prozessautomatisierung - Automatisierung mit Prozessrechensystemen, Begriffe, 1997.

Deutsches Institut für Normung: DIN 66201: Prozessrechensysteme; Begriffe, 1981.

Dumas, M.; La Rosa, M.; Mendling, J.: Prozessüberwachung in Grundlagen des Geschäftsmanagements, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg., 2021.

Jelali, M.: Skript: Prozessautomatisierungstechnik, Wintersemester 13/14, Fachhochschule Köln.

Lauber, R.; Göhner, P.: Prozessautomatisierung I, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, 1999.

Statista 2023: „Welche Bedeutung hat Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen?“

VDMA: Maschinenbau: Worin sehen Sie die größten Herausforderungen bei der Entwicklung von IT und Automatisierungstechnik?, destatis 2015 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/426870/umfrage/problemfelder-bei-der-entwicklung-von-it-und-automatisierungstechnik-im-maschinenbau/>; Abruf am 09. August 2017

Weyrich, M.: Skript Automatisierungstechnik I, Sommersemester 2015, Universität Stuttgart, Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik.

Zander, H.: Einführung Steuerung ereignisdiskreter Prozesse, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015.

Bildnachweise

Folie 16: http://www.iht-inc.de/images/produkte_sensoren.jpg, <http://www.itwissen.info/bilder/aktoren-foto-ap-petersdorff-dotde.png>