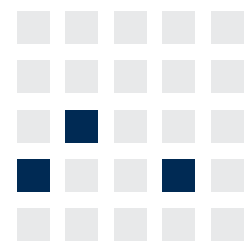




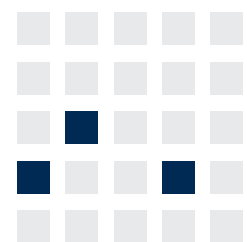
# Industrial Internet of Things

## 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*

*Mail* August-Bebel-Str. 89 | 14482 Potsdam | Germany  
*Visitors* Digitalvilla am Hedy-Lamarr-Platz, 14482 Potsdam  
*Tel* +49 331 977 3322

*E-Mail* [ngronau@lswi.de](mailto:ngronau@lswi.de)  
*Web* [lswi.de](http://lswi.de)

Öffnet die App über den QR-Code oder über den Link.



<https://quiz.lswi.de/login>

Passwort: iiot

# 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

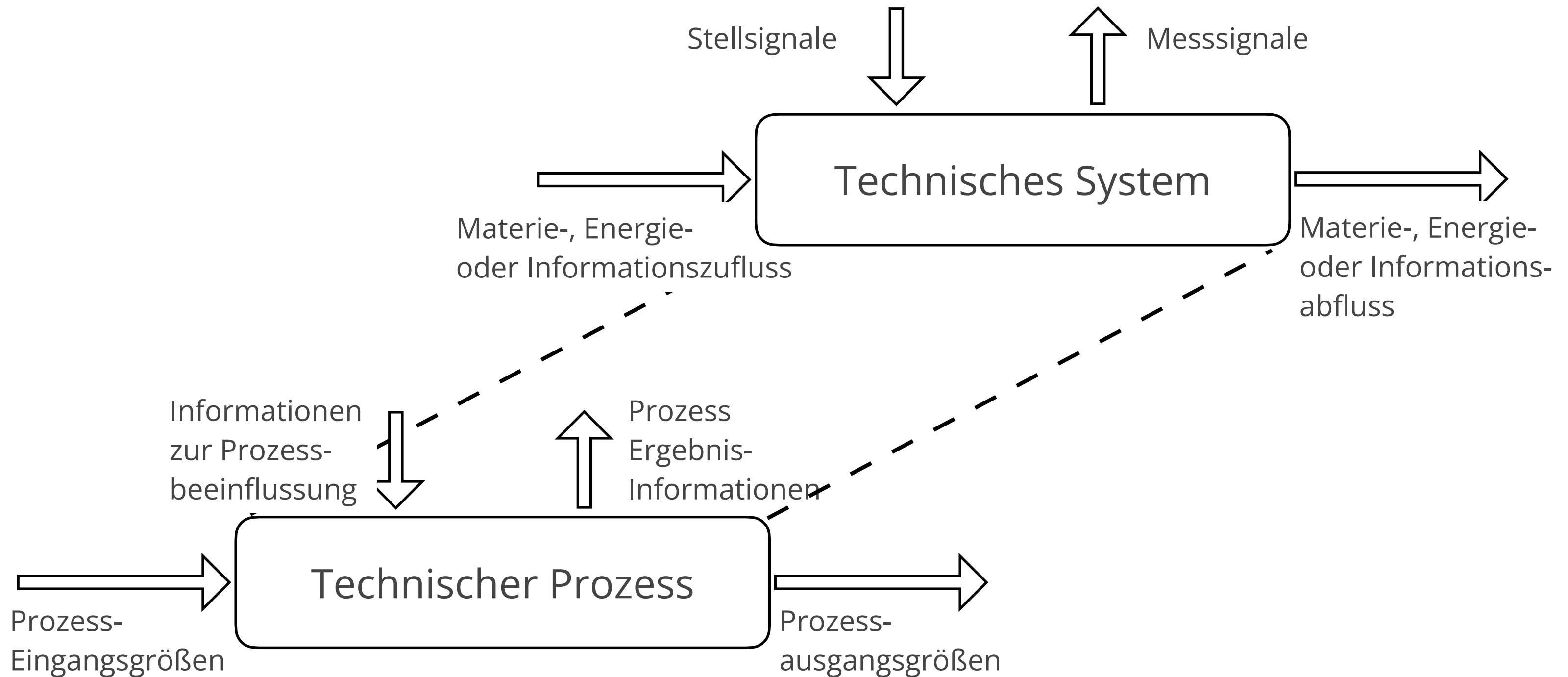
## Prozess (in der Elektrotechnik)

- 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

- Einrichtung und Durchführung von Arbeits- und Produktionsprozessen in einer Weise, dass der Mensch für ihren Ablauf nicht unmittelbar tätig zu werden braucht, sondern alle Prozesse (einschließlich ihrer Steuerung, Regelung und teilweise auch Kontrolle) selbsttätig erfolgen.
- Es können einzelne Arbeitsvorgänge automatisiert werden (Verfahrensautomatisierung), ein bestimmter Produktionsprozess wie durch den Einsatz von Industrierobotern in der Automobilherstellung (Prozessautomatisierung) oder die gesamte Herstellung wie bei der Massenproduktion von Zigaretten (Systemautomatisierung).

# 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 Automatisierungssysteme
- 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

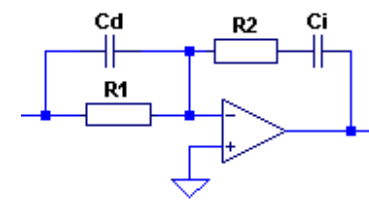
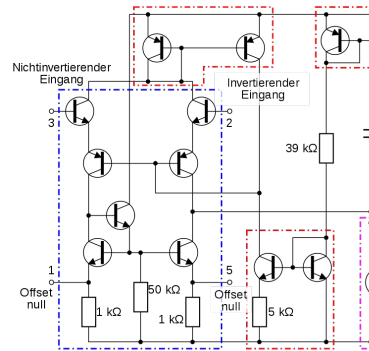
Mess-  
technik

Steuerungs-  
technik

Regelungs-  
technik

Aktor-  
technik

Digitale  
Informations-  
technologie



# Auswirkungen der Automatisierung

---

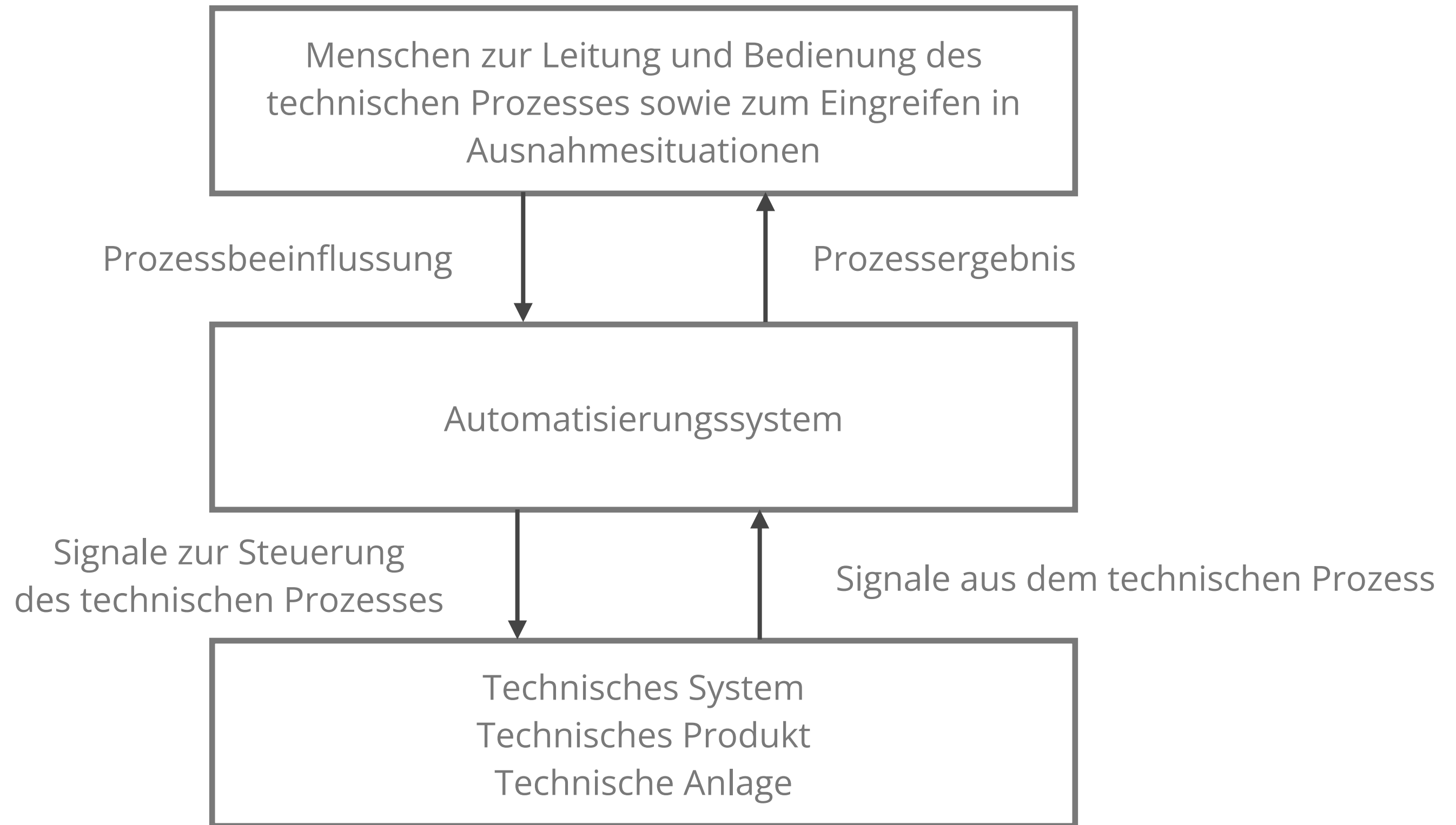
## Mögliche positive Auswirkungen

- 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

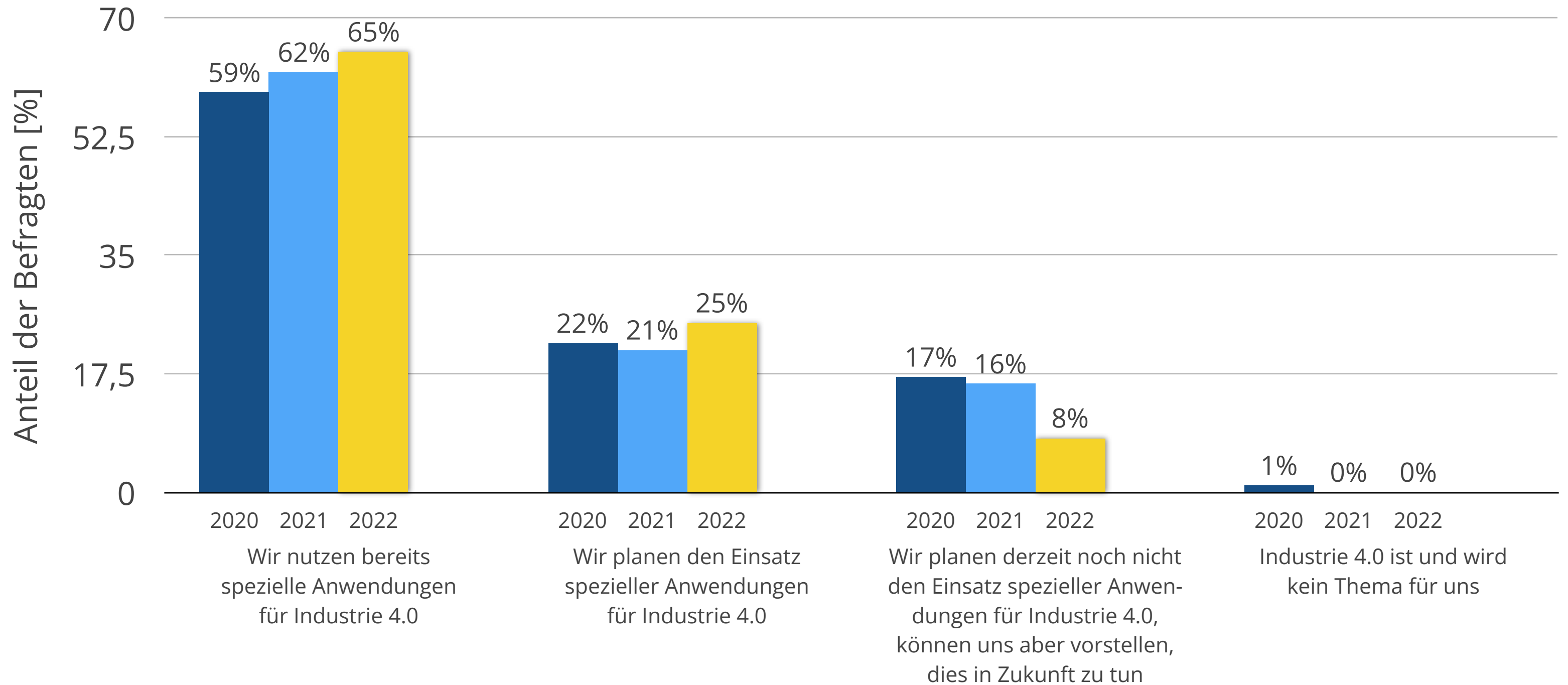
## Mögliche negative Auswirkungen

- 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

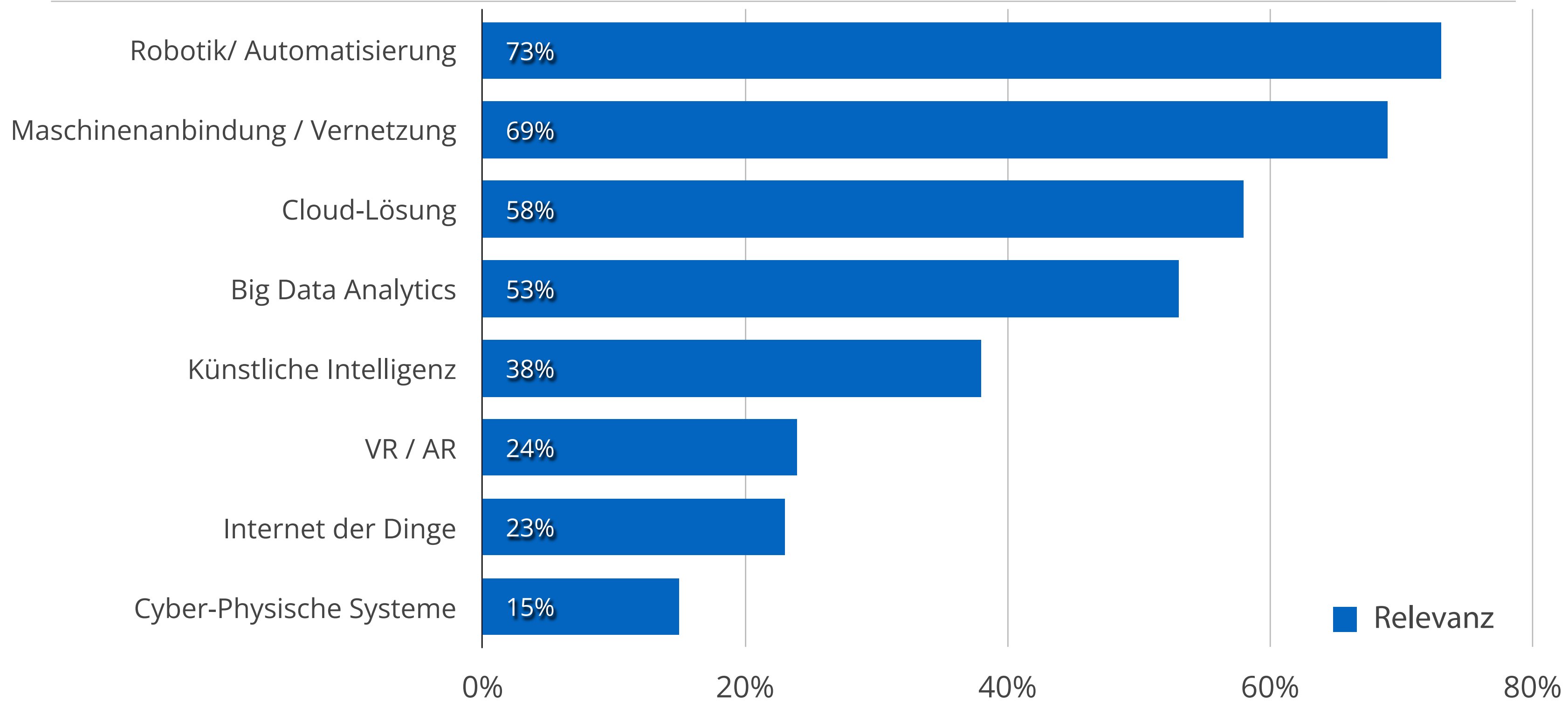
# Aufbau eines automatisierten Gesamtsystems



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



# Wichtigsten Technologien für Industrie 4.0



Robotik und Automatisierung sind zentral für Industrie 4.0, da sie Effizienz, Flexibilität und Präzision steigern. Sie ermöglichen vernetzte, selbstoptimierende Prozesse, senken Kosten und erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit.



Einführung

**Produkt- und Anlagenautomatisierung**

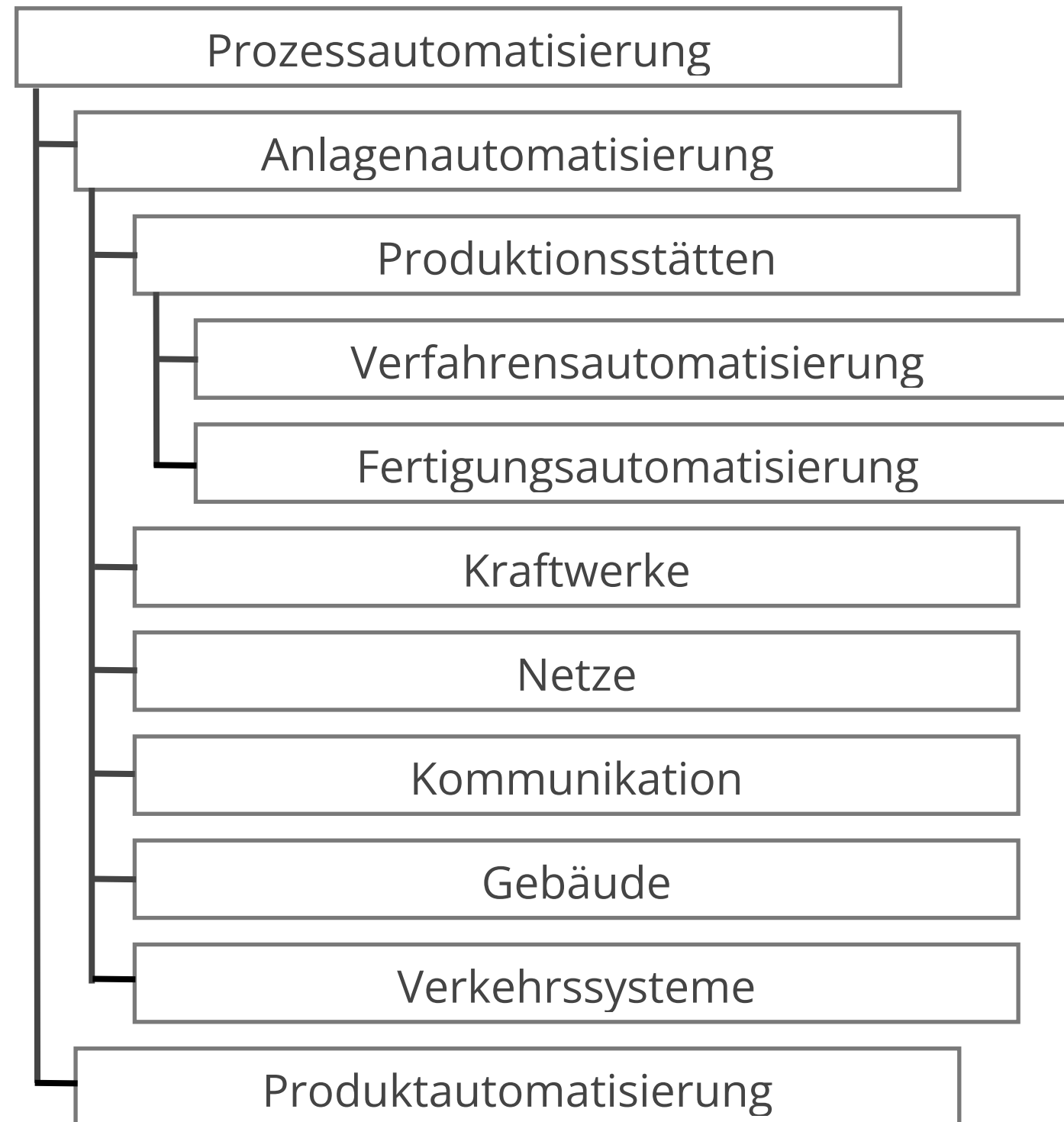
Aufbau von Automatisierungssystemen

Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

# Einsatzgebiete der Automatisierung

---



# Produkt- vs. Anlagenautomatisierung



<https://www.industr.com/de/anlagenautomatisierung-mit-pc-based-control-2752232>

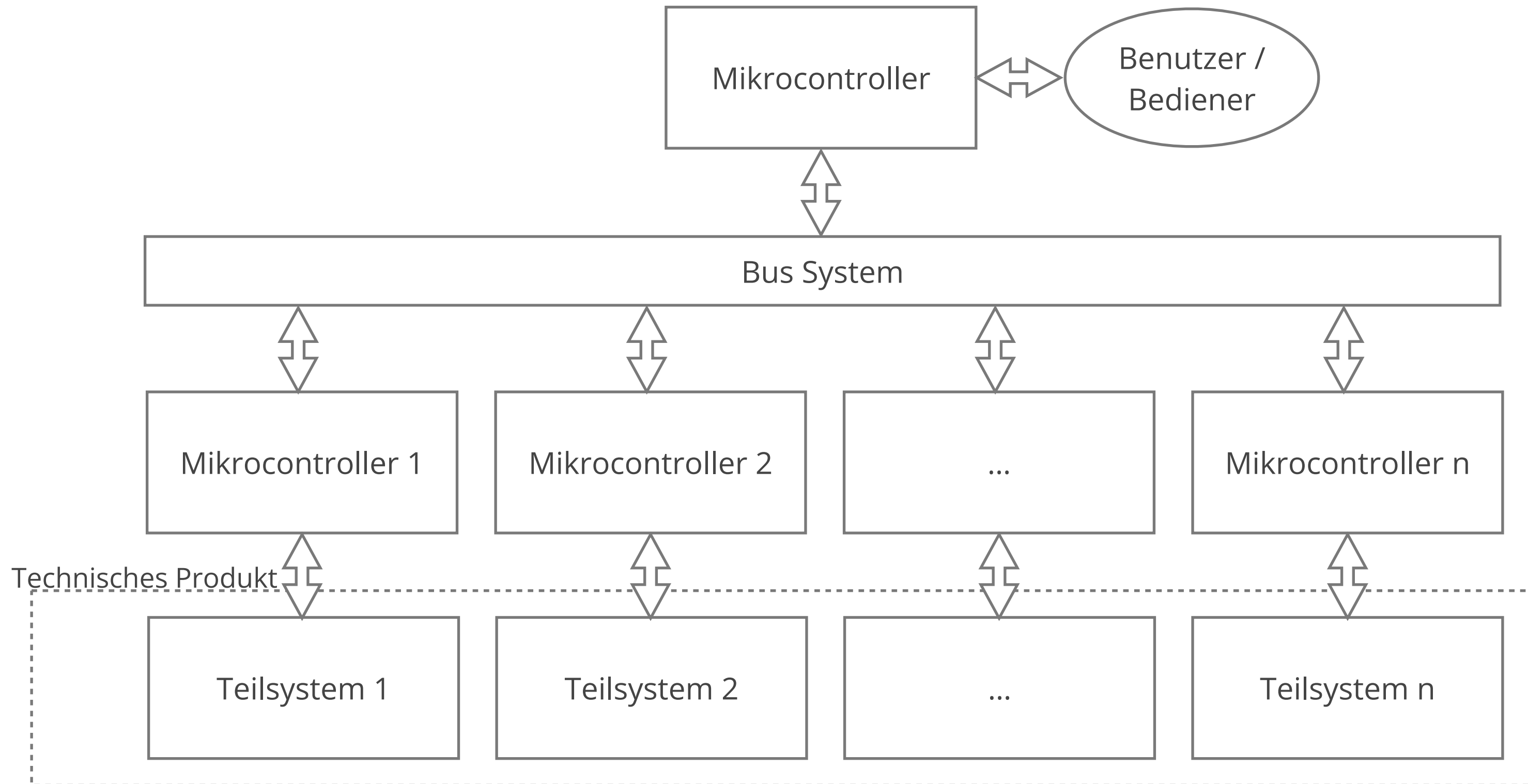
## Produktautomatisierung

- 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

## 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

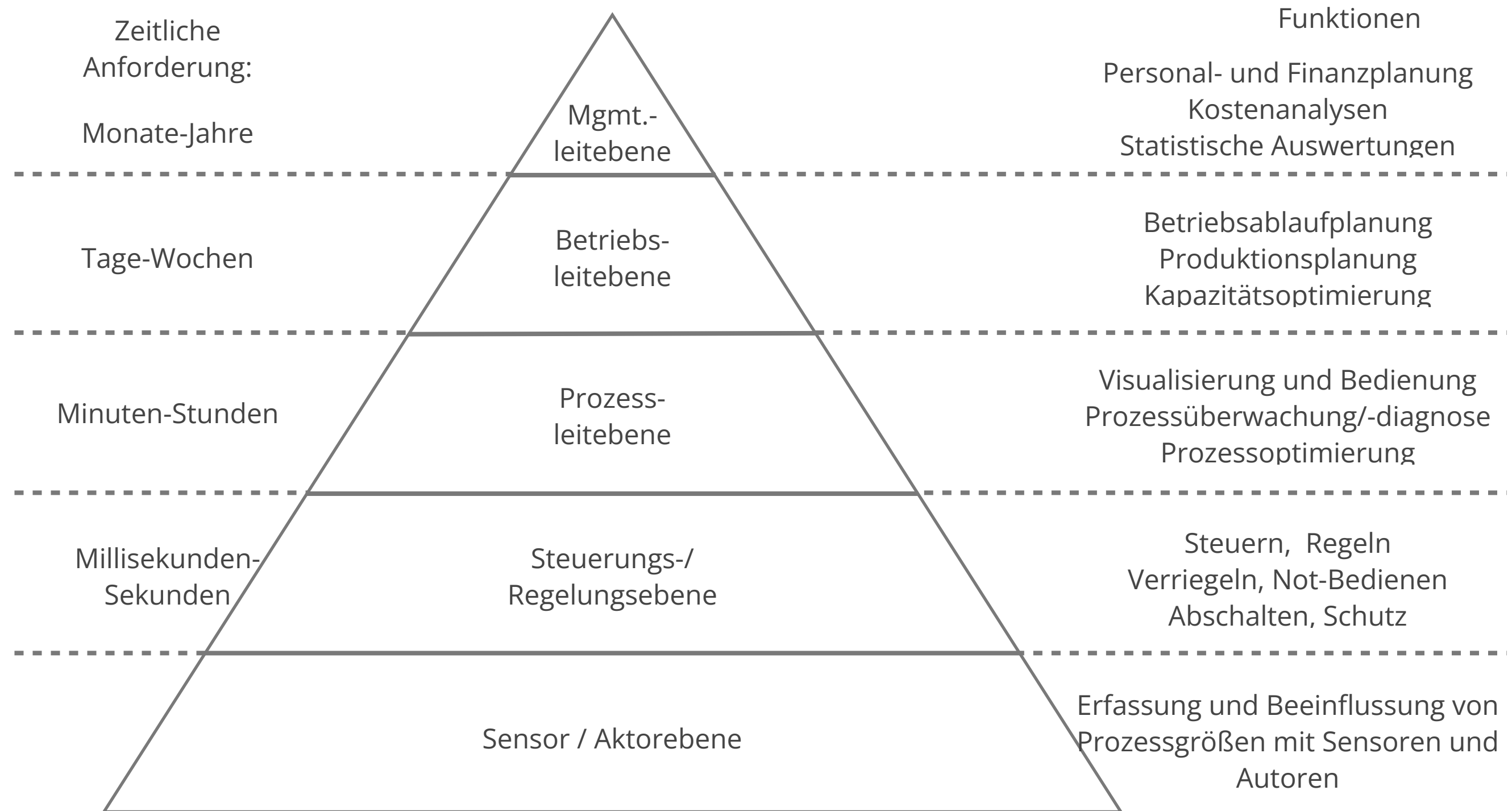
Produkt- und Anlagenautomatisierung

**Aufbau von Automatisierungssystemen**

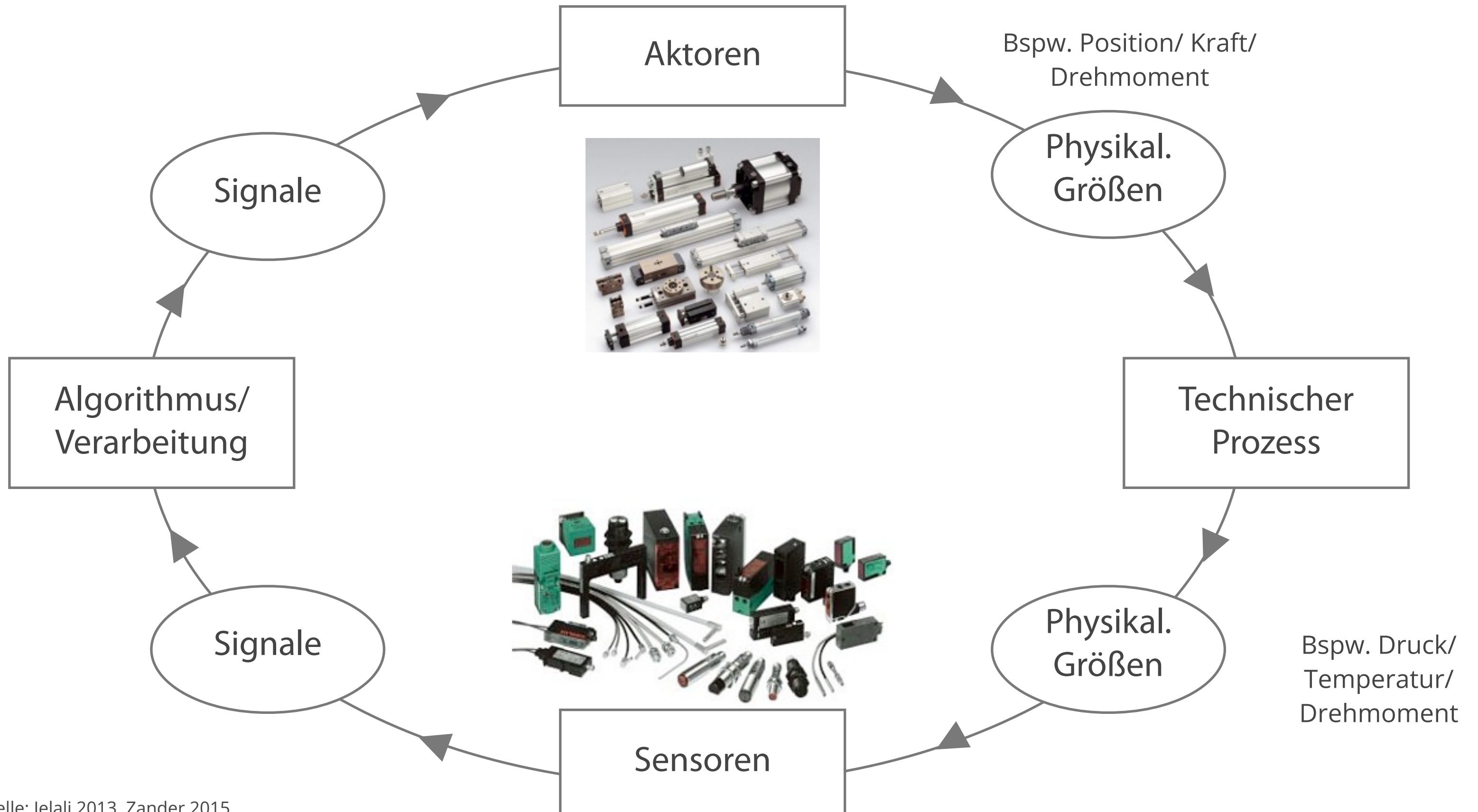
Funktionen und Aufgaben der Automatisierung

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

# Automatisierungspyramide



# Automatisierung als Informationskreislauf



Quelle: Jelali 2013, Zander 2015

Bildquelle: [http://www.iht-inc.de/images/produkte\\_sensoren.jpg](http://www.iht-inc.de/images/produkte_sensoren.jpg), <http://www.itwissen.info/bilder/aktoren-foto-ap-petersdorff-dotde.png>

# 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

Öffnet die App über den QR-Code oder über den Link.



<https://quiz.lswi.de/login>

Passwort: iiot



Einführung

Produkt- und Anlagenautomatisierung

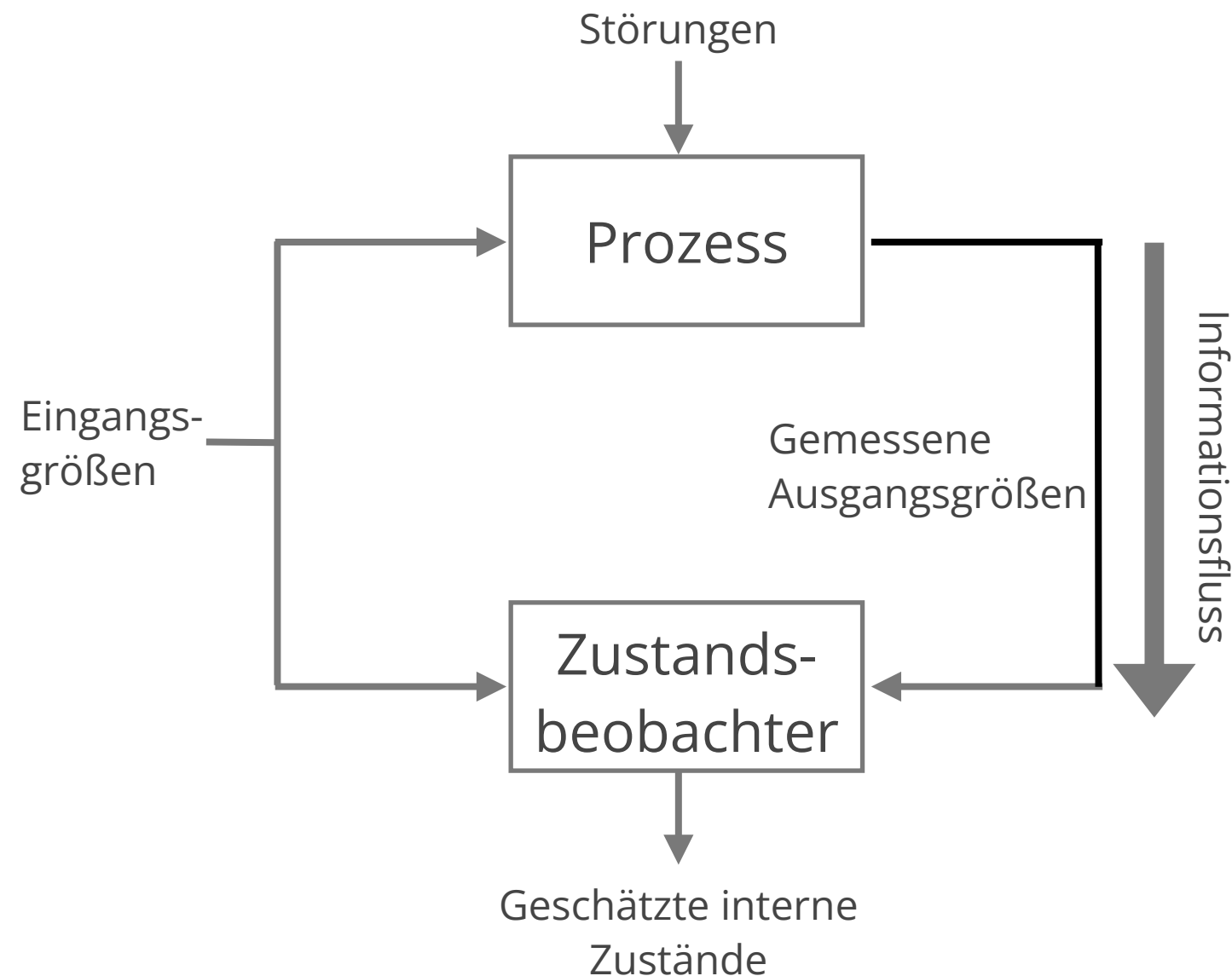
Aufbau von Automatisierungssystemen

**Funktionen und Aufgaben der Automatisierung**

Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen

## Ziel

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



## Typische Teilaufgaben

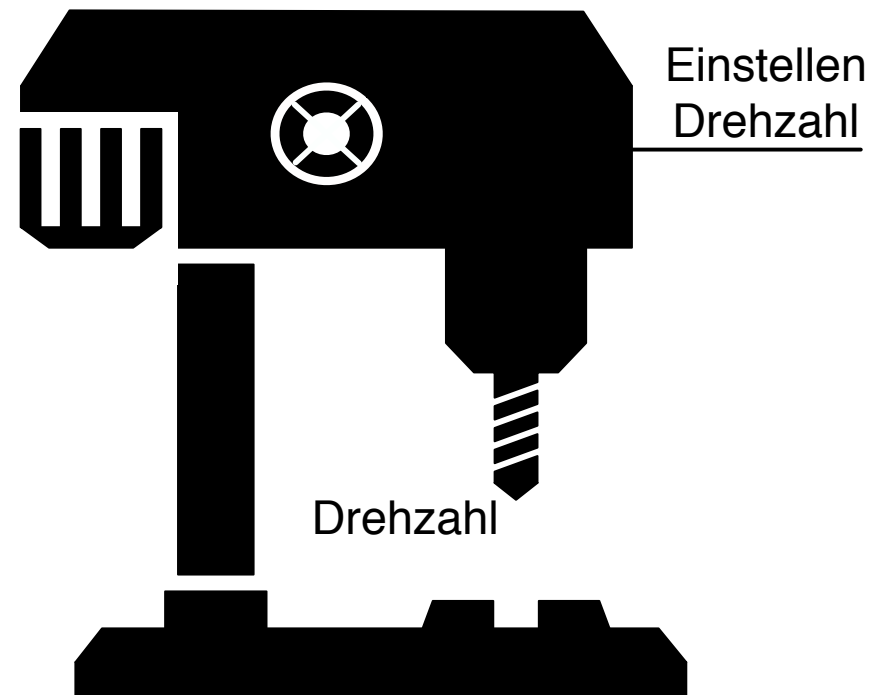
- Anzeige aller wichtigen Prozessgrößen in geeigneter Form, bspw. über Displays oder Apps
- Protokollierung ausgewählter Prozessgrößen
- Signalisierung der Verletzung zulässiger Grenzwerte
- Berechnung zusätzlicher Größen, insbesondere nicht-messebarer Prozessgrößen während des Betriebs der Anlage

## Ziel

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

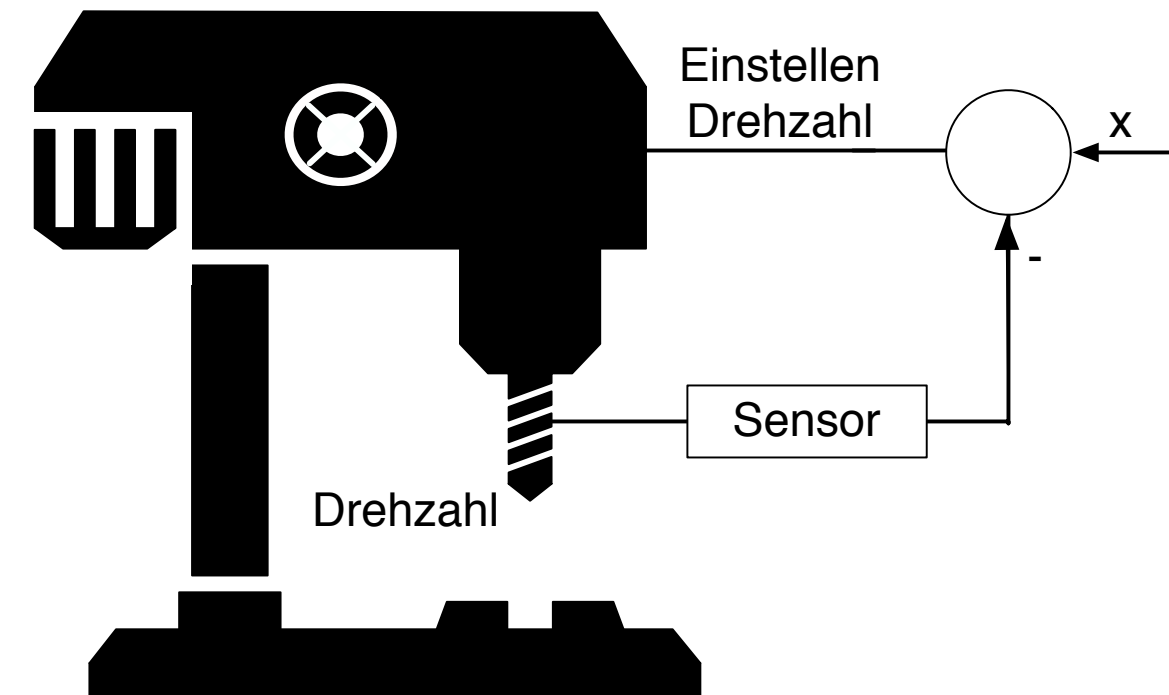
## Typische Teilaufgaben

- 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



## 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

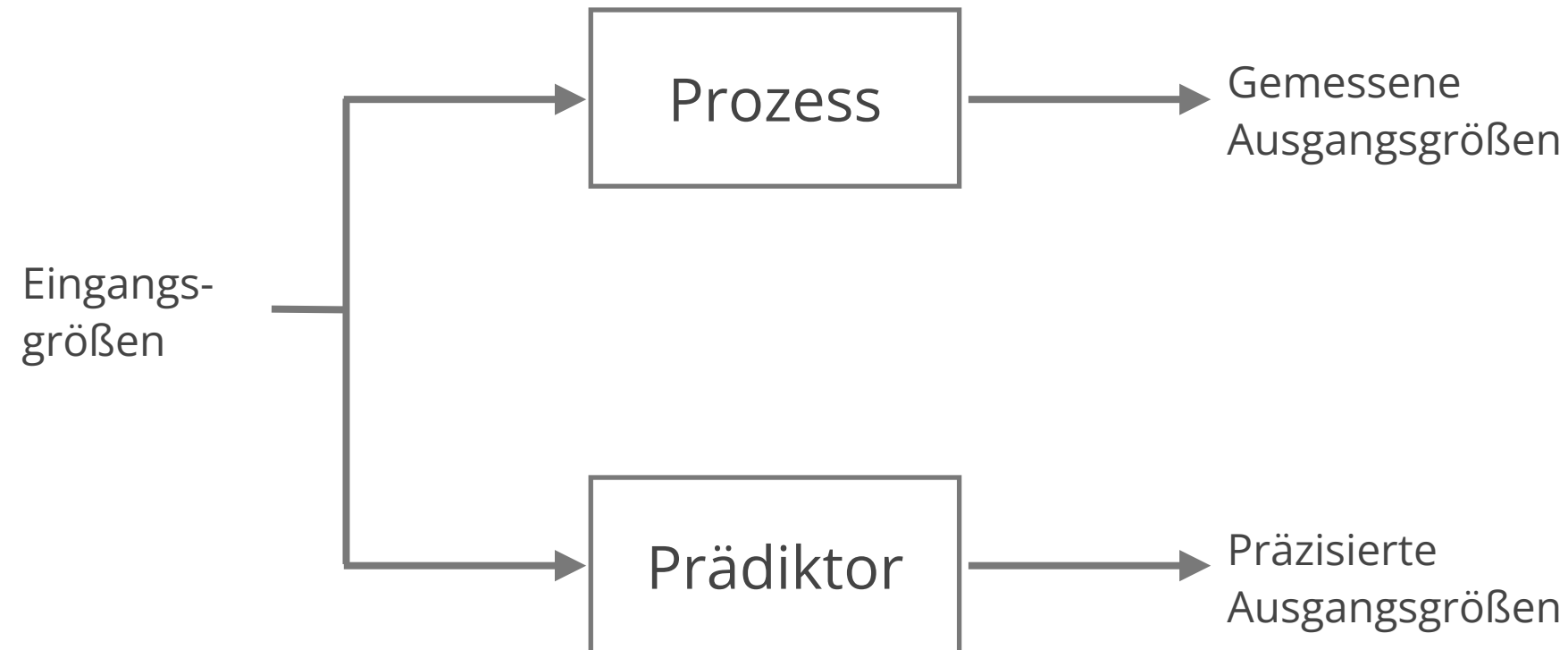
# Vorhersage des Systemverhaltens

## 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

**Automatisierungsgerätesysteme und -strukturen**

# Komponenten eines Automatisierungssystems

---

## Sensoren / Messgeräte

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

## Aktoren / Stellglieder

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

## Automatisierungscomputer

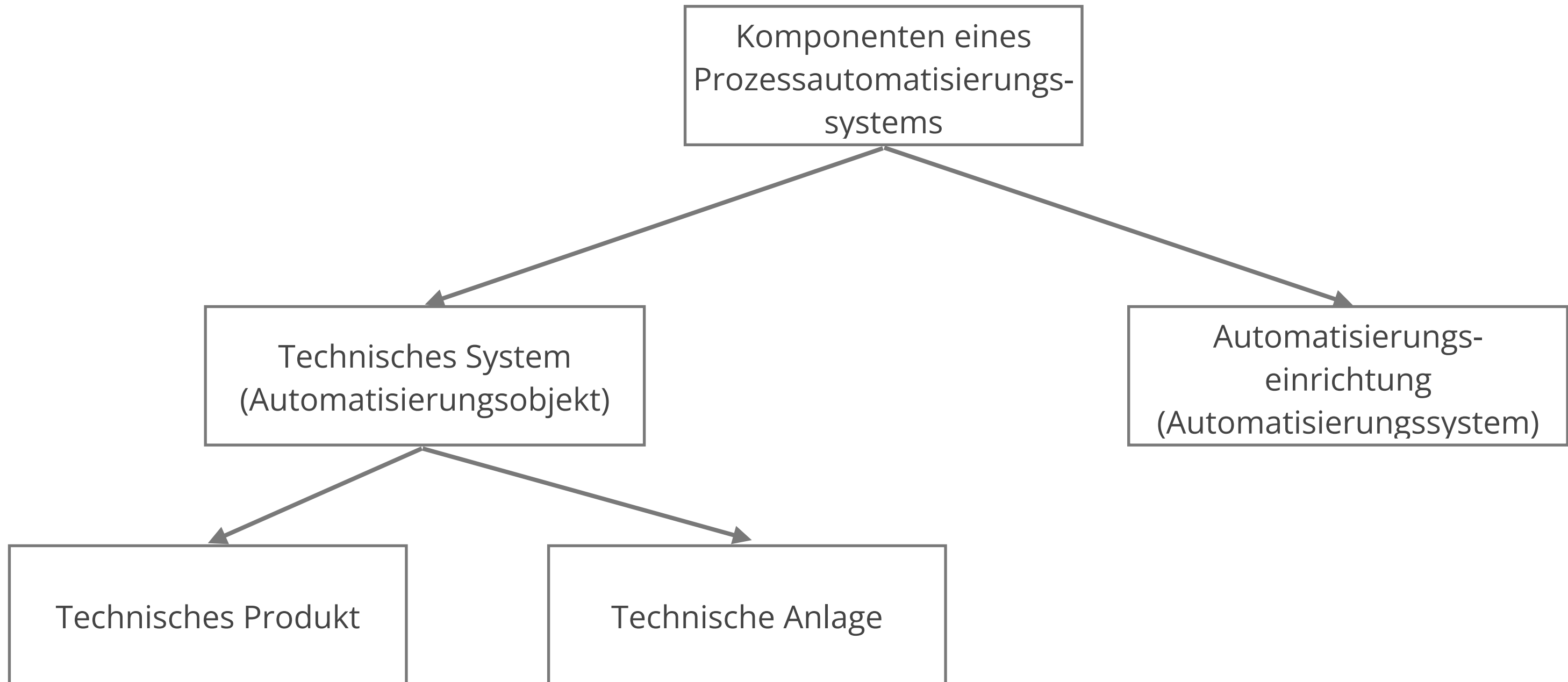
- Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS
- Microcontroller
- Personal Computer bzw. Industrial Personal Computer
- Prozessleitsystem

## Automatisierungssoftware

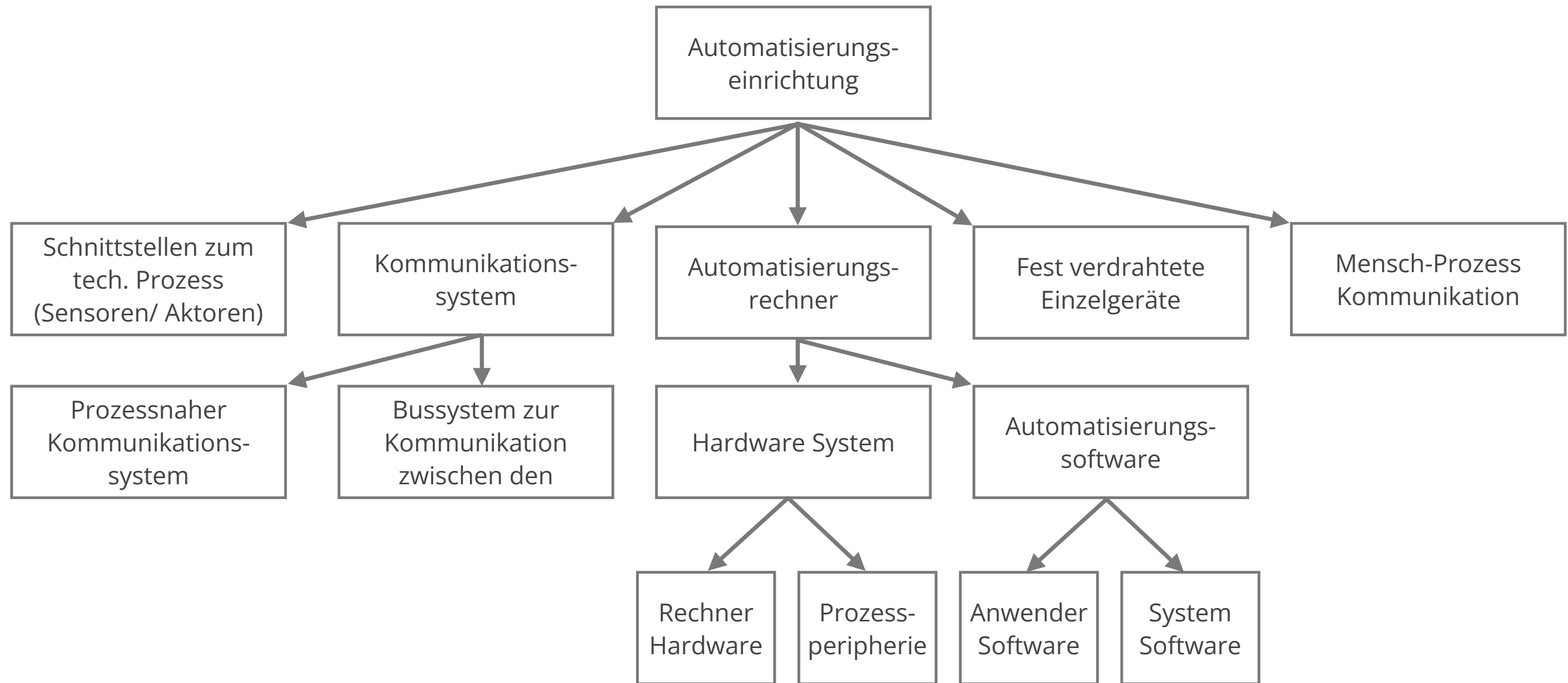
- Programme zur Ausführung der Automatisierung
- Anwendungssoftware und Betriebs-/ Systemsoftware

# Aufbau von Automatisierungssystemen

---



# Aufbau von Automatisierungssystemen



## 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

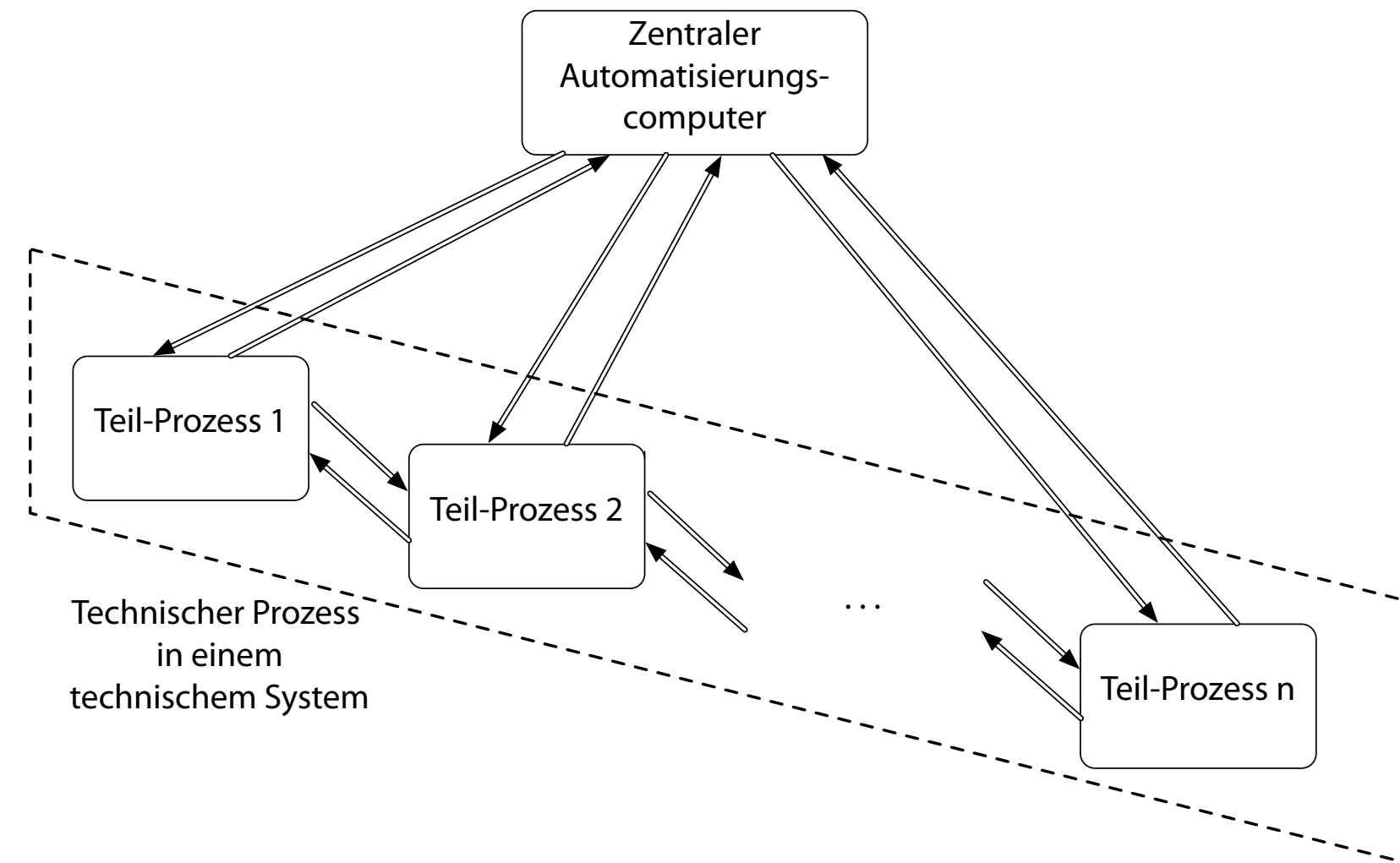
- Verteiltes, über Bus-Systeme verbundene Rechnersystem
- Kopplung mit SPS-Rechnern
- Einsatz vorkonfigurierter, vom Hersteller des PLS entwickelter Programmbausteine
- Konfigurierung durch Anwender

# Kriterien für den Vergleich von Automatisierungsstrukturen

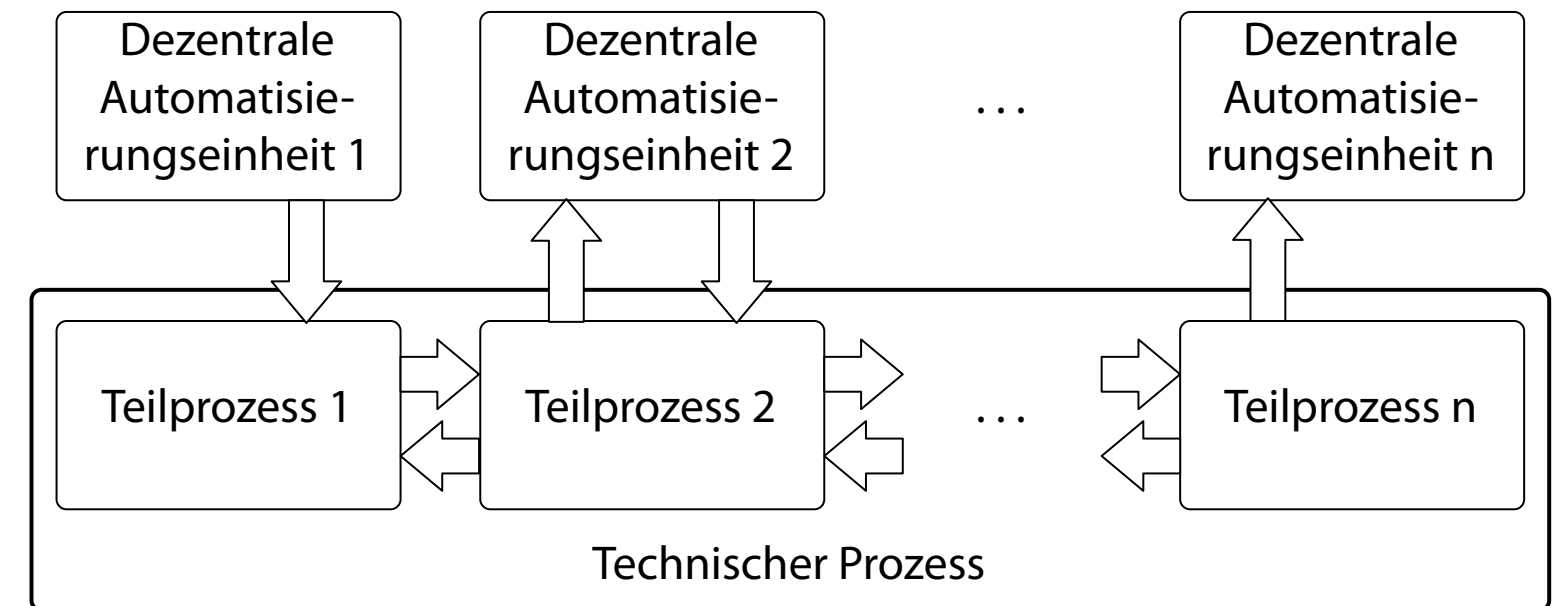
---



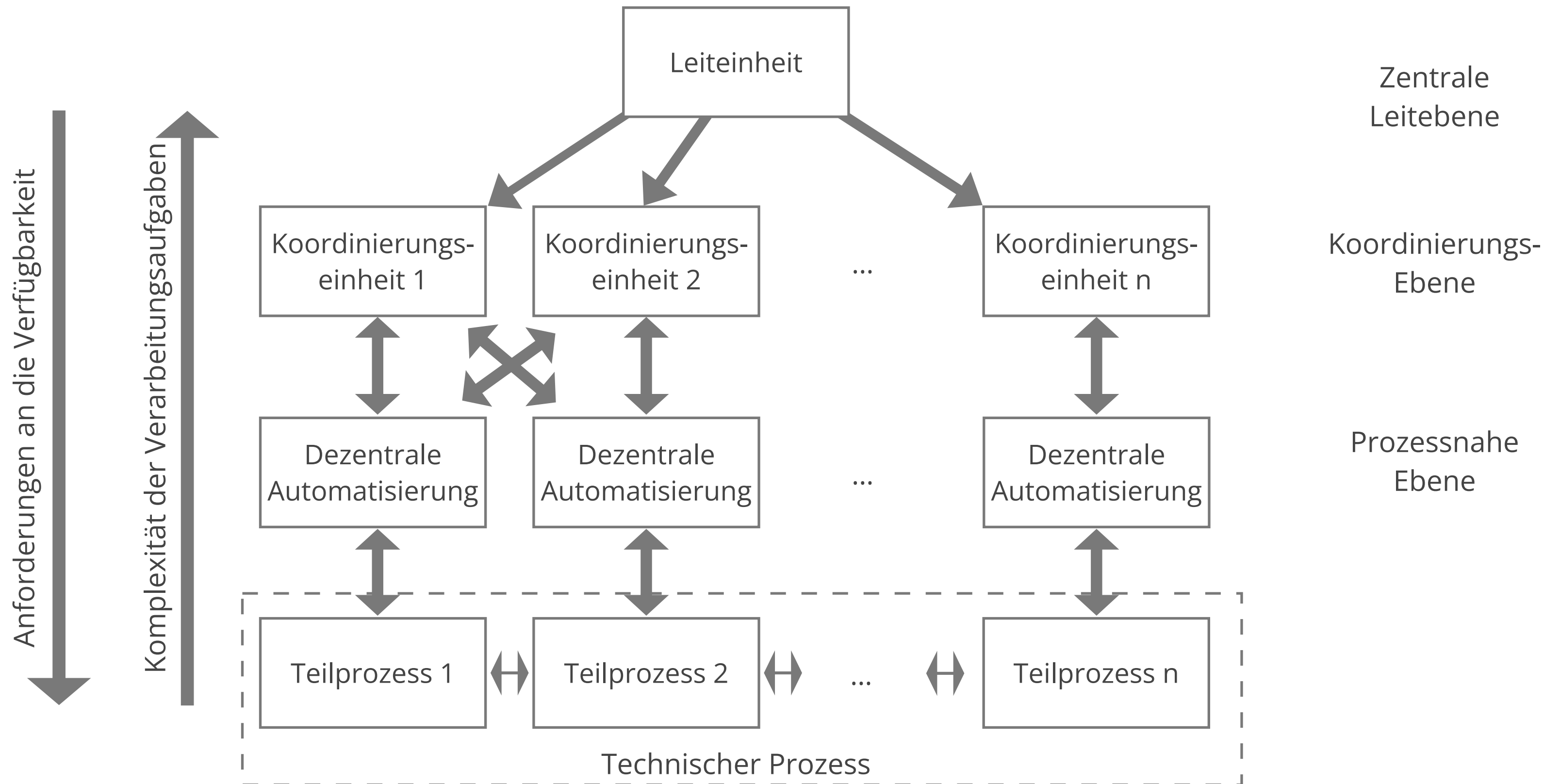
## Zentrale Automatisierungsstruktur



## Dezentrale Automatisierungsstruktur



# Hybride Automatisierungsstruktur



# Kriterien für die Wahl eines Kommunikationssystems

---

Verkabelungskosten

Kopplung  
unterschiedlicher  
Kooperationspartner

Standardisierung von  
Schnittstellen

Reaktionszeiten

Flexibilität

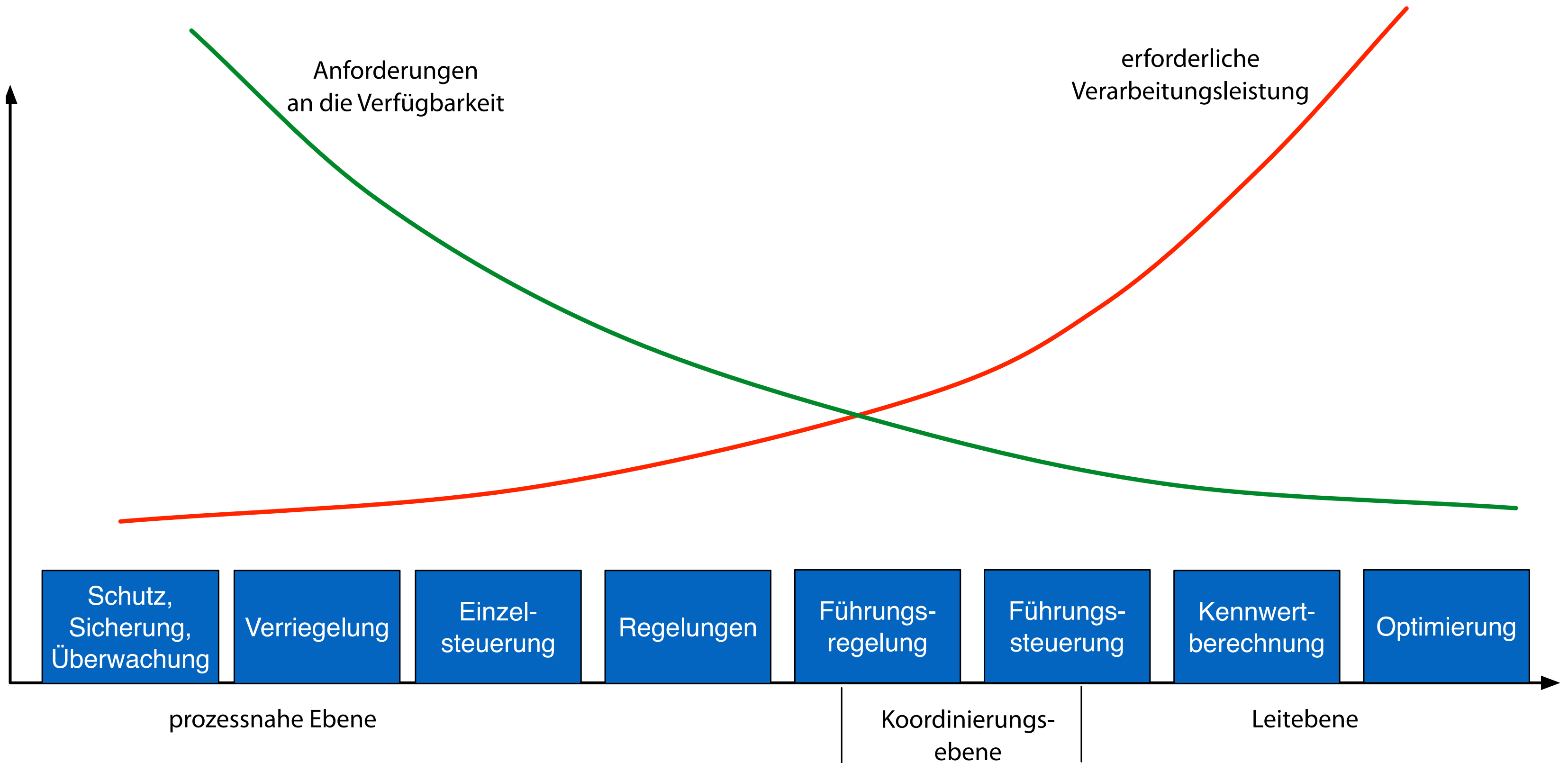
Mögliche  
Datenübertragungsraten

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.

Öffnet die App über den QR-Code oder über den Link.



<https://quiz.lswi.de/login>

Passwort: iiot

# Zum Nachlesen



## Kontakt

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

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

*Visitors* Digitalvilla am Hedy-Lamarr-Platz, 14482 Potsdam

*Tel* +49 331 977 3322

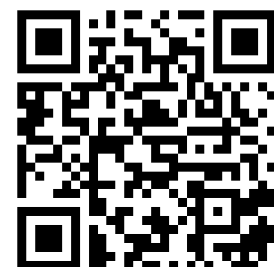
*E-Mail* [ngronau@lswi.de](mailto:ngronau@lswi.de)

*Web* [lswi.de](http://lswi.de)

Gronau, N.:

Industrial Internet of Things – Grundlagen

Berlin 2018, ISBN 978-3955452476 und 978-3955452612



# Literatur

---

bpb - Lexikon der Wirtschaft - Automatisierung <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-der-wirtschaft/18743/automatisierung/>

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.

refa - refa-lexicon - Prozess <https://refa.de/service/refa-lexikon/prozess>

Statista 2023: „Welche Bedeutung hat Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen?“ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/830769/umfrage/bedeutung-von-industrie-40-in-deutschland/>

Statista 2025: „Welche technologischen Entwicklungen sind für Ihr Unternehmen heute besonders relevant im Kontext der Industrie 4.0?“ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1536016/umfrage/relevanz-beim-einsatz-von-industrie-40-technologien/>

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

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