



Technische Hochschule Georg Agricola

INDUSTRIEAUTOMATION EINFÜHRUNG

Bochum

Prof. Dr.-Ing. Lars N. Josler

VORSTELLUNG



Prof. Dr.-Ing. Lars Niklas Josler

Lars.josler@thga.de

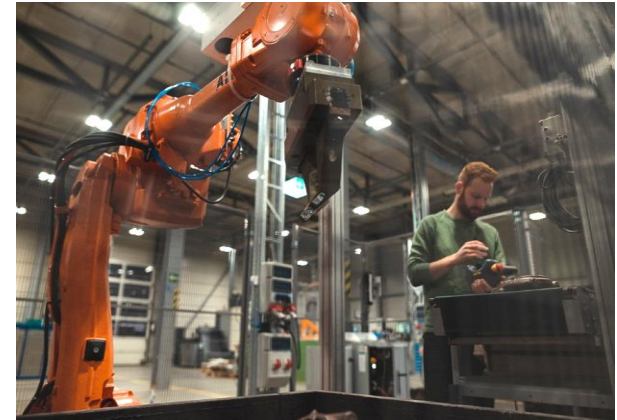
Gebäude 7, Raum 206



Prof. Dr.-Ing. Lars N. Josler
Robotics for Industry, Security &
Research | Engineering Robots for th...



- **2013 – 2015 Studium Maschinenbau B.Eng. an der THGA**
- **2015 – 2018 Studium Maschinenbau M.Sc. an der RUB**
- **2018 – 2023 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktionssysteme**
- **2023 – 2026 Expert Automatisierung und Digitalisierung bei Evonik**
- **Ab 03.2026 Professur: Automatisierungstechnik und Robotik an der THGA**



INHALT DER VORLESUNG

- Konzept der Veranstaltung
- Einführung in die Industrieautomation
- Vorstellung der Projekte



HINWEISE ZUR LEHRVERANSTALTUNG



Anmeldung zum Moodle-Kurs:
<https://moodle.thga.de/course/view.php?id=3169>

Name: **Industrieautomation**

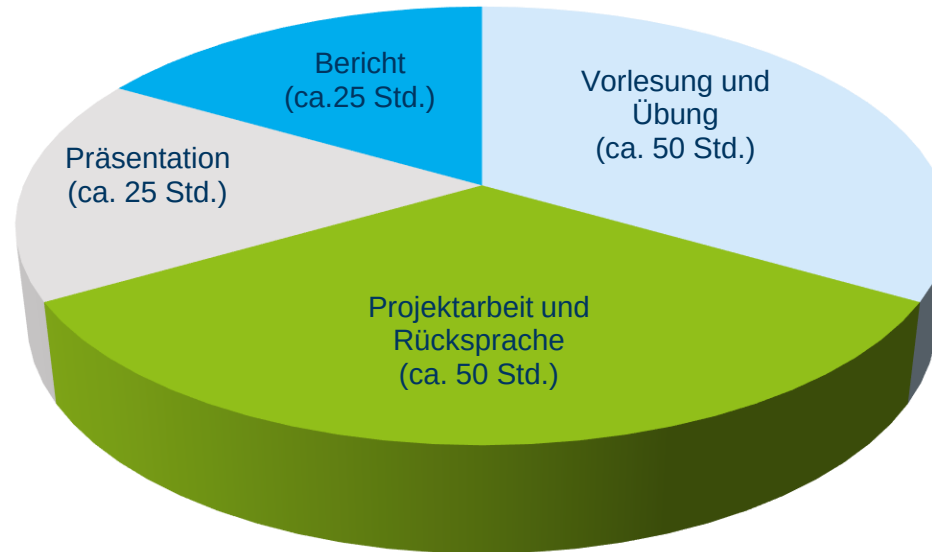
Passwort: **@IA_WiSe_1**



AUFTEILUNG DES ARBEITSAUFWANDS



- Workload: 5 Credit Points x 30 Std. = 150 Std. Arbeitsaufwand





- **Ausarbeitung**
- **Anmeldung Ende 3 Woche nach Semesterbeginn**
- **Anmeldung ist zwangsläufig notwendig, sonst ausschluss vom Kurs**
- **Eine nachträgliche Anmeldung ist nicht möglich**



- **Bewertungsschema:**
 - 1/4 Projektarbeit inkl. Absprachen
 - 1/4 Präsentation
 - 1/4 Softwaretechnische Umsetzung
 - 1/4 Bericht
- **Präsentationen**
 - Ca. 10 Min. Präsentation eines zugewiesenen Themas
 - Ca. 15 Min. Präsentation des Projekts und Umsetzung
 - Ca. 5 Min. Live-Demonstration der Umsetzung in CoDeSYS
 - + ca. 5 Min. Fragerunde im Plenum
 - + ca. 10 Min. Feedback im Einzelgespräch
- **Bericht (gruppenweise)**
 - Dokumentation der Methodik, der Umsetzung und der Projektergebnisse
 - Es muss kenntlich gemacht werden, welches Gruppenmitglied welchen Teil verfasst hat.
 - Umfang: 10–20 Seiten
 - Abgabe des Berichts spätestens zwei Wochen nach Beginn der vorlesungsfreien Zeit per E-Mail.



- **Gruppenweise Ausarbeitung**

- Gruppen mit drei Studierenden.
- Jedes Gruppenmitglied wird einzeln bewertet.

- **Aufgabe**

- Definieren Sie eine geeignete Automatisierungsaufgabe.
 - Beschreiben Sie das Szenario.
- Erstellen Sie ein SPS-Programm in der Funktionsbausteinsprache und einer geeigneten weiteren SPS-Programmiersprache ihrer Wahl.
- Setzen Sie die Automatisierung in CODESYS programmiertechnisch inkl. Visualisierung um.
 - Umsetzung in den zwei von Ihnen gewählten Programmiersprachen
 - Achten Sie darauf, dass Sie eine repräsentative Auswahl an Programmstrukturen aus der Vorlesung und Übungen verwenden (wie u. a. Negation, UND, OR, Flip-flop, Zähler, IF, WENN ...).
- Entwickeln Sie ein Sicherheitskonzept und setzen Sie dieses in CODESYS mithilfe einer virtuellen Safety-SPS um.



- **Kostenfreie Entwicklungsumgebung für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)**
- **Einsetzbar mit Steuerungen verschiedener Hersteller**
- **Unterstützt alle Programmiersprachen nach dem Standard IEC 61131-3**
- **Projekte können zunächst am PC simuliert und getestet werden**
- **Werkzeuge zur Visualisierung, Überwachung und Fehlersuche sind integriert**
- **Herstellerseite: <https://de.codesys.com/>**

The screenshot displays the CODESYS IDE interface. On the left, the 'Devices' tree shows a project structure with 'PLC Logic' and 'Application' folders. The main workspace shows a ladder logic program for 'TogglePowerOn'. The program includes a variable declaration section and a network for activating a power signal. The network logic consists of two normally open contacts labeled 'R_TRIG_IN1' and 'R_TRIG_IN2' connected to an 'AND' gate, which then connects to a 'SET1' coil for 'bPowerOn'. A 'RESET' coil for 'bPowerOn' is also shown, connected to 'bReset_PowerOn'. The bottom status bar indicates 'Last build: 0 errors, 0 warnings, 0 messages' and 'Precompile: ✓'.

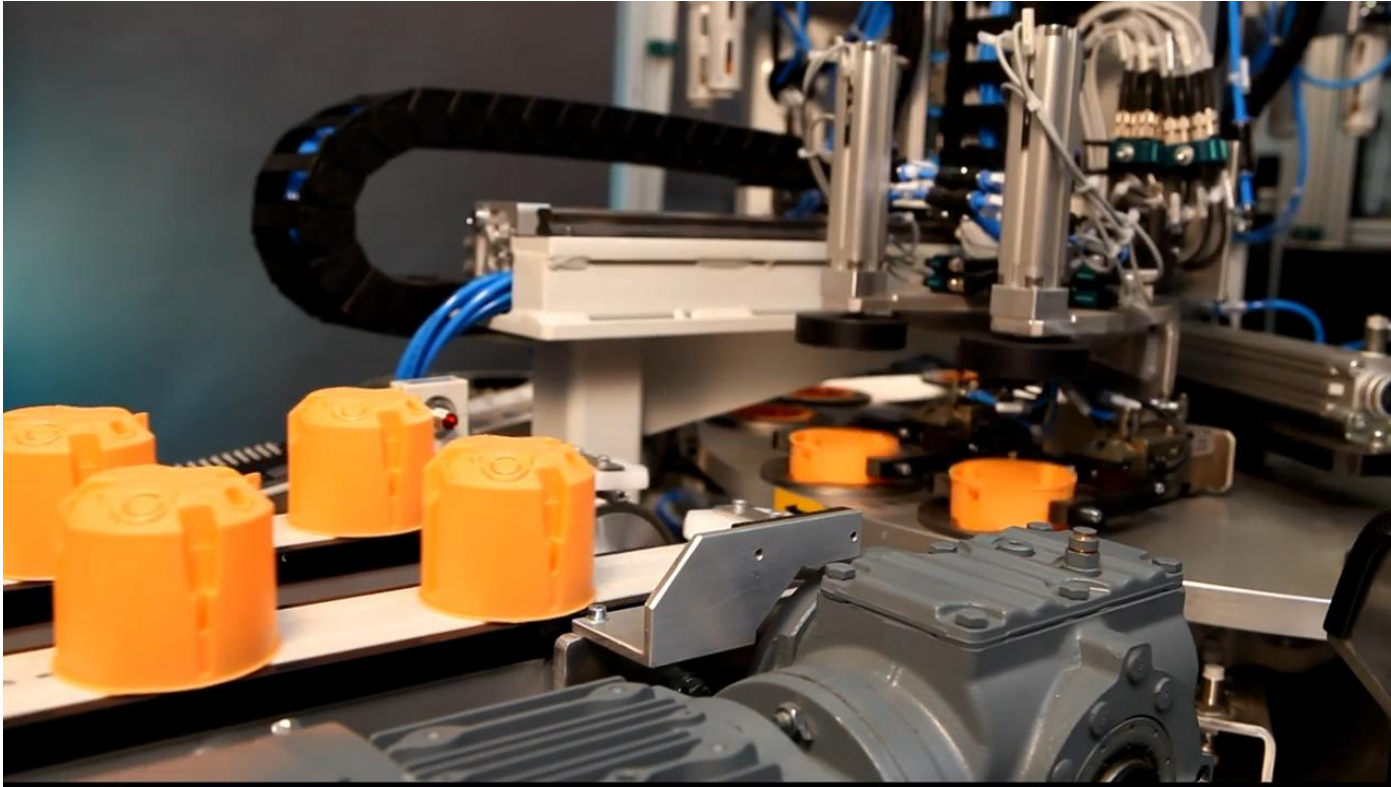
```

PROGRAM TogglePowerOn
VAR
  IN1: BOOL:=FALSE; //Start signal S1
  IN2: BOOL:=FALSE; //Start signal S2
  bPowerOn: BOOL; //power signal
  powerOn_ResetTimer: TON; //timer to reset bPowerOn after x seconds
  SR_PowerOn: SR; //monoflop fb with dominant set
  bReset_PowerOn: BOOL:=FALSE; //signal to reset bPowerOn
  R_TRIG_IN1: R_TRIG;
  R_TRIG_IN2: R_TRIG;
END_VAR

Network 1:
  Activate power signal when IN1 AND IN2 are TRUE and reset signal after 5 seconds:
  R_TRIG_IN1 --> AND --> SET1 --> bPowerOn
  R_TRIG_IN2 --> AND
  bReset_PowerOn --> RESET
  
```

Symbol	POU	Variable	Access	Type
IN1	TogglePowerOn	IN1	Declaration	BOOL
IN2	TogglePowerOn	IN2	Declaration	BOOL

MONTAGEANLAGE FÜR HOHLWANDDOSEN



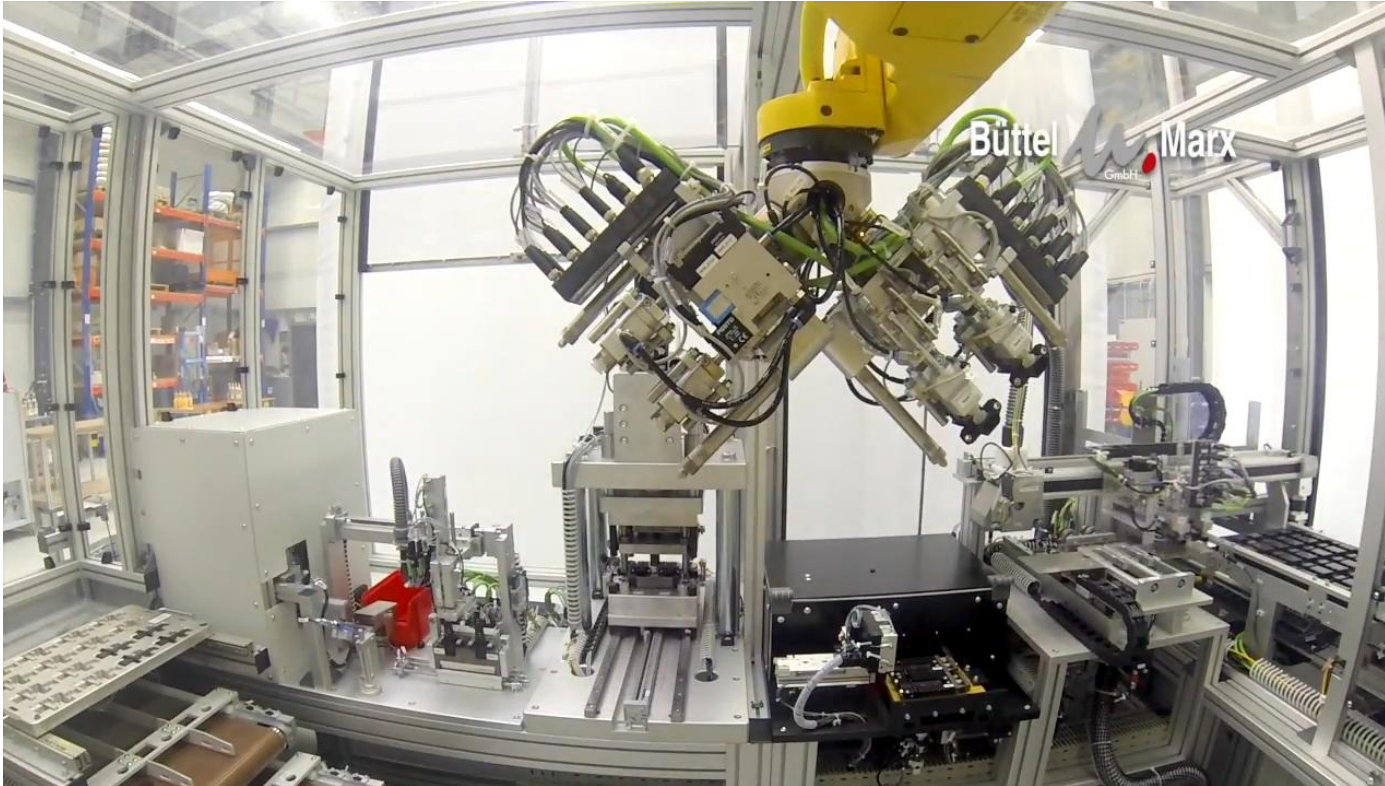
Quelle: RESA Systems [Video](#)

PRALINEN-VERPACKUNGSANLAGEN



Quelle: Schubert GmbH [Video](#)

VOLLAUTOMATISCHE FERTIGUNG UND ENTNAHME VON SPRITZGUSSTEILEN



Quelle: Büttel & Marx GmbH [Video](#)



**Unterstützen diverse Barcodes einschließlich
postalischer 1D- und 2D-Barcodes**

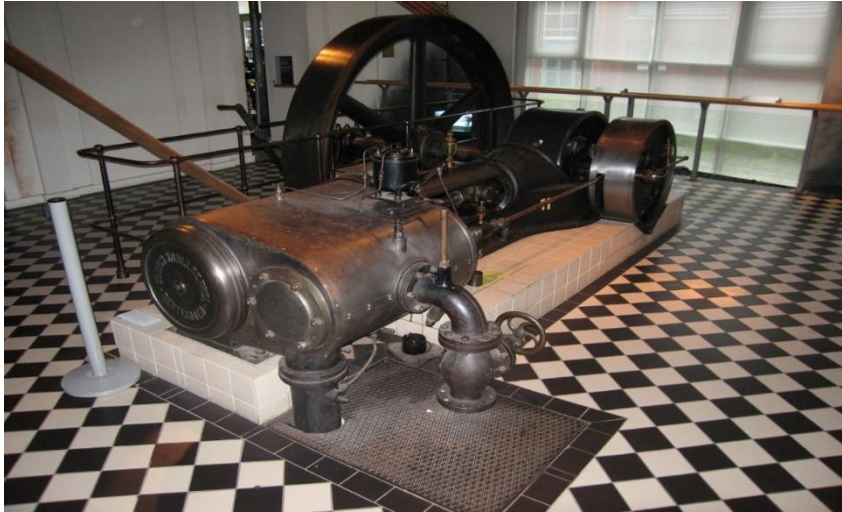
Quelle: NPI

AMAZON WARENLAGER



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=wt7U9pAgv34>

DAMPFMASCHINE ALS ANTRIEB

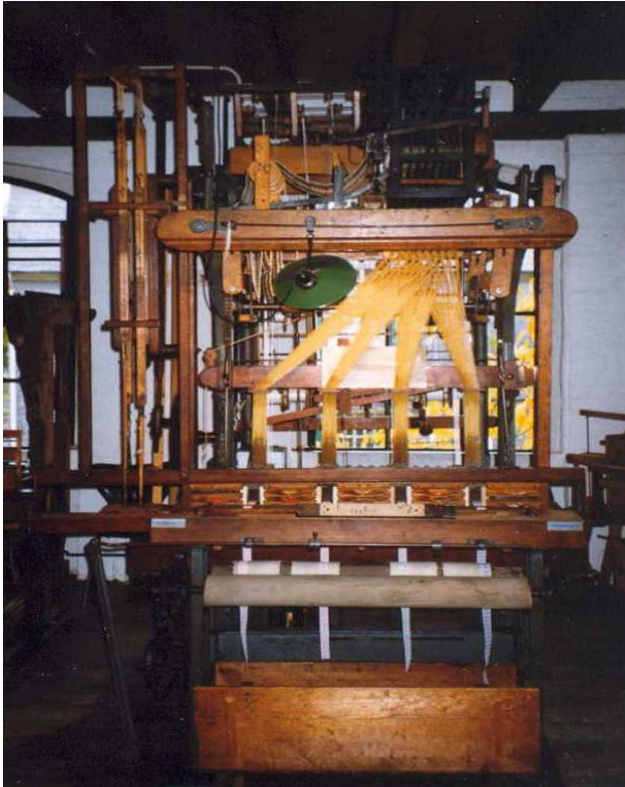


James Watt

konstruierte 1765 eine Maschine die Wärmeenergie in mechanische Energie umwandelt.

Quelle: DASA Dortmund

JACQUARD-WEBSTUHL



J.M. Jacquard entwickelt einen über Lochkarten „programmierbaren“ Webstuhl (1805)

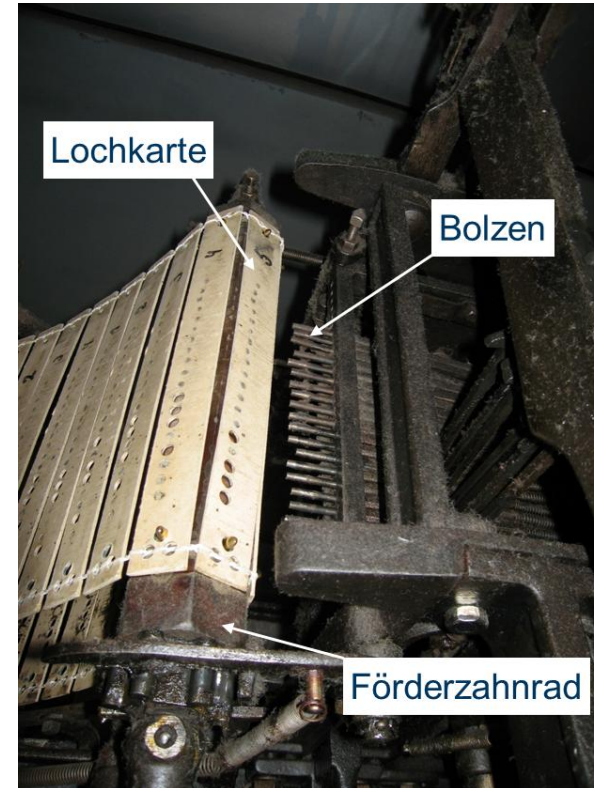
- Durch das Endlosprinzip der Lochkarte konnten beliebig komplexe Muster mechanisch hergestellt werden.
- Genauer genommen waren es keine Lochkarten, sondern lange Lochstreifen und damit eine frühe Anwendung der Digitaltechnik.
- Erste „programmierbare“ Maschine, diese konnte durch den Austausch der Lochkarten umgerüstet werden.

Quelle: historisches Zentrum Wuppertal

„LOCHKARTENLESER“



- Meistens aus Pappe
- Mit Lochzange programmiert
- Wird von Webstuhl mit Tastbolzen abgefragt
- Bolzen drücken gegen Lochkarte und erkennen Lochmuster

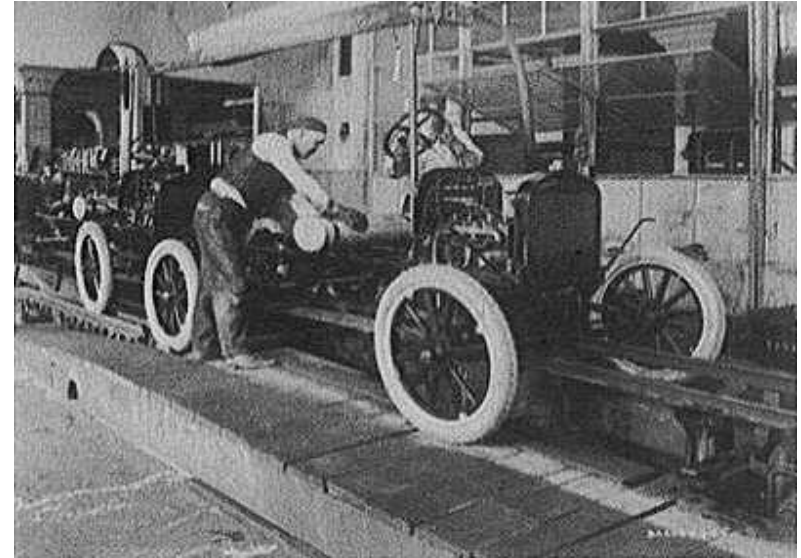


Quelle: DASA Dortmund

EINFÜHRUNG DER SERIENPRODUKTION



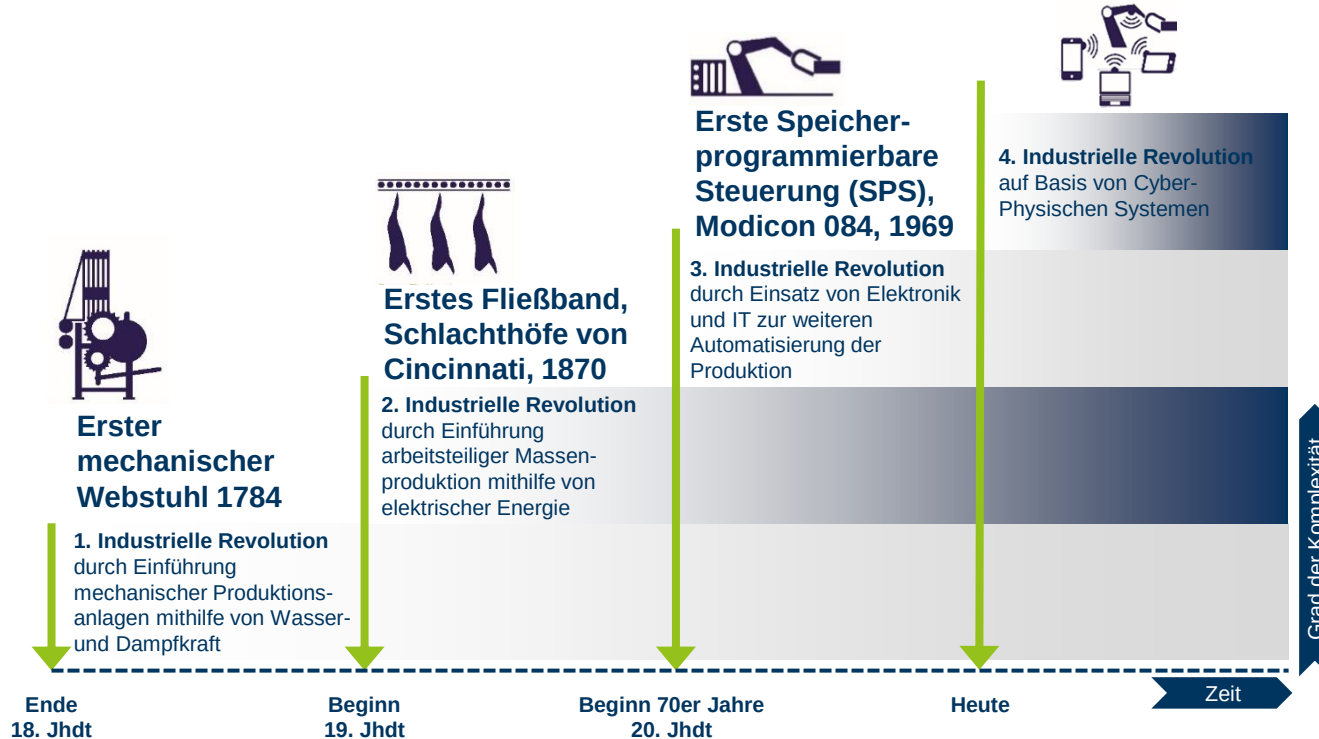
Automobilfertigung bei Ford 1913...



... und 1923

Quelle: <http://www.americalibrary.gov>

VON INDUSTRIE 1.0 ZU INDUSTRIE 4.0

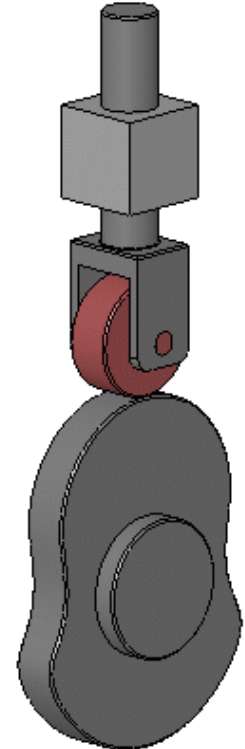
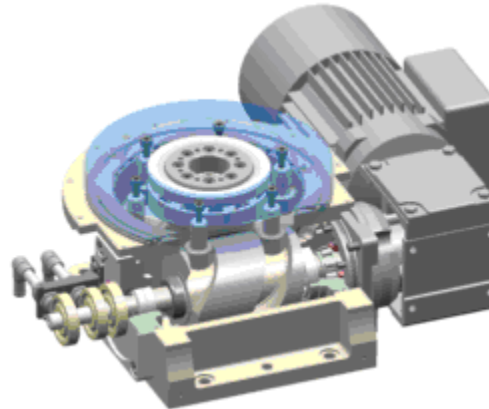


DEFINITION: AUTOMAT



Ein Automat ist ein

- selbsttätig arbeitendes künstliches System, dessen Verhalten entweder schrittweise durch vorgegebene Entscheidungsregeln oder zeitkontinuierlich durch festgelegte Beziehungen bestimmt wird und dessen Ausgangsgrößen aus seinen Eingangs- und Zustandsgrößen gebildet werden.



Quelle: wikipedia

DEFINITION: AUTOMATISIERUNG



Begriff	Definition
Automatisch	Der Begriff ist griechischen Ursprungs und bedeutet “von selbst geschehend”.
Automat	Ein Automat ist ein selbsttätig arbeitendes künstliches System. Sein Verhalten wird entweder <u>schrittweise</u> durch vorgegebene Entscheidungsregeln oder <u>zeitkontinuierlich</u> nach festgelegten Beziehungen bestimmt. Seine <u>Ausgangsgrößen</u> werden aus seinen <u>Eingangs-</u> und <u>Zustandsgrößen</u> gebildet ¹ . Ein Automat beinhaltet somit Steuerungs- und Regelfunktionen.
Automatisierung	Unter der Automatisierung wird die informationstechnische Entkopplung des Menschen vom Arbeitsprozess verstanden.
Automatisierungsgrad	Der Automatisierungsgrad gibt für ein <u>definiertes System</u> die informationstechnische Entkopplung des Menschen vom Arbeitsprozess an (Einschalt-, Ausschalt- und Überwachungsfunktionen werden nicht einbezogen). $\frac{\text{automatisierte Funktionen}}{\text{automatisierte} + \text{manuelle Funktionen}}$
Automatisierungstechnik	Interdisziplinäre Anwendung der Mess-, Steuerungs-, Regelungs-, Antriebs-, Rechen- und Kommunikationstechnik.

Quelle: ¹DIN 19 233

ZIELE DER AUTOMATISIERUNG

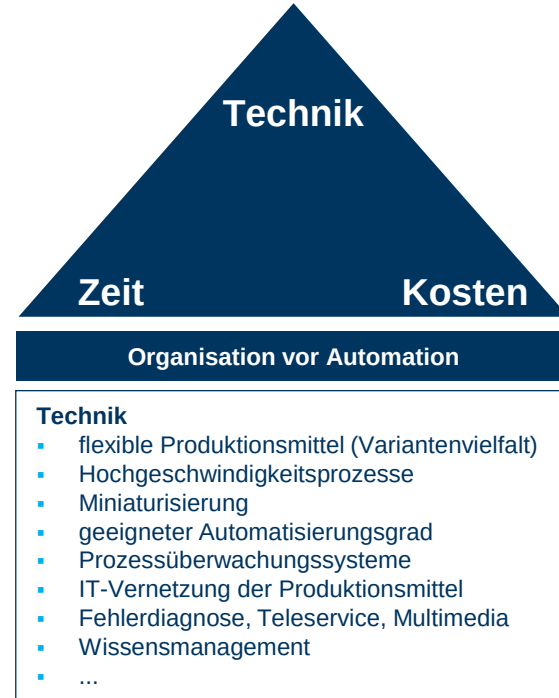


Zeit

- Neuentwicklungen schneller am Markt
- kurze Lieferzeiten bei geringen Beständen
- Durchlaufzeiten verkürzen
- Rüst- und Ausführungszeiten senken
- dynamische Anpassung an Auftragslage
- Produktfehler schneller beheben
- Störungen schneller beseitigen
- fehlerfreie Produktion
- ...

Kosten

- Verringerung der Produktionskosten
- Erhöhung der Produktivität
- hohe Kapazitätsauslastung
- Verringerung der Bestände
- Vermeidung von Nacharbeit
- Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit
- Reduzierung / Beherrschung der Variantenvielfalt
- ...

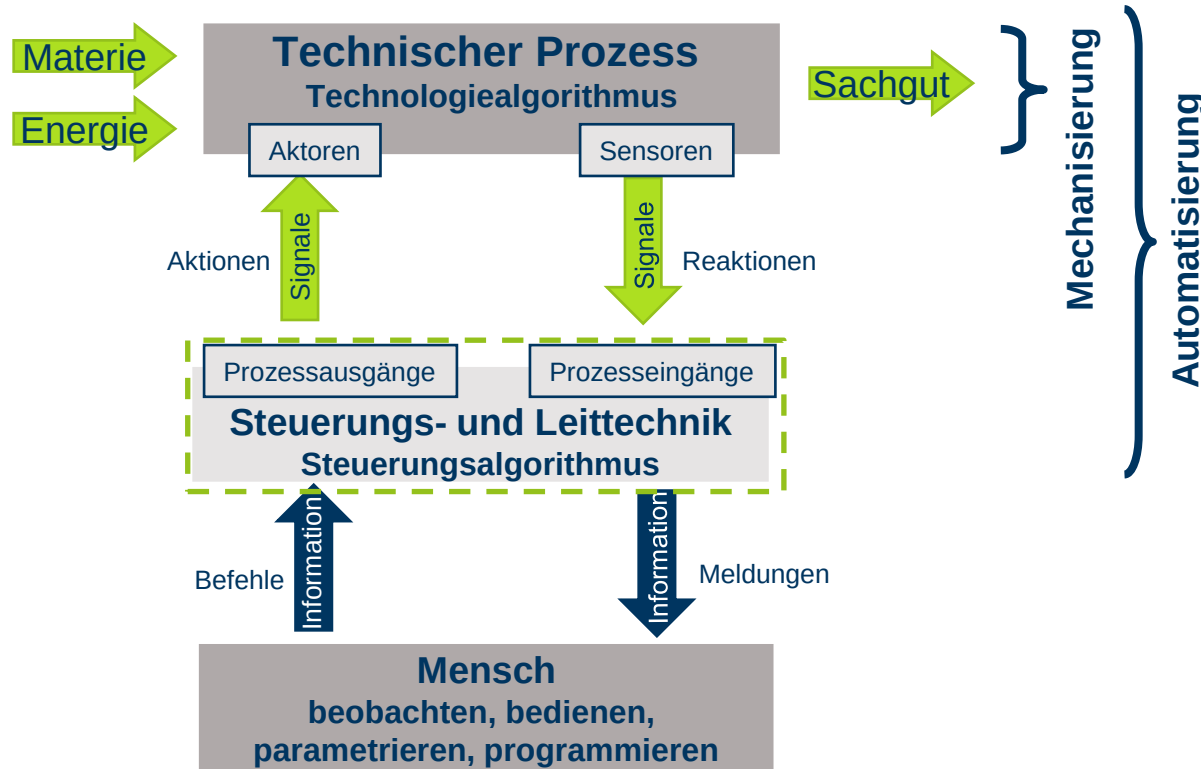


Jede Investition muss sich durch eine Verbesserung oder Verbilligung der Produkte rentieren.



- **Wichtig: Organisation vor Automation**
 - Erst müssen die Produkte, die Organisation und der Produktionsprozess vereinfacht werden.
 - Anschließend erfolgt die Automatisierung geeigneter Abläufe.
 - Erfolgreiche Automatisierung ist flexibel, überschaubar und leicht bedienbar / beherrschbar
 - Amortisationszeiten von 0,5 - 2 Jahre

AUTOMATISIERTES TECHNISCHES SYSTEM



BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS (1)



Handhabungssysteme / Bewegungskinematiken



Quelle: KUKA

Materialfluss-, Förder- und Ordnungseinrichtungen



Quelle: Alfotec

Greifer / Effektoren



Quelle: Schunk

Sensorik und Bildverarbeitung



Quelle: Sick

Automatisierungssystem

Steuerung und Kommunikation



Quelle: Schneider Electric

Mensch-Maschine- Schnittstelle



Quelle: Elektroniknet

Sicherheitstechnik



Quelle: Direct Industries

Service / Inbetriebnahme



Quelle: Niehues

BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS

Vorstellung der COssembly

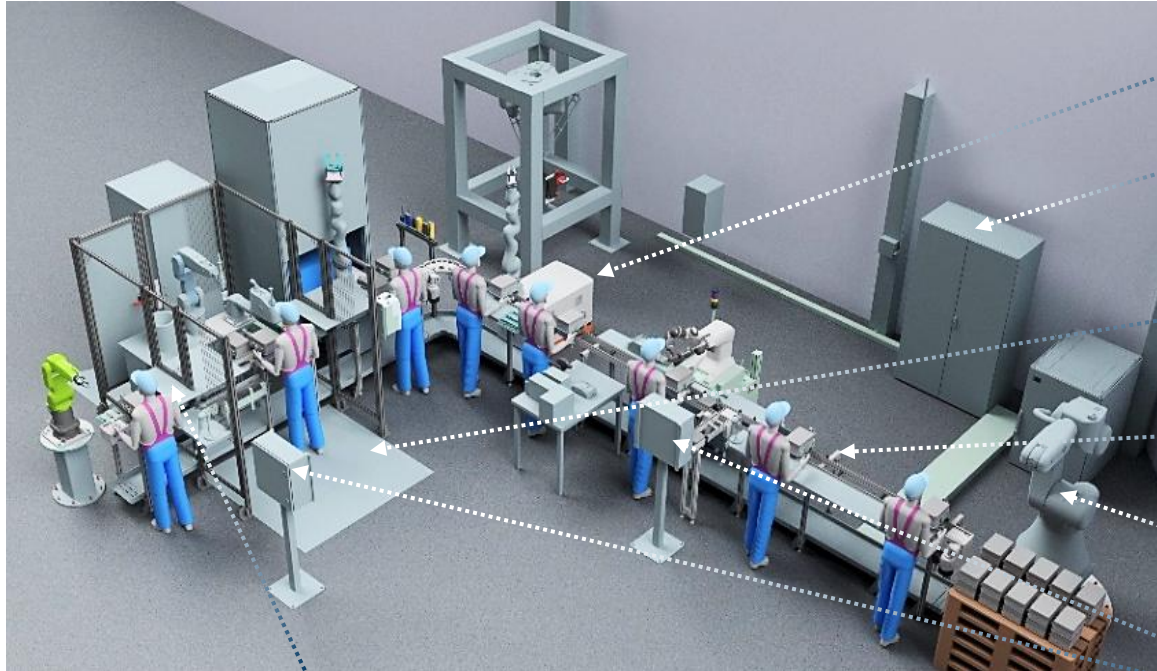


LEHRSTUHL FÜR
PRODUKTIONSSYSTEME

BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS



Beispiel: Photovoltaik-Schaltkästen produzieren



Materialfluss-, Förder- und
Ordnungseinrichtungen



Mobile Robotik
(VL: MDR)



SPS und
Bussysteme
(VL: AT u IA)

Sicherheitstechnik
(u. Konzepte)
(VL: IA)



Sensortechnik und
Wegmesssysteme
(VL: AT)



Handhabungssysteme /
Bewegungskinematiken
(VL: RO)

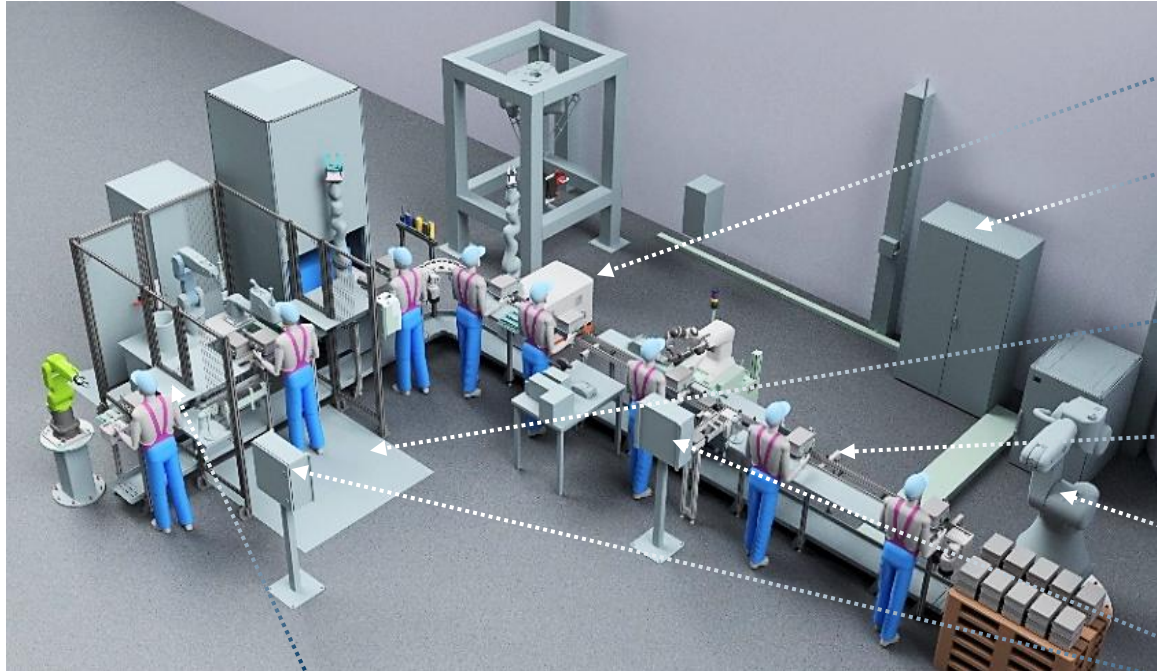
Manufacturing
Execution System,
IOT & Data Science
(VL: IA)



BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS



Beispiel: Photovoltaik-Schaltkästen produzieren



Materialfluss-, Förder- und
Ordnungseinrichtungen



Mobile Robotik
(VL: MDR)



SPS und
Bussysteme
(VL: AT u IA)

Sicherheitstechnik
(u. Konzepte)

(VL: IA)



Sensortechnik und
Wegmesssysteme
(VL: AT)



Handhabungssysteme /
Bewegungskinematiken
(VL: RO)

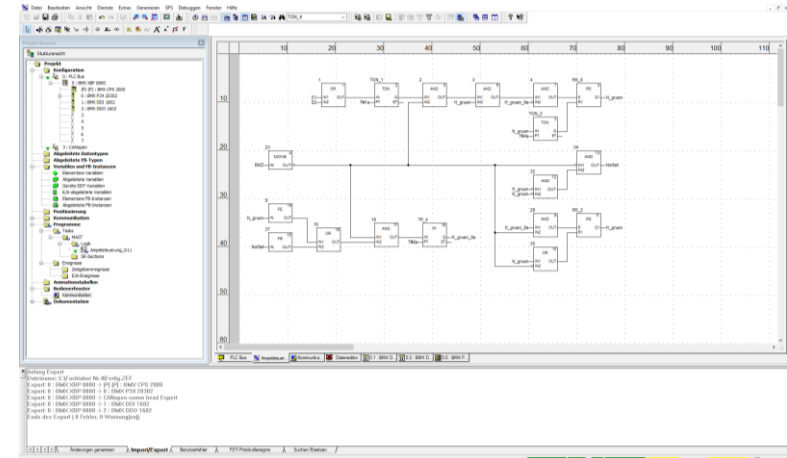
Manufacturing
Execution System,
IOT & Data Science
(VL: IA)



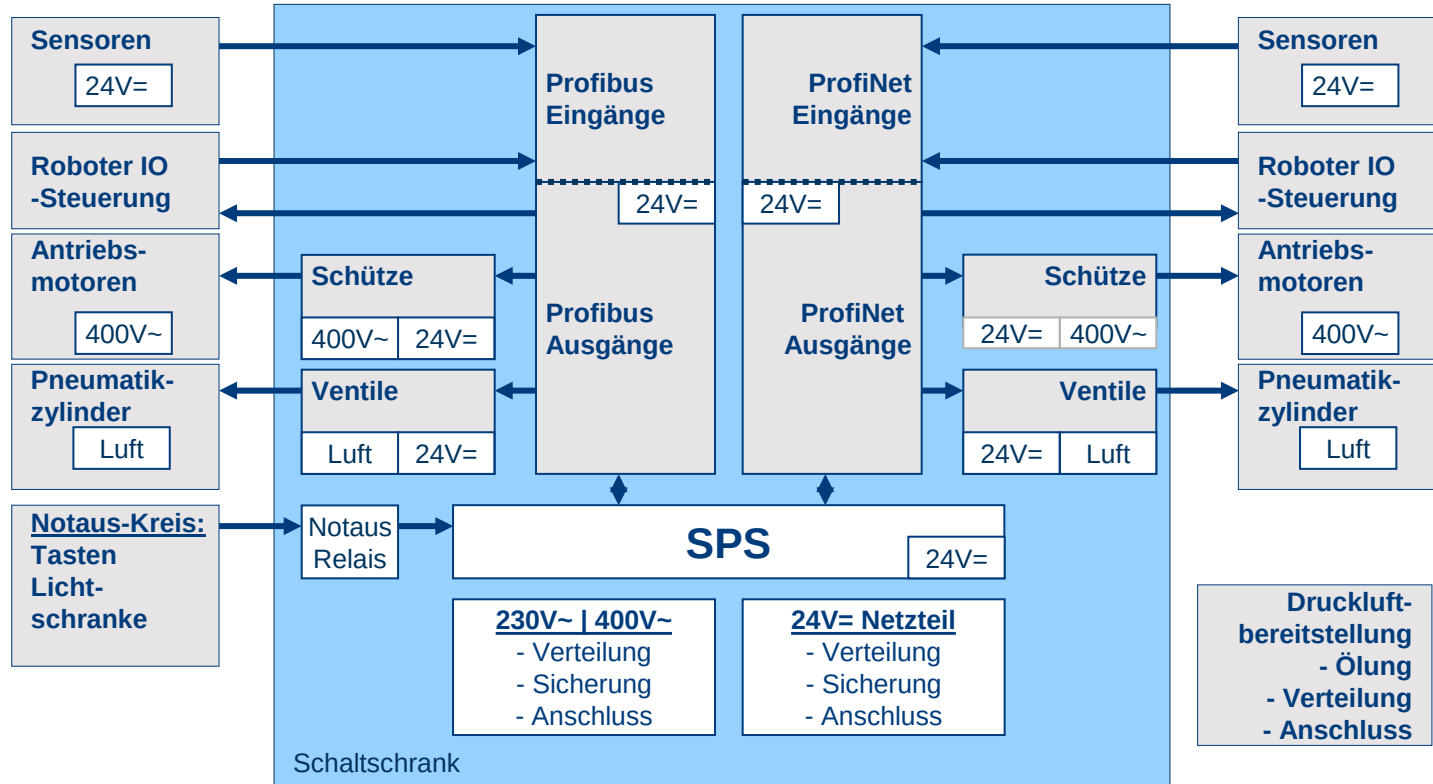


Eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ist

- ein Gerät, das programmiert und eingesetzt wird, um eine Maschine oder Anlage zu regeln bzw. zu steuern
- ein industrieller Rechner mit Schnittstellen zu Sensoren und Aktoren



SPS IM KONTEXT



AUFBAU EINER SIMATIC S7



Schraub-
anschluss



geregelter
Strom-
versorgung

Basic Controller (S7-1200)



CPU

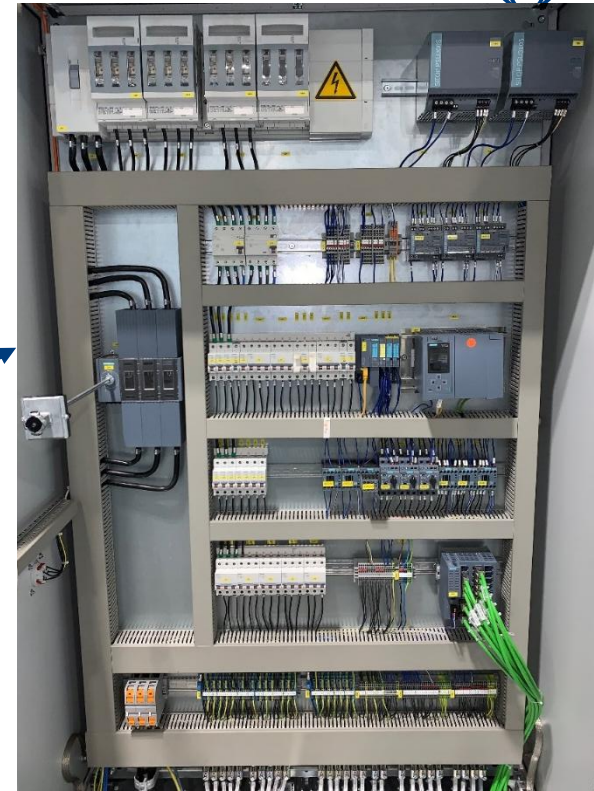
Bedienpanel

digital
und
analoges
I/O Modul

Status
LEDs

Advanced Controller (S7-1500)

SPS UND NOTWENDIGE PERIPHERIEN IM PRODUKTIONSSYSTEM





Netzteile



Reihenklemmen - 24V
Selektivitätsmodul

FI-Schutzschalter





Schutzschalter



Dezentrale Peripherie



SPS CPU



Schutzschalter

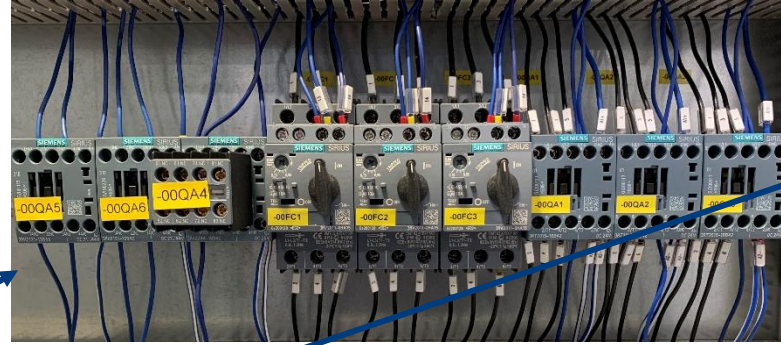




Switch



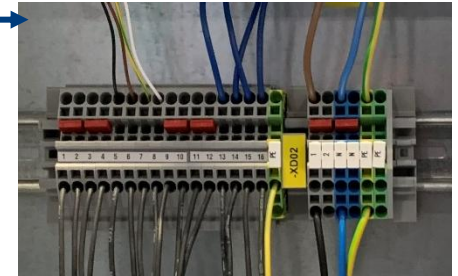
Schütze Motorschutzschalter Schütze



Schutzschalter



Reihenklemmen





Übersicht über die **Programmiersprachen** nach IEC 61131:

Textsprachen

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ■ Anweisungsliste (AWL) | <i>Instruction List (IL)</i> |
| ■ Strukturierter Text (ST) | <i>Structured Text (ST)</i> |

Grafische Sprachen

- | | |
|----------------------------------|--|
| ■ Kontaktplan (KOP) | <i>Ladder Diagram (LD)</i> |
| ■ Funktionsbausteinsprache (FBS) | <i>Function Block Diagram (FBD)</i> |
| ■ Ablaufsprache (AS) | <i>Sequential function Chart (SFC)</i> |

STRUKTURIERTER TEXT (ST)



- Hochsprache mit Ähnlichkeit zu C / Pascal
- Bessere Strukturierung und Modularisierung möglich

```
VAR                                (* Deklaration von Variablen *)
    SchalterL AT %IX0.1 : BOOL;
    SchalterR AT %IX0.2 : BOOL;
    Presse      AT %QX0.1 : BOOL;
END_VAR

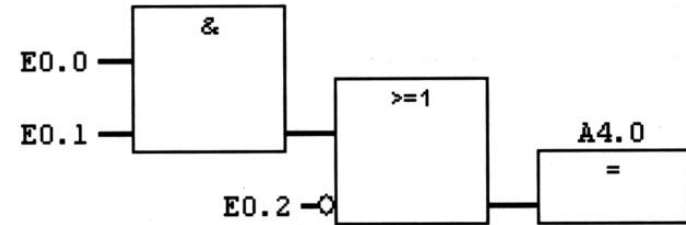
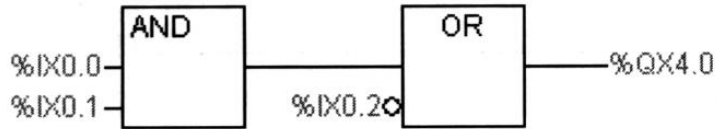
IF (SchalterL = 1 AND SchalterR = 1) THEN  (* Möglichkeit 1 *)
    Presse := 1;
ELSE
    Presse := 0;
END_IF

Presse := SchalterL & SchalterR;          (* Möglichkeit 2 *)
```

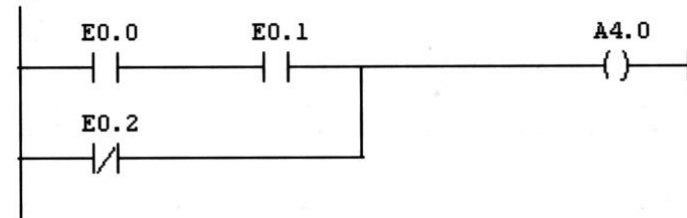
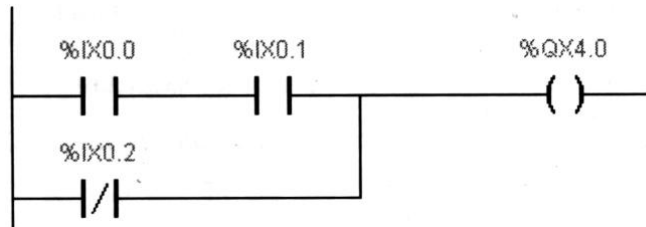
VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER IMPLEMENTIERUNGEN (2)



Funktionsbausteinsprache (FBS), (FUP bei Step 7)

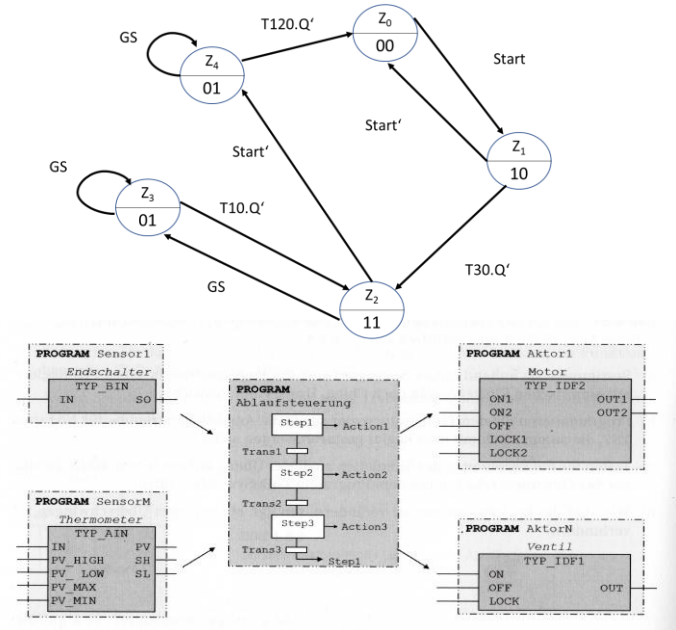


Kontaktplandarstellung (KOP)

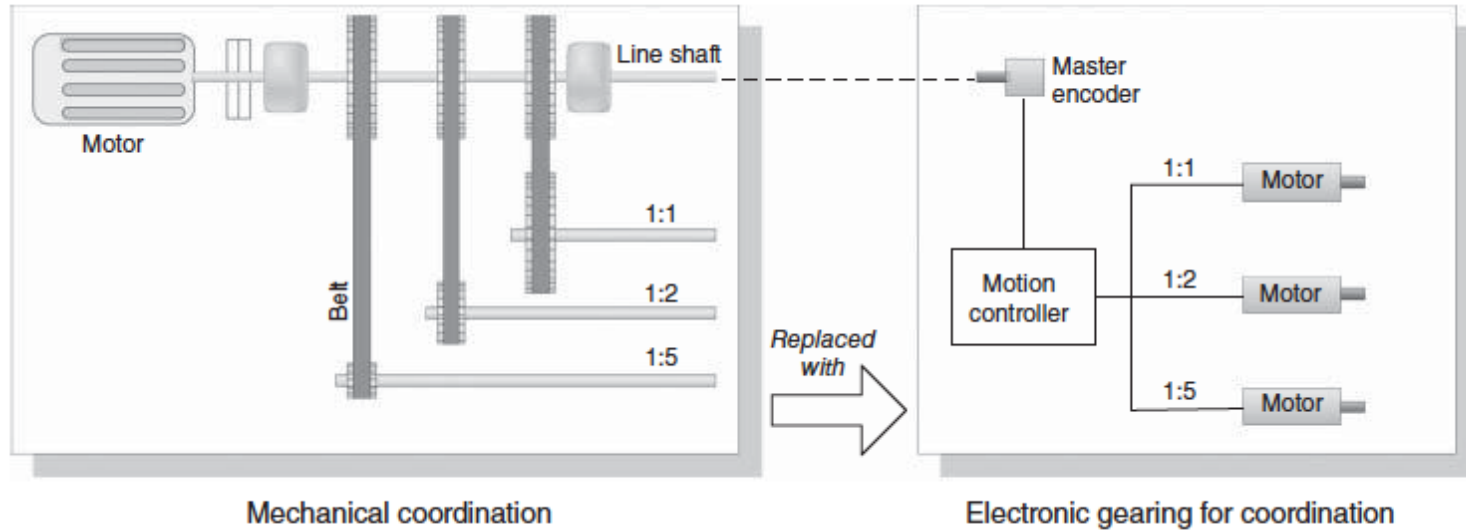




- Ablaufsteuerungen laufen schrittweise ab
- Sie basieren auf dem Prinzip der Petrinetze
- Die Schritte werden als Kette abgearbeitet
- Zwei aufeinander folgende Schritte sind durch die Weiterschaltbedingung (Transition) voneinander getrennt
- Nur wenn die Transition erfüllt ist, aktiviert die Ablaufsteuerung den nächsten Schritt
- In den Schritten können die Aktoren durch Actions aktiviert werden
- In den Transitionen werden die Signale ausgewertet um gegebenenfalls in den nächsten Schritt zu schalten



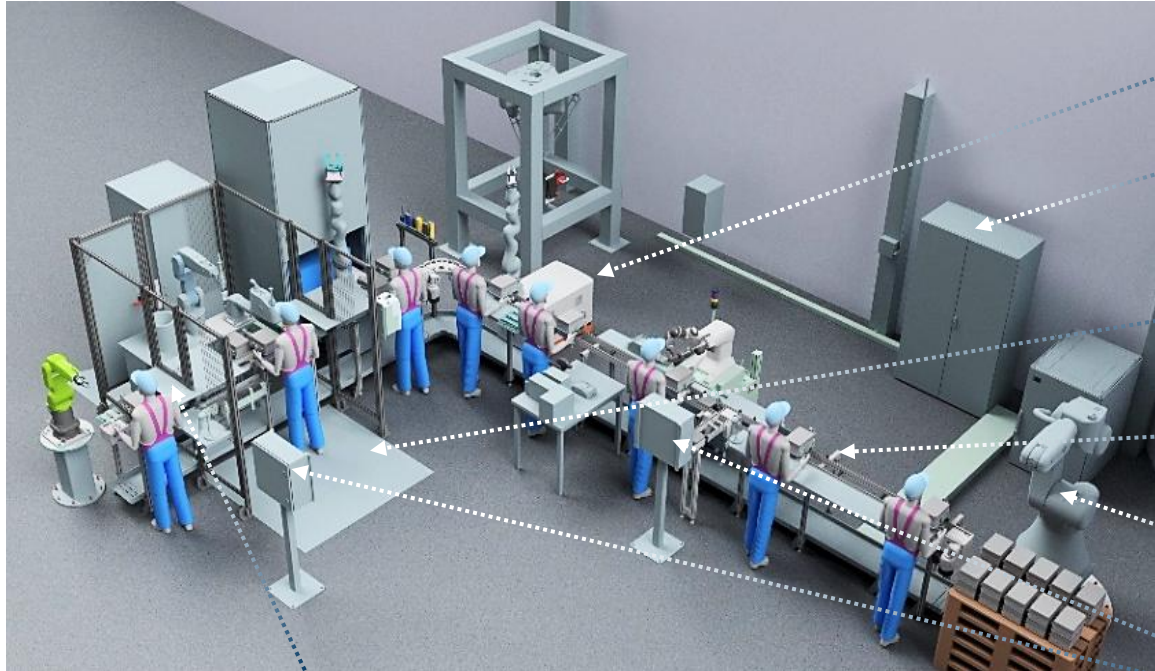
BEWEGUNGSSTEUERUNG



BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS



Beispiel: Photovoltaik-Schaltkästen produzieren



Materialfluss-, Förder- und
Ordnungseinrichtungen



Mobile Robotik
(VL: MDR)



SPS und
Bussysteme
(VL: AT u IA)

Sicherheitstechnik
(u. Konzepte)



(VL: IA)

Sensortechnik und
Wegmesssysteme
(VL: AT)



Handhabungssysteme /
Bewegungskinematiken
(VL: RO)

Manufacturing
Execution System,
IOT & Data Science
(VL: IA)



BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS



Schwerpunkt: Sicherheitstechnik / Sensorik und Bildverarbeitung



WARUM SICHERHEITSTECHNIK?



- Maschine darf keine Menschen gefährden
- Vollständige Kapselung einer Maschine nicht möglich
→ daher Sicherheitsvorkehrungen notwendig, z. B. Schutztüren
- Regeln für die sicherheitsgerechte Gestaltung vorhanden, z. B. in Normen
- Vereinheitlichung in Europa durch die **Maschinenverordnung**
- Rechtssicherheit für Unternehmen
- Schutz der Beschäftigten und Konsumenten

DEFINITION RISIKO, GEFAHR UND SICHERHEIT - DIN EN ISO 12100



Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes.

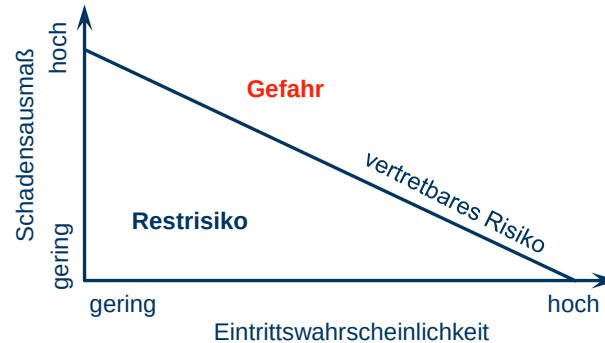
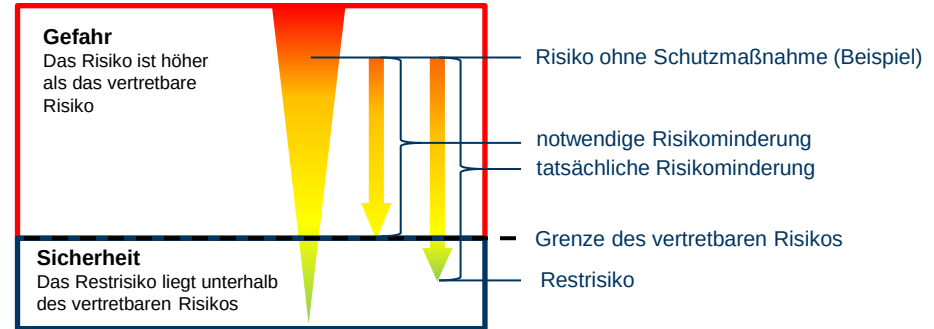
Gefährdung

Potentielle Schadensquelle. Spezifizierbar durch Ursprung (z.B. mechanische oder elektrische Gefährdung) oder Art des erwarteten Schadens (z.B. Gefährdung durch Schneiden, Gefährdung durch Feuer)

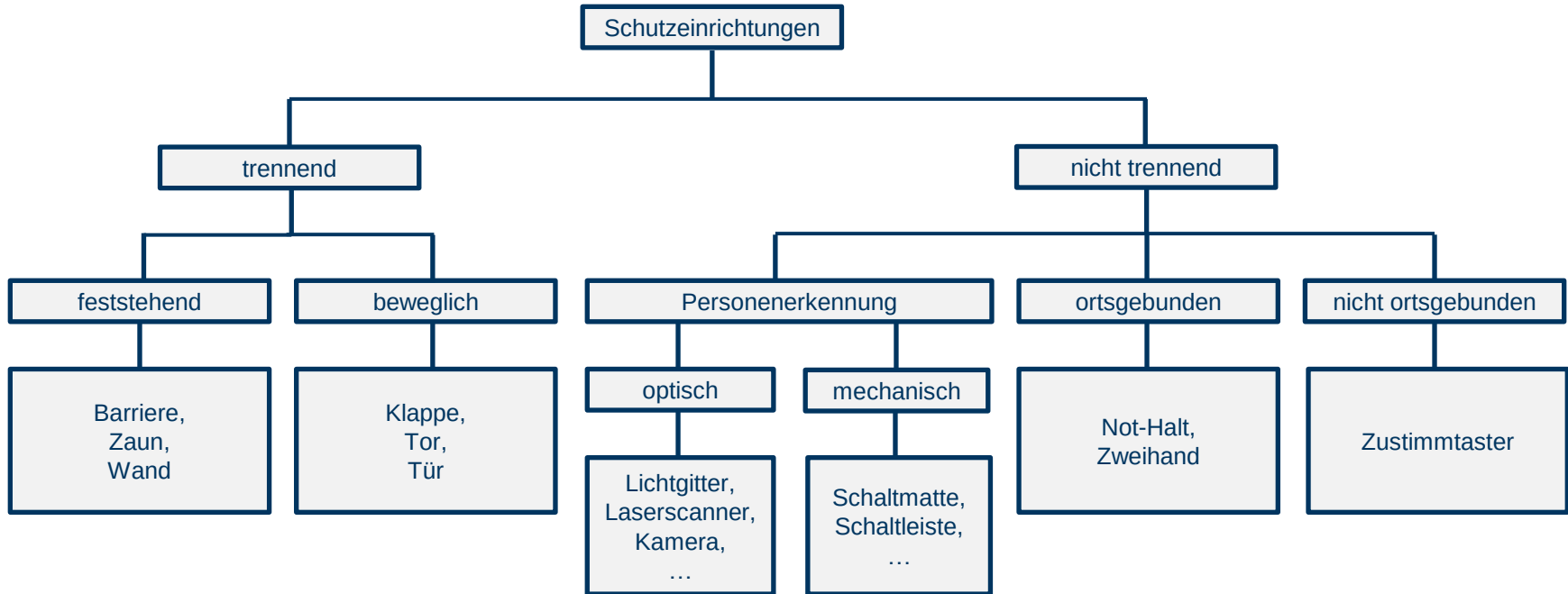
Vertretbares Risiko / Restrisiko

Vertretbares Risiko* ist das annehmbare Risiko, das in einem bestimmten Zusammenhang nach den gültigen Wertvorstellungen der Gesellschaft akzeptiert wird. Restrisiko ist das Risiko, das verbleibt, nachdem Maßnahmen zur Risikominderung getroffen wurden.

* Das vertretbare Risiko wird vom Hersteller der Maschine vor der Risikoeinschätzung festgelegt und begründet.



MÖGLICHE TECHNISCHE SCHUTZEINRICHTUNGEN





- Für hochzuverlässige oder „neuartige“ Systeme liegen keine direkt nutzbaren Erfahrungen auf Systemebene vor; wegen der Höhe der Investition und involvierten Gefahren sind (Vorab-) Aussagen zur Ausfallwahrscheinlichkeit (Zuverlässigkeit) und zu Risiken nötig.
- Lösungsansatz: Zerlegung aus den Systemkomponenten, deren Eigenschaften eher bekannt sind, lässt sich über deren funktionelle und logische Verknüpfung das Gesamtsystemmodellieren und analysieren.

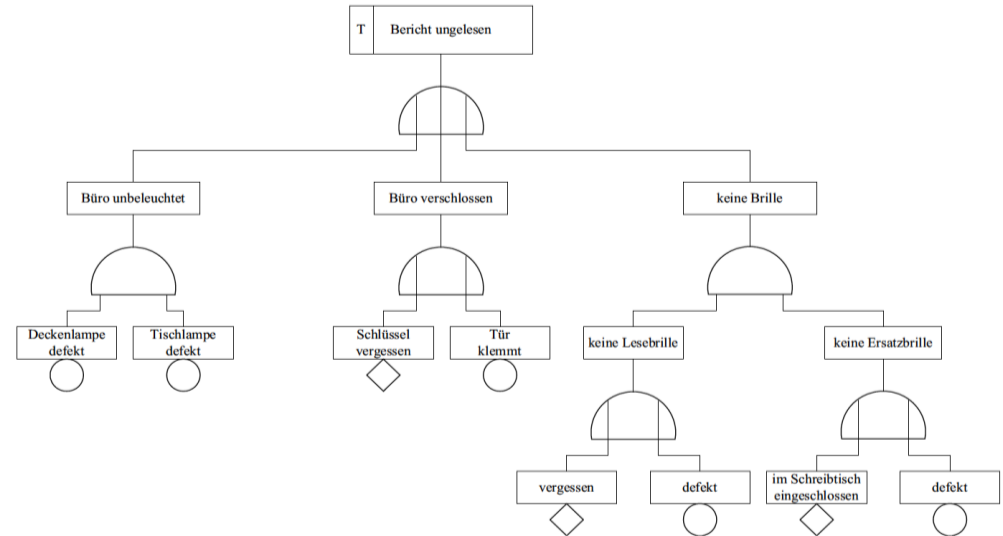


ANSATZ DER FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

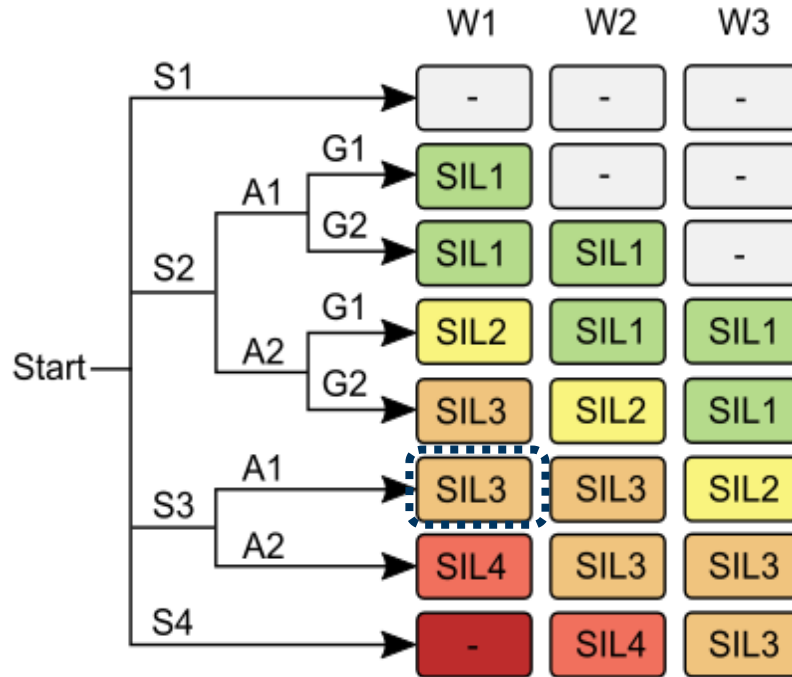


- Ziel: Anlagen sicher machen um Schäden von Mensch, Umwelt und Geräten abzuwenden**

Symbol	Alternative Symbole		Benennung
			ODER-Verknüpfung logische Vereinigung einer Menge
			UND-Verknüpfung logischer Durchschnitt einer Menge
Symbol	Benennung	Symbol	Benennung
	Bezeichnung des „top event“		nicht weiter entwickeltes Ereignis
	Kommentar, Beschreibung		Transfer zu einem separaten Fehlerbaum
	Basisereignis		Transfer von einem separaten Fehlerbaum



SAFETY INTEGRITY LEVEL (SIL)



**S3
A1**

S = Schadensausmaß / Schwere der Verletzung:

- S1 = leichte (reversible Verletzung)
- S2 = ernste (irreversible Verletzung Tod)
- S3 = Tod mehrerer Personen
- S4 = katastrophale Auswirkungen mit vielen Toten

A = Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts:

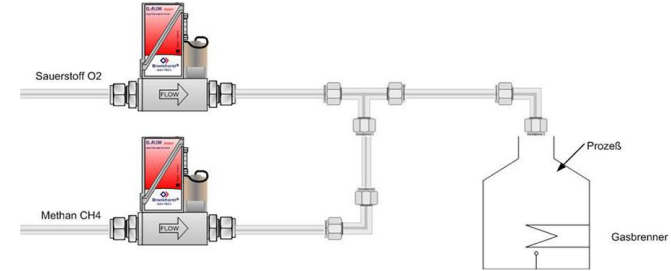
- A1 = selten oder kurze Gefährdungsexposition
- A2 = häufig (mehr als einmal pro Stunde/Schicht)

G = Möglichkeit zur Vermeidung/Begrenzung des Schadens:

- G1 = möglich
- G2 = kaum möglich

W = Eintrittswahrscheinlichkeit:

- W1 = sehr gering
- W2 = gering
- W3 = relativ hoch

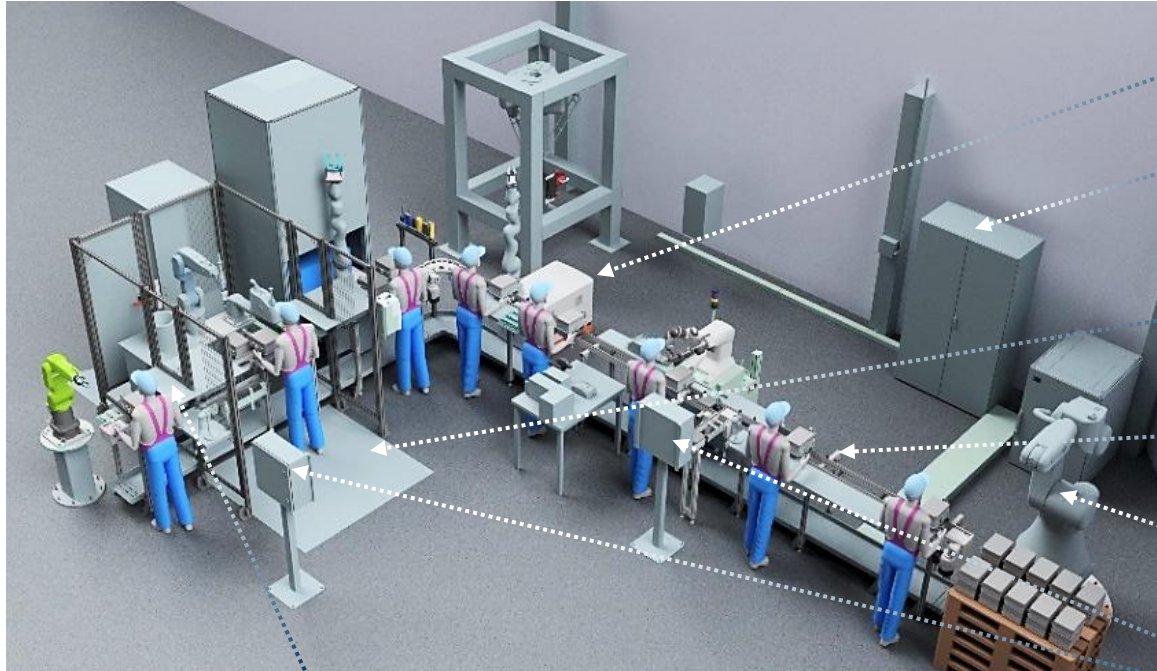


Quelle: Norm IEC 61508 u. IEC 61511

BESTANDTEILE EINES AUTOMATISIERUNGSSYSTEMS



Beispiel: Photovoltaik-Schaltkästen produzieren



Materialfluss-, Förder- und
Ordnungseinrichtungen



Mobile Robotik
(VL: MDR)



SPS und
Bussysteme
(VL: AT u IA)

Sicherheitstechnik
(u. Konzepte)

(VL: IA)



Sensortechnik und
Wegmesssysteme
(VL: AT)

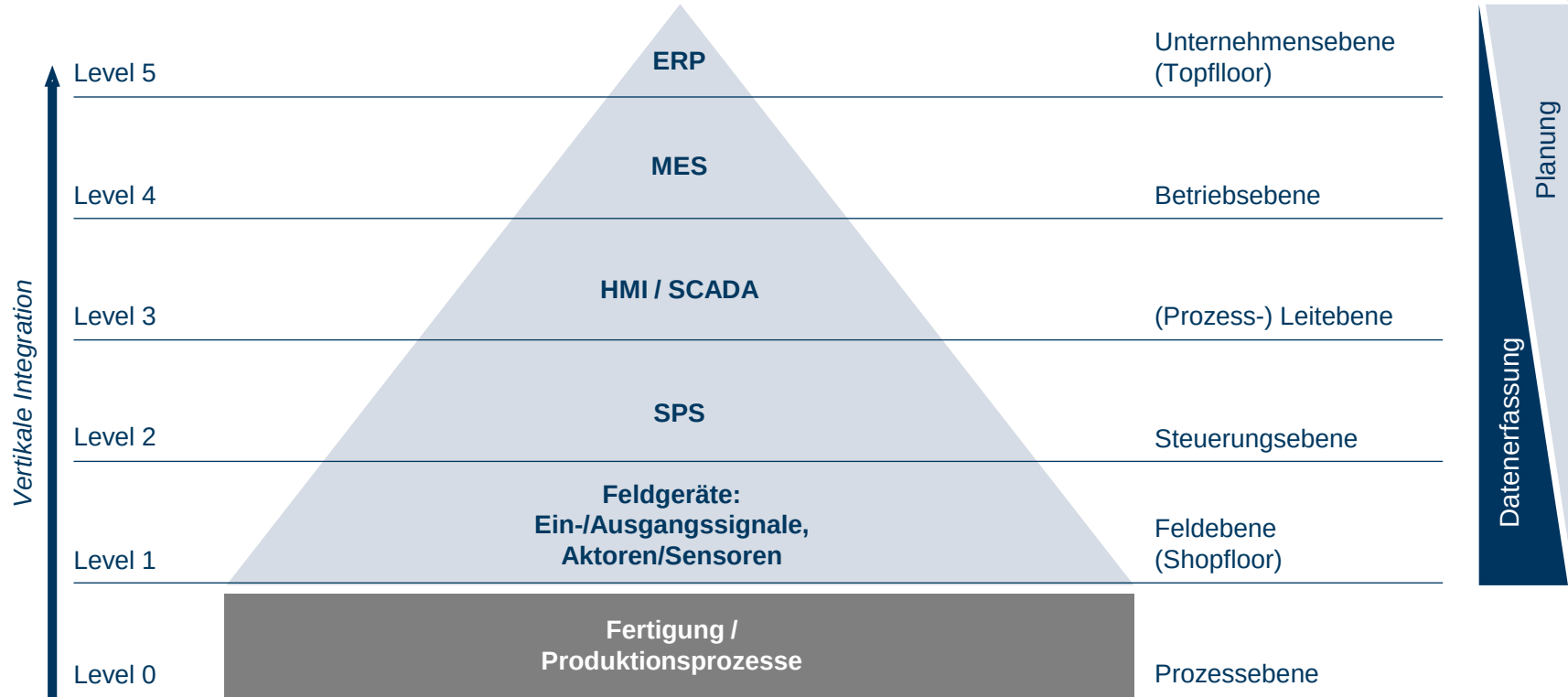


Handhabungssysteme /
Bewegungskinetiken
(VL: RO)

Manufacturing
Execution System,
IOT & Data Science
(VL: IA)



KLASSISCHE AUTOMATISIERUNGSPYRAMIDE NACH SIEPMANN

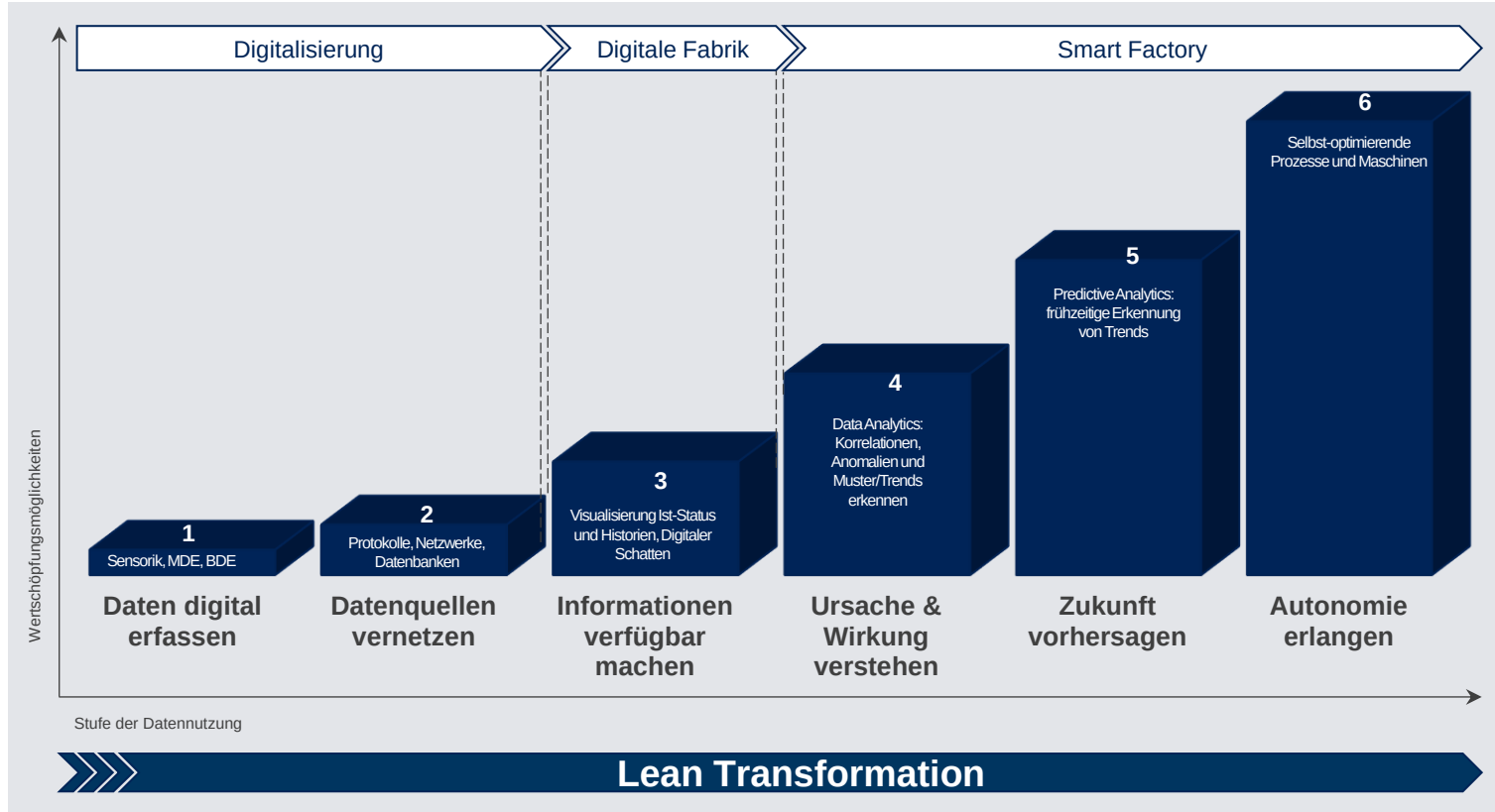


In Anlehnung an Siepmann (2016): Industrie 4.0 - Technologische Komponenten, in: Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0, Roth, A. (Hrsg.), Berlin Heidelberg, Springer Gabler Verlag, S. 49

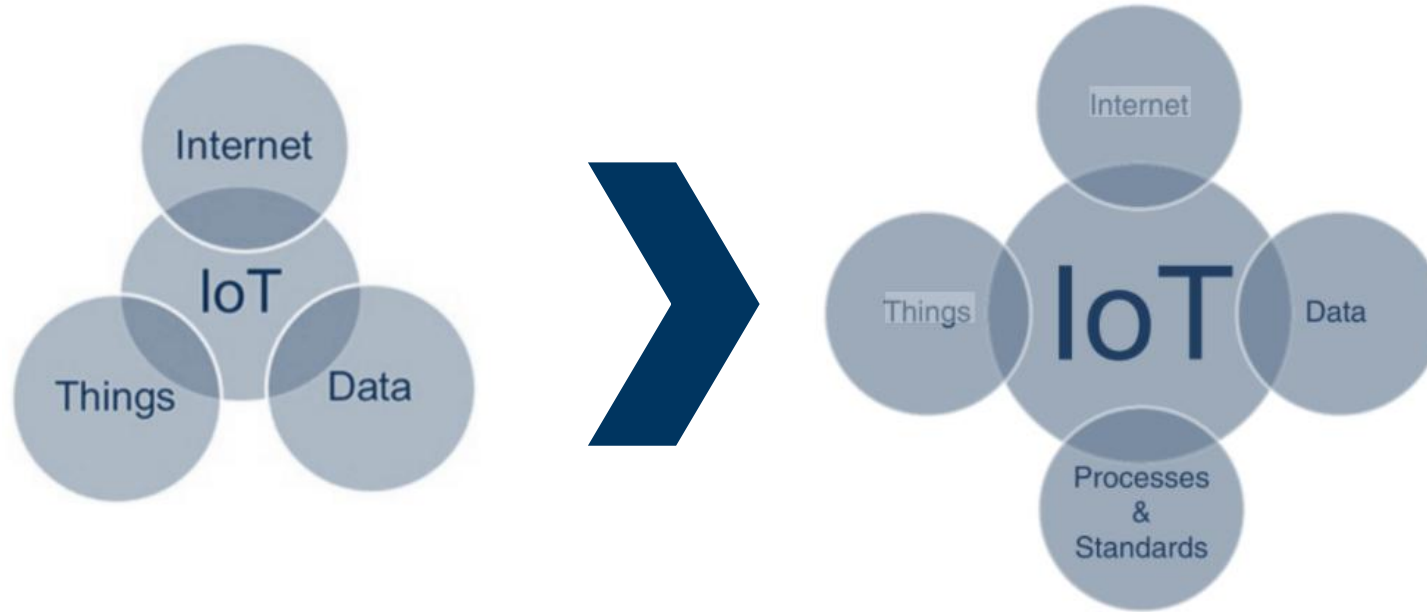


< Übersicht		Arbeitsplatz / Maschine				
33021	833	Arbeitsplatz / Maschine 33021	Kurzbezeichnung HAND02	Gruppe FINISH	Status PRODUKTION	OEE 0,65
PRODUKTION	4 >		Takte 0		Beginn 22.03.2016 06:00	Dauer [Std:Min] 11955:29
fällig	seit 126 Minute(n)		Sollzyklus 20,000		Nutzgrad 71,20	
40312	1381		Istzyklus 0,000	Gutmenge 833	Ausschuss 4	Ausschussquote 0,47
KEIN MATERIAL	5	Arbeitsgänge				
406457A	2500	+ MES Auftragsnummer S30002090200 Entgraten Prüfstatus fällig seit 126 Minute(n) Mengen (Soll / Gut / Ausschuss) 1200 / 660 / 0   				
PRODUKTION	13					
fällig	seit 126 Minute(n)					
406457B	66	Angemeldete Personen				
PRODUKTION	0	+	Person 10002630	Person 85741	Person 40563	Person 10002854
			Name Weis, Sabine	Name Meier, Josef	Name Grieber, Maria	Name Becker, Jürgen
						Person 50014
PZE						Name Albert >
Nachrichten						

DIE SMART FACTORY ENTSTEHT SCHRITTWEISE ÜBER EINEN SYNCHRONISIERTEN TRANSFORMATIONSPROZESS VON DIGITALISIERUNG UND LEAN MANAGEMENT



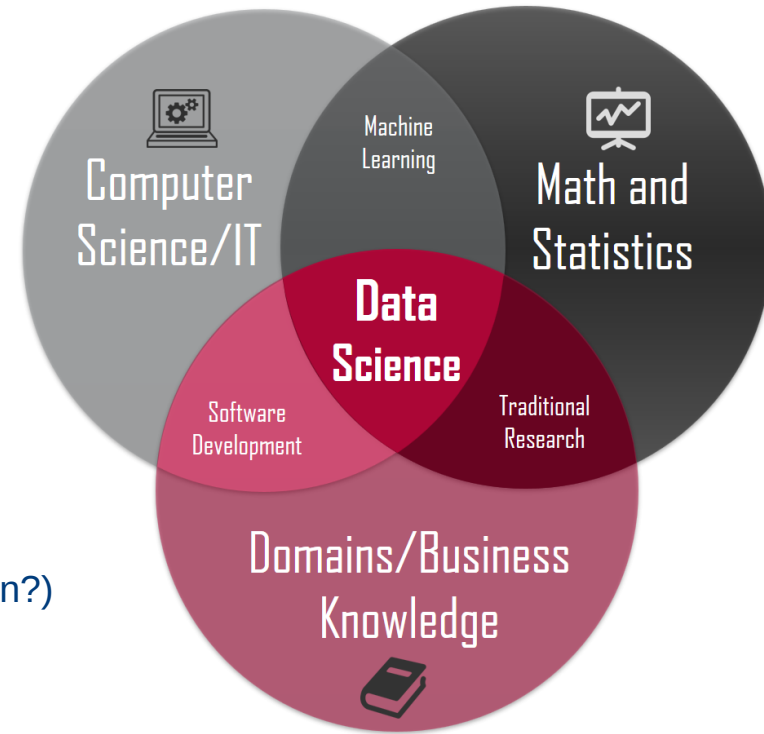
Vgl.: Schuh, G. et al.: Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag 2017, p. 16.



„Ziel des IoT ist es, automatisch relevante Informationen aus der realen Welt zu **erfassen**, miteinander zu **verknüpfen** und im Netzwerk **verfügbar** zu machen, indem reale Dinge, die eigenen Zustandsinformationen für die Weiterverarbeitung im Netzwerk zur Verfügung stellen.“



- Generierung von Wissen aus Daten
- *"use the most powerful hardware, the most powerful programming systems, and the most efficient algorithms to solve problems"*
(Lescovec et al., Mining of Massive Datasets)
- **Beispiele:**
 - Text- und Bilderkennung
 - Churn Prediction (Wird der Kunde den Vertrag verlängern?)
 - Empfehlungssysteme (Spotify, Netflix, Amazon)
 - Predictive Maintenance



HOW BIG IS BIG DATA?



■ Beispiel Fabrik



$$10 \frac{MB}{\text{Maschine} \cdot \text{Tag}} \cdot 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \cdot 10 \text{ Maschinen} \approx 40 \text{ GB/Jahr}$$



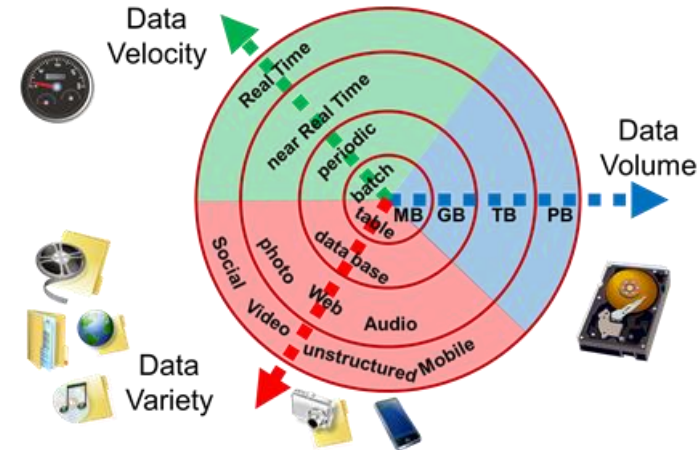
■ Beispiel Energieversorger (z.B. Smart-Meter Daten)

$$5 \frac{MB}{\text{Kunde} \cdot \text{Tag}} \cdot 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \cdot 40000 \text{ Kunden} \approx 73.000 \frac{GB}{\text{Jahr}}$$



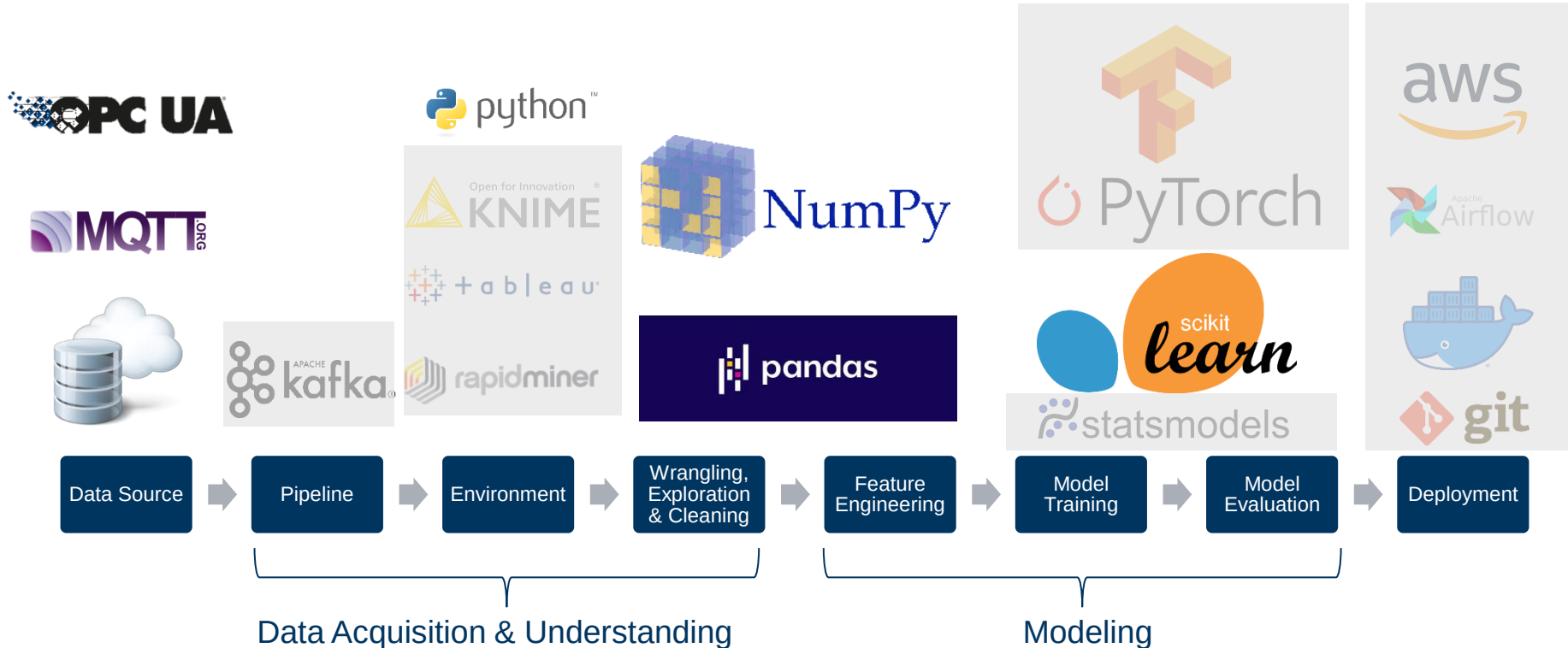
■ Beispiel Social Media Website

$$100 \cdot 10^6 \frac{\text{Fotos}}{\text{Tag}} \cdot 365 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \cdot 1 \frac{MB}{\text{Foto}} \approx 36.500.000 \frac{GB}{\text{Jahr}} = 36.5 \text{ PB (Petabyte)}$$



Quellen:
[PC](#)
[Server](#)
[Amazon](#)
[Snowmobile](#)

DEVELOPMENT STACK





- **International Standard IEC 61131-3, Part 3: Programming languages**
 - IEC International Electrotechnical Commission
- **SPS-Programmierung mit IEC 61131-3, Karl Heinz John, Michael Tiegelkamp**
 - Springer-Verlag, ISBN 978-3-542-00268-7
- **SPS-Programmierung in Anweisungsliste nach IEC 61131-3, Hans-Joachim Adam, Mathias Adam**
 - Springer-Verlag, ISBN 978-3-662-46715-2

