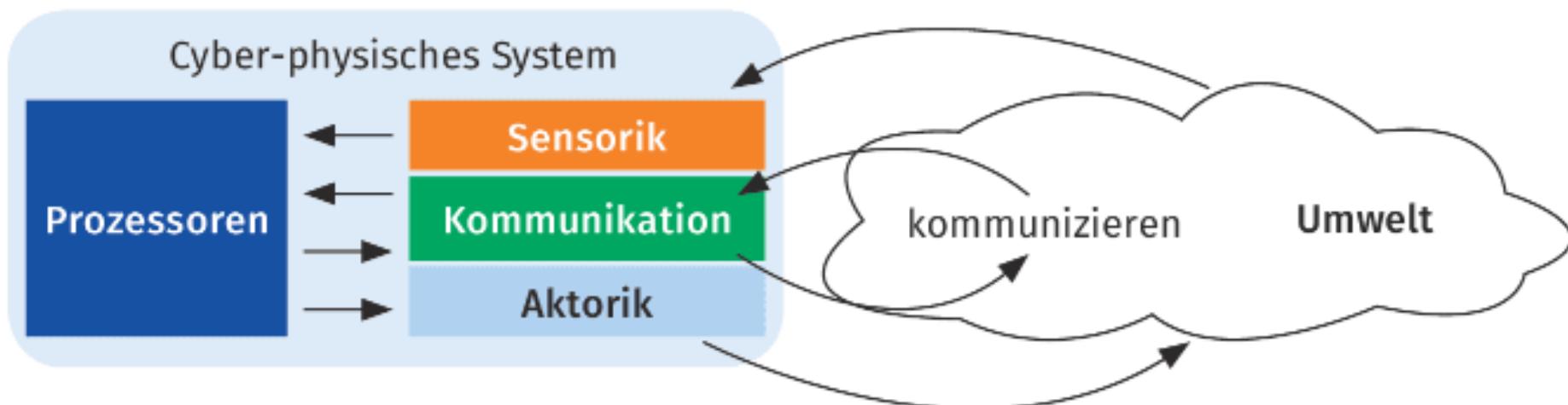


## Struktureller Aufbau cyberphysischer Systeme

### Cyber-physische Systeme (CPS)

Ein cyber-physisches System besteht aus mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Komponenten. Das CPS kann über eine Kommunikationsinfrastruktur Daten austauschen, es kann kontrolliert und gesteuert werden. Eine Steuerung des CPS ist über das Internet in Echtzeit möglich. Für die rasanten Entwicklungen in der Industrie 4.0 spielt der Einsatz von cyber-physischen Systemen eine wesentliche Rolle.



*Hauptbestandteile eines cyber-physischen Systems und die Interaktion mit seiner Umwelt*

Funktionen von cyber-physischen Systemen	
<b>Integration</b>	Ein cyber-physisches System vereint die physische Welt mit der virtuellen Welt in einem Objekt. Eine eindeutige Identifikation des Objektes im Netzwerk zeichnet ebenfalls das integrierte cyber-physische System aus.
<b>Sensorik</b>	Mittels Sensorik (z.B. Sensoren zur Erfassung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit) kann ein cyber-physisches System Werte aus seiner Umwelt aufnehmen und verarbeiten.
<b>Verarbeitung</b>	Mikrocontroller (Ein-Chip-Computersysteme) sind ein wesentlicher Bestandteil von cyber-physischen Systemen. Sie sind die technische Voraussetzung, um die erfassten Informationen und Daten zu verarbeiten.
<b>Aktorik</b>	Cyber-physische Systeme können Aktoren (antriebstechnische Baueinheiten wie Motoren, Ventile oder Zylinder) besitzen. Sie interagieren direkt mit der Umwelt. Speziell im Bereich der Robotik ist dies von sehr großer Bedeutung.
<b>Steuerung und Regelung</b>	Cyber-physische Systeme verfügen über eine Intelligenz und können dezentral Entscheidungen zur Steuerung (z.B. das Öffnen und Schließen von Ventilen) oder zur Regelung (z.B. das Heizen oder Kühlen eines Raumes) treffen und physische Prozesse beeinflussen.
<b>Vernetzung</b>	Cyber-physische Systeme können untereinander (z.B. zwischen einer Werkzeugmaschine und dem eingesetzten Werkzeug), innerhalb eines Unternehmens (z.B. zwischen dem Werkzeug und dem SCADA-System), entlang der Wertschöpfungskette (z.B. zwischen dem Werkzeug, das seinen Verschleiß selbstständig überwacht und beim Werkzeuglieferanten eine Bestellung auslöst) und mit den Menschen (z.B. der Maschinenführerin, die den Werkzeugwechsel vorbereitet) kommunizieren.
<b>Adaption</b>	Cyber-physische Systeme können ihre eigene Funktionalität anpassen (z.B. das Intervall der Messwerterfassungen verändern, wenn ein neues Produkt produziert wird), aus Daten lernen und die eigenen Funktionen erweitern (z.B. wenn auf Basis von Datenanalysen neue Fehlermuster identifiziert wurden und somit früher in den Prozess eingegriffen werden kann – Machine Learning, maschinelles Lernen).

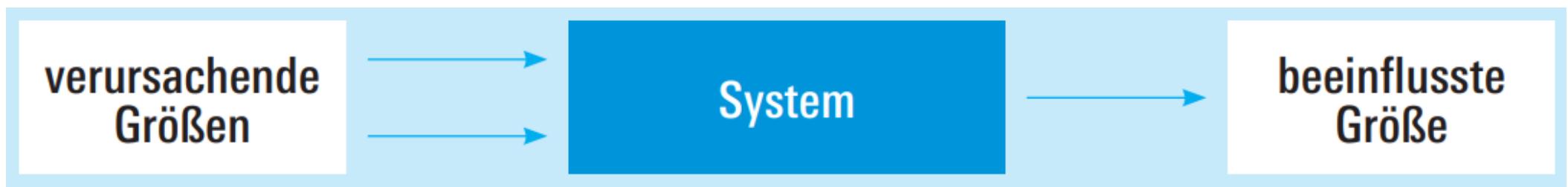
(1) Sensorik:



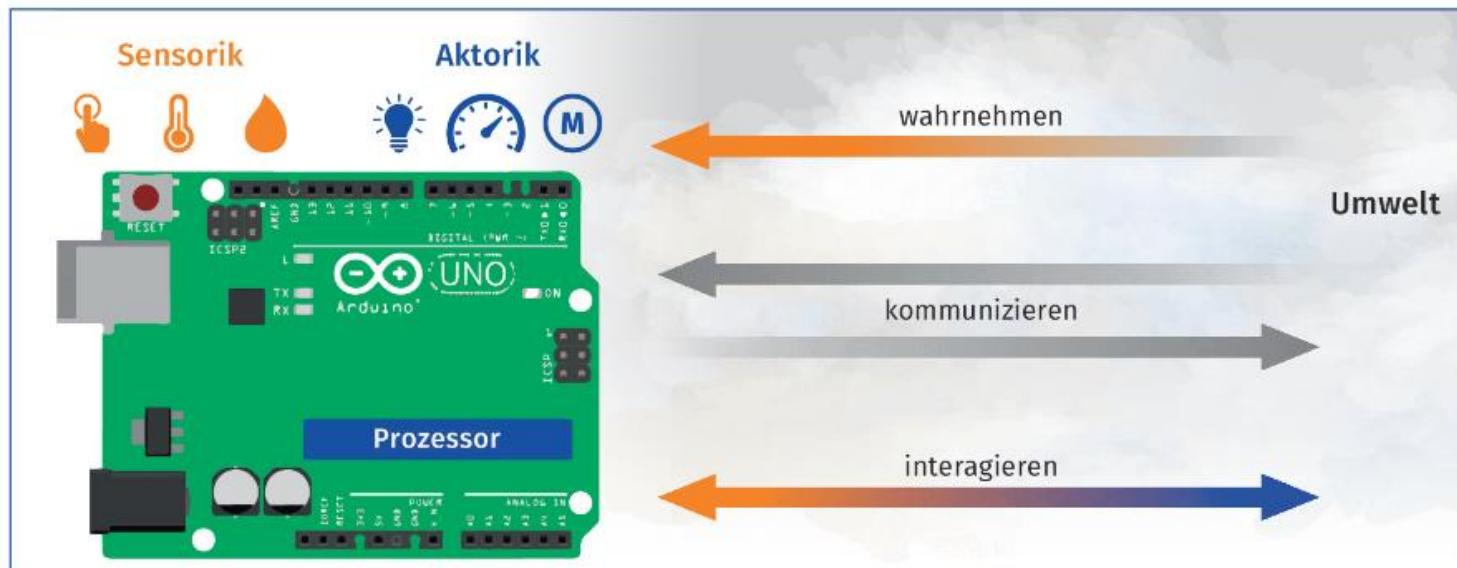
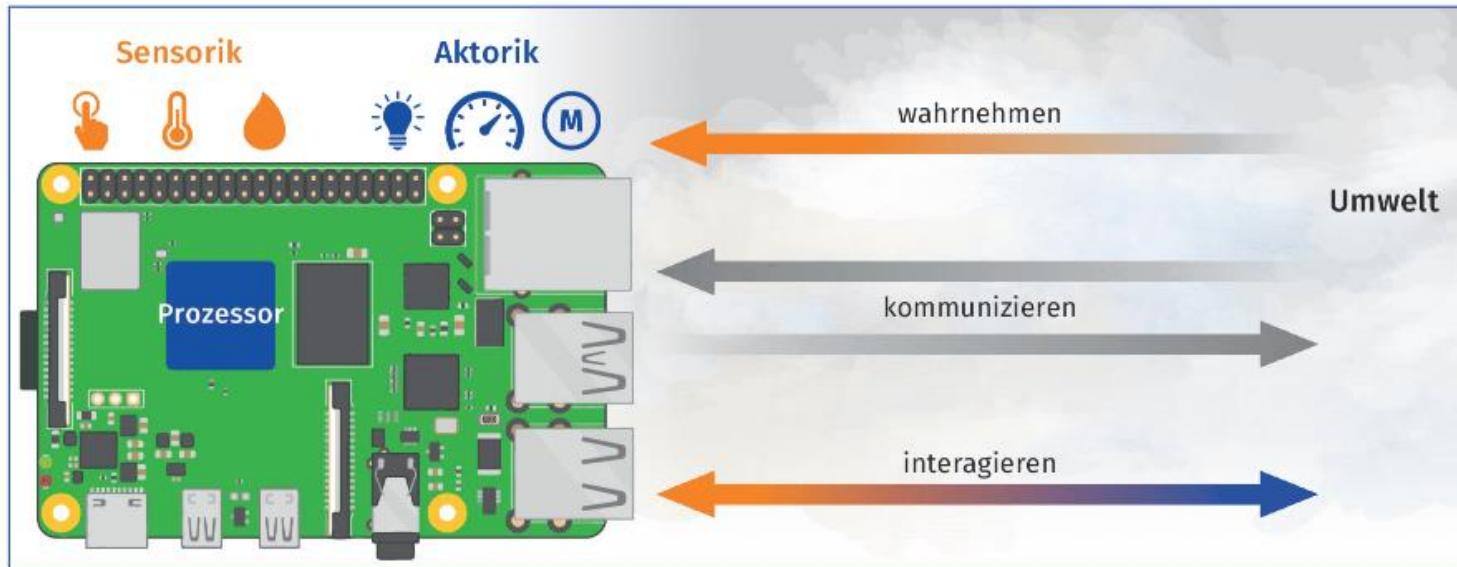
(2.1) Regelung



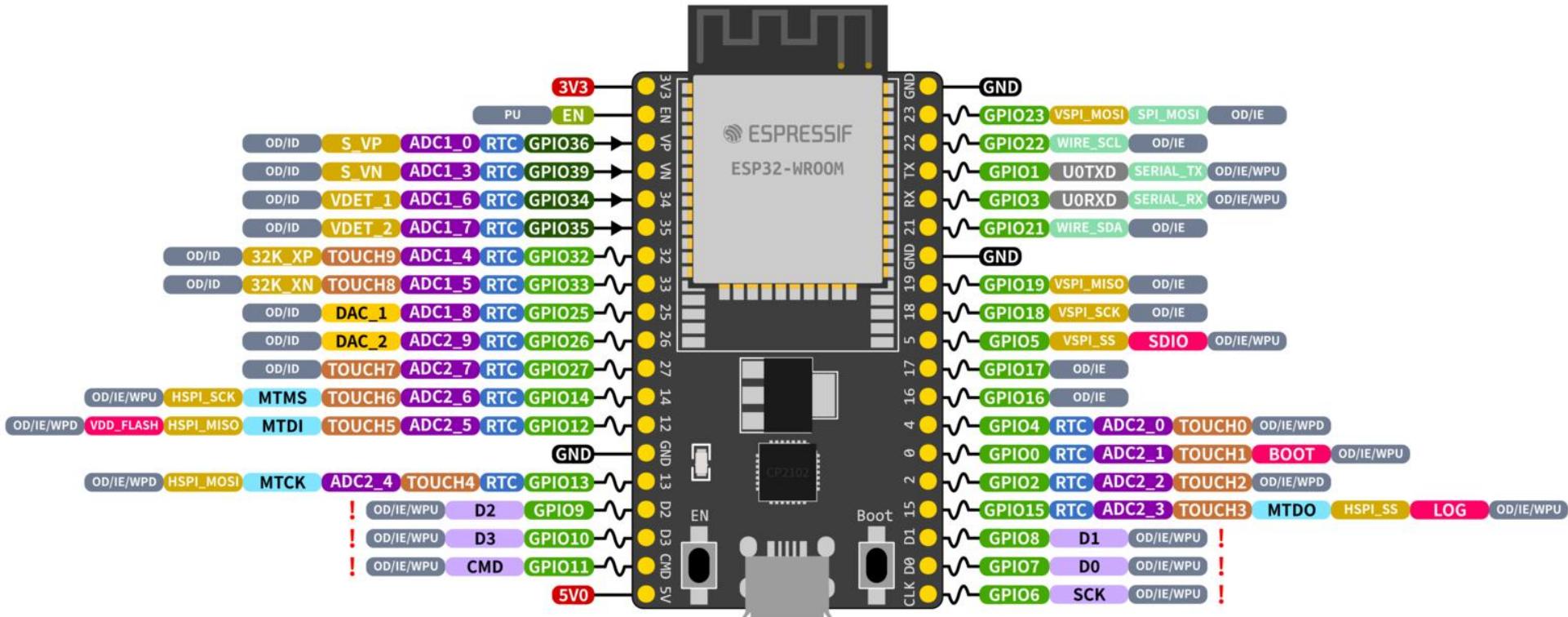
(2.2) Steuerung



## (2) Einplatinencomputer als Basis für cyberphysische Systeme



# ESP32-DevKitC



ESP32 Specs

32-bit Xtensa® dual-core @240MHz

Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n 2.4GHz

Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE

520 KB SRAM (16 KB for cache)

448 KB ROM

34 GPIOs, 4x SPI, 3x UART, 2x I2C,

2x I2S, RMT, LED PWM, 1 host SD/eMMC/SDIO,

1 slave SDIO/SPI, TWAI®, 12-bit ADC, Ethernet

- |   |                              |
|---|------------------------------|
|  | PWM Capable Pin              |
|  | GPIO Input Only              |
|  | GPIO Input and Output        |
|  | Digital-to-Analog Converter  |
|  | JTAG for Debugging           |
|  | External Flash Memory (SPI)  |
|  | Analog-to-Digital Converter  |
|  | Touch Sensor Input Channel   |
|  | Other Related Functions      |
|  | Serial for Debug/Programming |
|  | Arduino Related Functions    |
|  | Strapping Pin Functions      |

GPIO STATE

• 第四章 项目管理与组织行为学

RTC RTC Pow

GND Ground

**PWD** Power Rails (3V3 and 5V)

**! Pin Shared with the Flash Memory  
Can't be used as regular GPIO**

- Can't be used as regular GPIO

#### **WPU: Weak Pull-up (Internal)**

**WPD: Weak Pull-down (Internal)**

#### **PU: Pull-up (External)**

### **IE: Input Enable (After Reset)**

**ID: Input Disabled (After Reset)**

**OE: Output Enable (After Reset)**

**OD: Output Disabled (After Reset)**