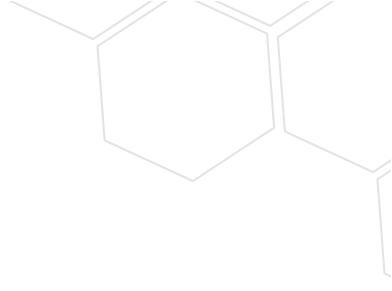


## Workshop

# Internet of Things (IoT) und vernetzte Geräte



## Du oder Sie?

# Die GFU Cyrus AG

<https://welcome.gfu.net/>

# Workshop

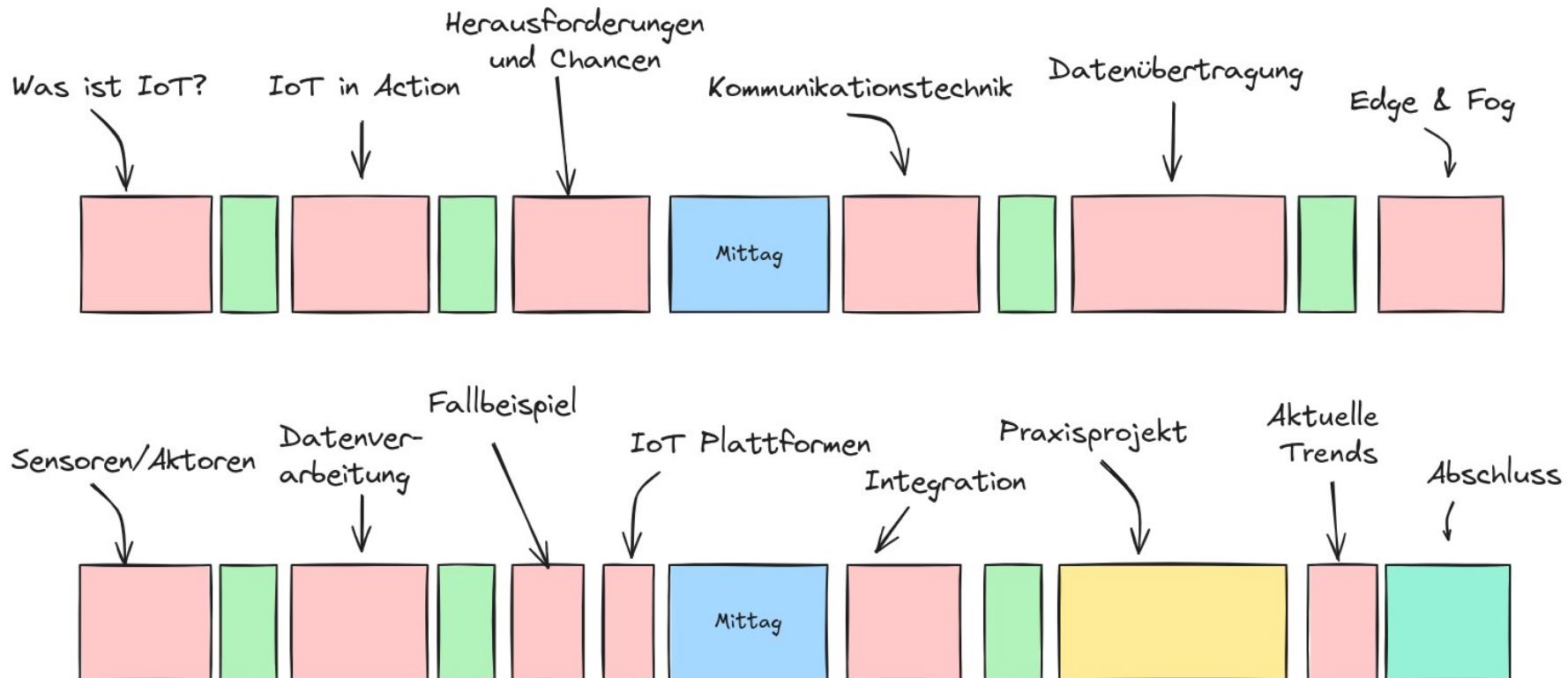
- 2 Tage zum Thema Internet of Things
- Beginn: 9:00
- Ende: 16:00
- 1 Stunde Mittagspause
  - Wann?

# Material

Material auf GitHub verfügbar:

[https://github.com/orgarten/workshop\\_IoT](https://github.com/orgarten/workshop_IoT)

# Ablauf



# Über mich

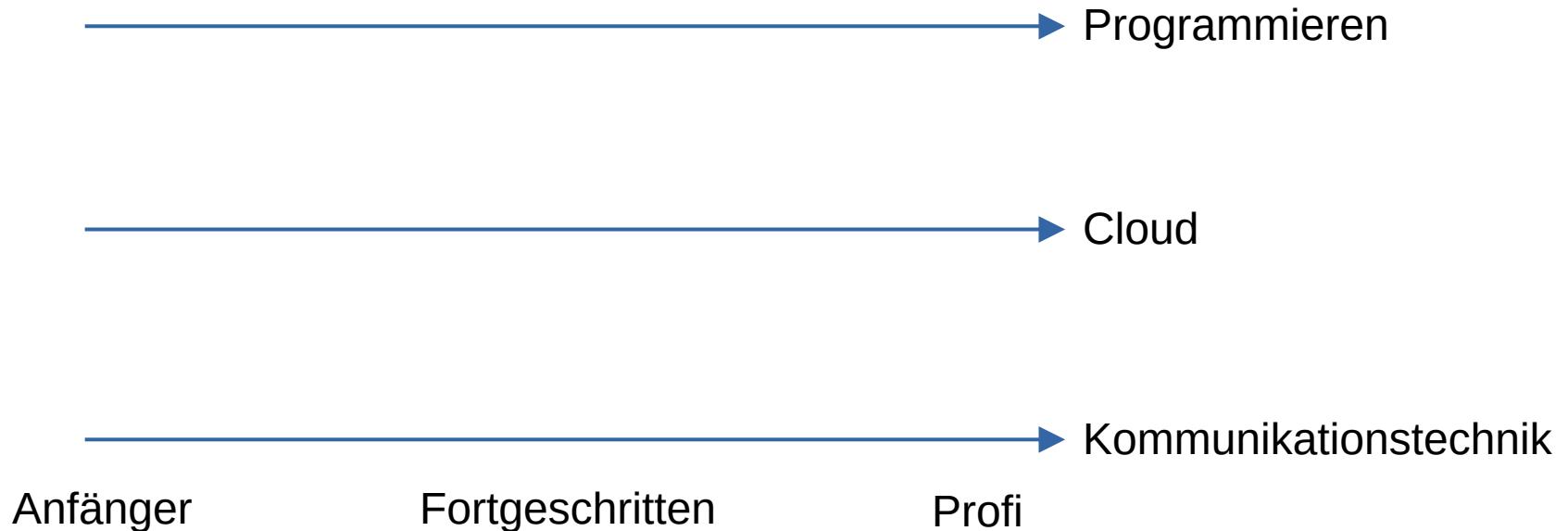


- Software-Entwickler mit Fokus auf Datenverarbeitungssystemen im Industrieumfeld
- Trainer u.a. bei GFU Cyrus AG
- Contact:
  - hello@orellgarten.com
  - <https://www.linkedin.com/in/ogarten/>

# Vorstellung

- Wer bist du und was motiviert dich?
- Welche Erwartungen hast du an den Workshop?
- Welche Vorkenntnisse hast du?
- Was ist dein Ziel für den Workshop?

# Vorstellung



# Was versteht ihr unter IoT?

# Welche IoT Geräte nutzt ihr im Alltag?

# Benutzt ihr IoT im Arbeitsalltag?

# Ist IoT gesellschaftlich relevant?

# Chancen von IoT?

# Welche Risiken gibt es?

# Was ist IoT?

*Das Internet of Things (IoT), auf Deutsch "Internet der Dinge", bezeichnet ein Netzwerk von physischen Objekten ("Dingen"), die mit Sensoren, Software und anderen Technologien ausgestattet sind, um Daten zu erfassen und über das Internet auszutauschen. Diese Dinge können unterschiedlichster Art sein – von alltäglichen Haushaltsgeräten wie Kaffeemaschinen und Smart-Home-Thermostaten bis hin zu komplexen industriellen Maschinen oder vernetzten Autos.*

- ChatGPT

# Was ist IoT?

*IoT steht für "Internet of Things" und bezeichnet die Vernetzung von Geräten und Objekten über das Internet. Dabei werden Geräte wie Sensoren, Haushaltsgeräte, Autos und industrielle Maschinen mit dem Internet verbunden, um Daten auszutauschen und automatisch zu steuern.*

- Claude

# Was ist IoT?

*Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) bezeichnet ein Netzwerk von miteinander verbundenen physischen Objekten und Geräten, die mit Sensoren, Software und Netzwerkkonnektivität ausgestattet sind, um Daten zu sammeln und auszutauschen.*

- Perplexity

# Was ist IoT?

*IoT verbindet physische Objekte mit dem Internet, um (verteilt) Daten zu sammeln oder Aktionen durchzuführen.*

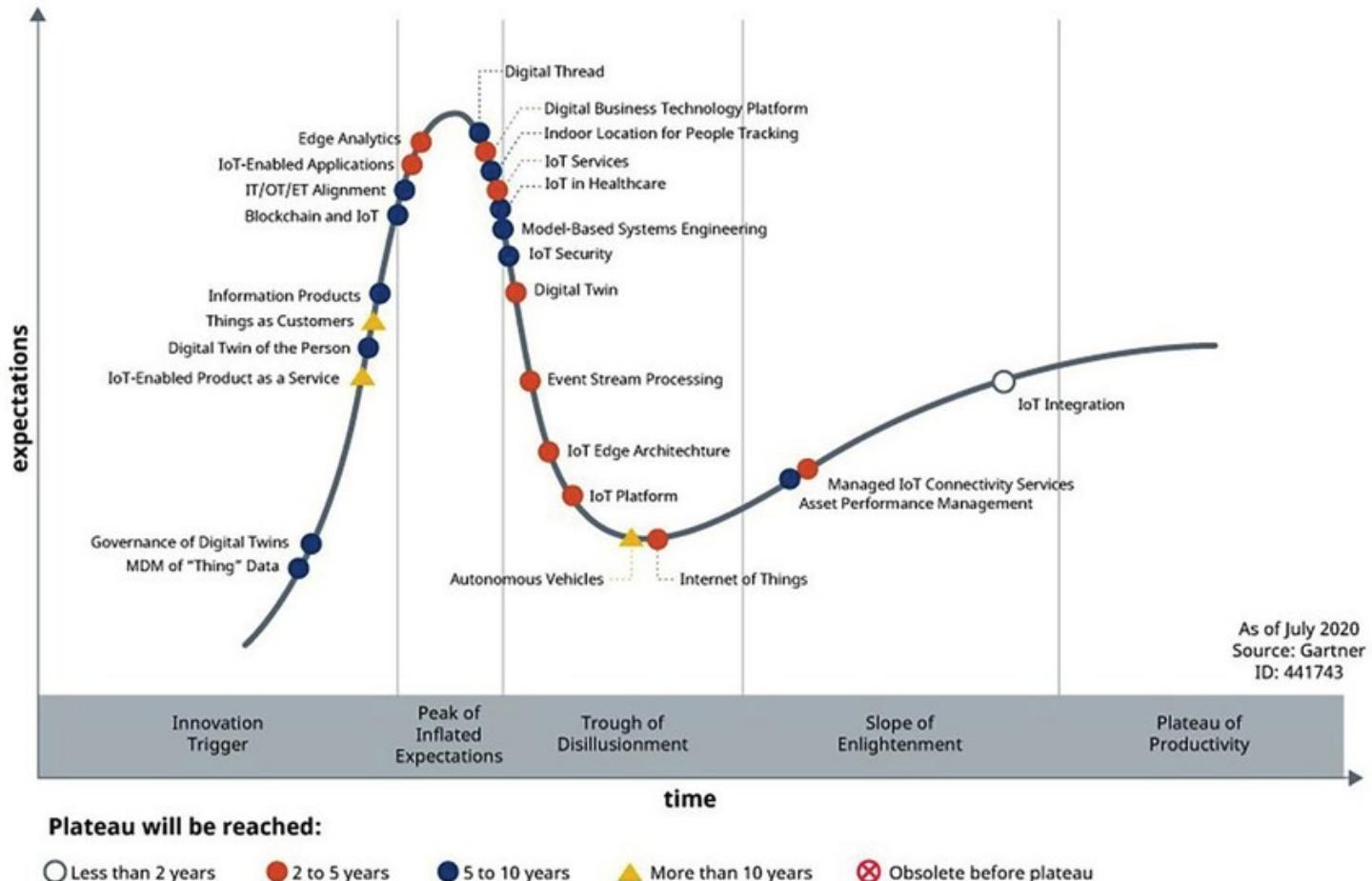
# Internet of Things (IoT)

vs

# Industrial Internet of Things (IIoT)

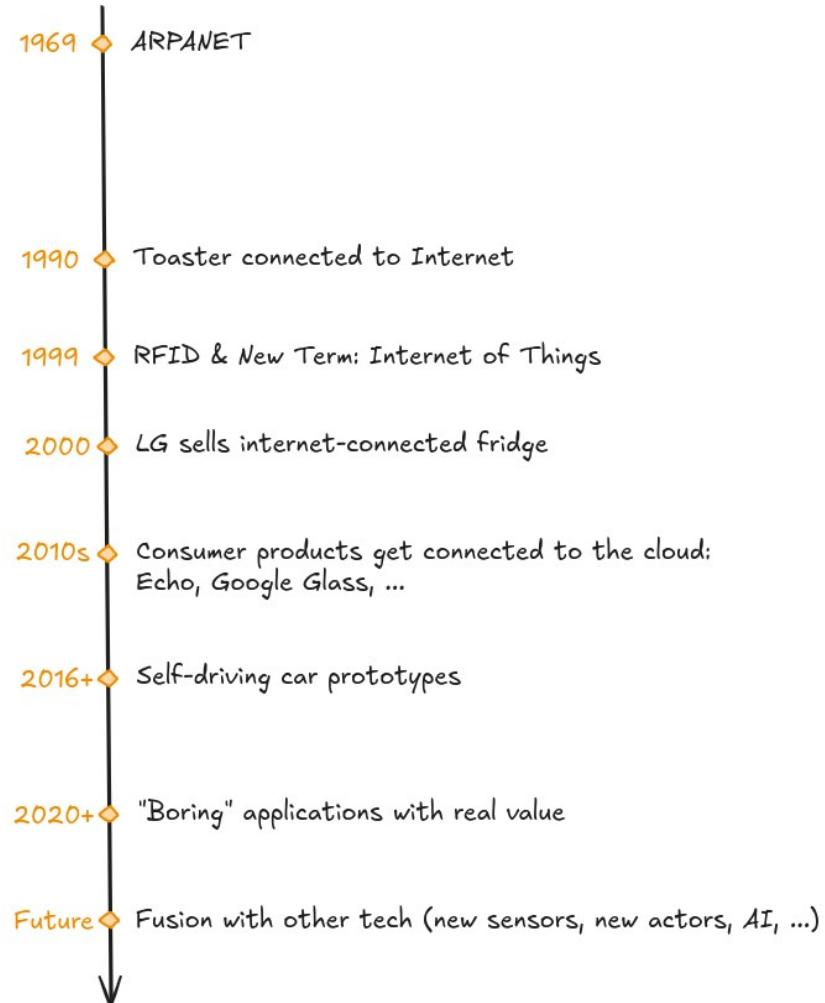
# IoT als Trend?

## Hype Cycle for the Internet of Things, 2020

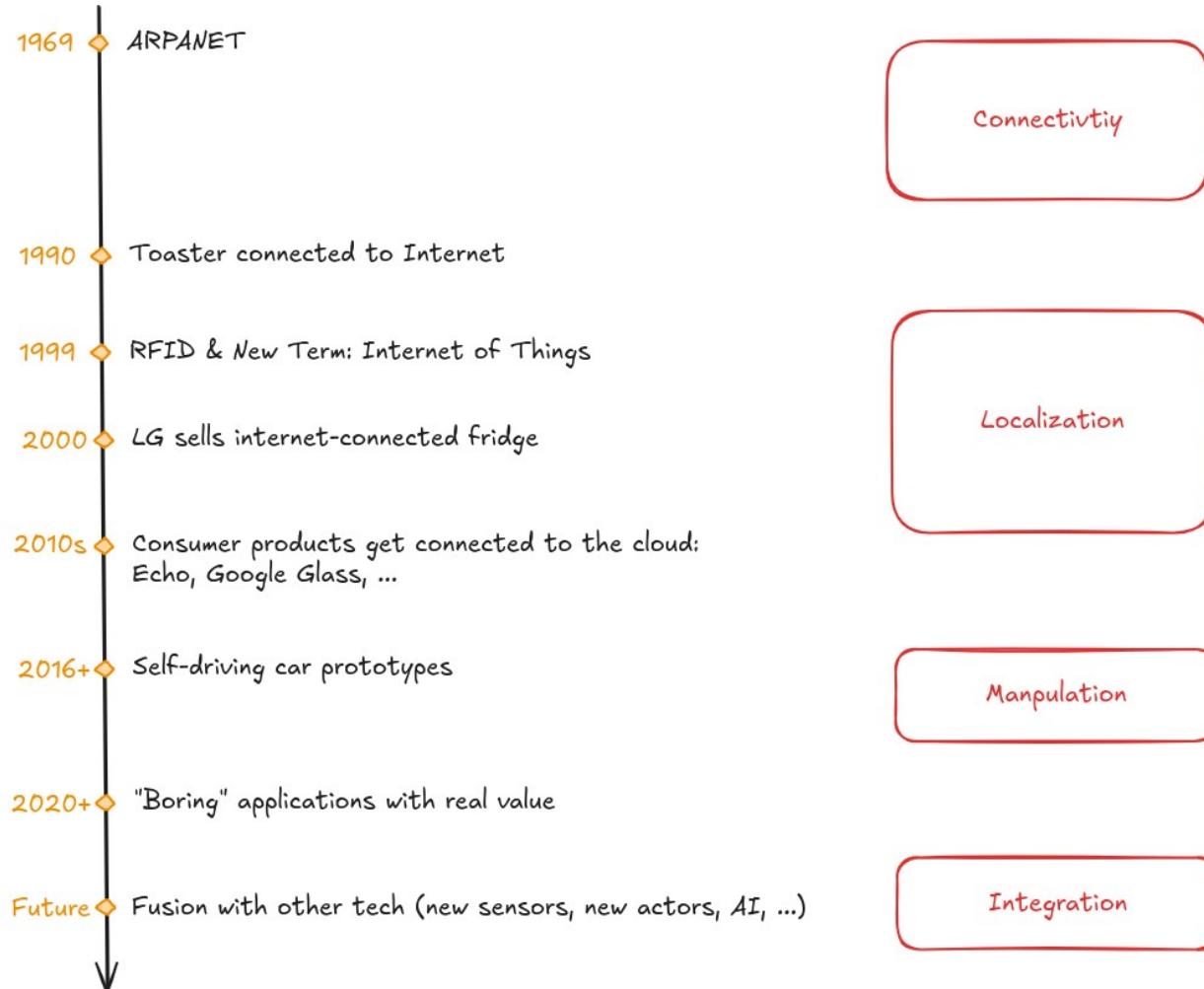




# Geschichte und Entwicklung



# Geschichte und Entwicklung



# Geschichte und Entwicklung

- Begleitende Technologietrends:
  - Blockchain
  - AI und Big Data
  - Cloud Computing
  - Digital Twins

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# IoT in Action

**Beispiele aus der Praxis?**

# IoT in Action - Landwirtschaft



- Überlege dir, wie IoT in der Landwirtschaft genutzt werden kann!
- Welche Daten sind für diese Anwendung relevant?
- Welche Vorteile und welche Nachteile hat diese Anwendung?
- Was könnte verbessert werden?

# IoT in Action - Lebensmittelproduktion

- Beispiel: Überwachung der Kühlkette
- Ziel: Nachweis der Einhaltung der Kühlkette
- Fragen:
  - Was benötigen wir dafür?
  - Welche Sensoren könnten relevant sein?
  - Welche Herausforderungen gibt es?

# IoT in Action - Lebensmittelproduktion

- Sensoren:
  - Temperatur
  - Luftfeuchtigkeit
  - Zeit & Standort?
- Datenverbindung nicht immer einfach für sich bewegende IoT Geräte
- Wie hilft uns IoT beim Nachweis der Kühlkette?

# IoT in Action - Lebensmittelproduktion



Quelle: <https://www.dusuniot.com/wp-content/uploads/2023/02/Cold-Chain-Supply.png>

# IoT in Action - Gesundheit



# IoT in Action – Gesundheit

- Fitness-Armbänder
- Daten:
  - Zeit + Location
  - Puls
  - ???

# IoT in Action – Gesundheit

## Vorteile

- Möglicherweise frühzeitige Erkennung von Krankheiten
- Motivation Sport zu machen und gesünder zu leben

## Nachteile

- Sehr persönliche Daten
- Verwendung nicht immer klar

# IoT in Action – Smart City



# IoT in Action – Smart City

- Smart City: Vernetzung einzelner Teilbereiche zur Steigerung der Effizienz einer Stadt
- Beispiele:
  - Vernetzte Verkehrsführung
  - Smart Grid, Energie, Abwasser, Müll, ...
  - Monitoring Luftqualität, Lärm, ...
  - Daten zur Stadtplanung
  - Kameras und andere Sensoren

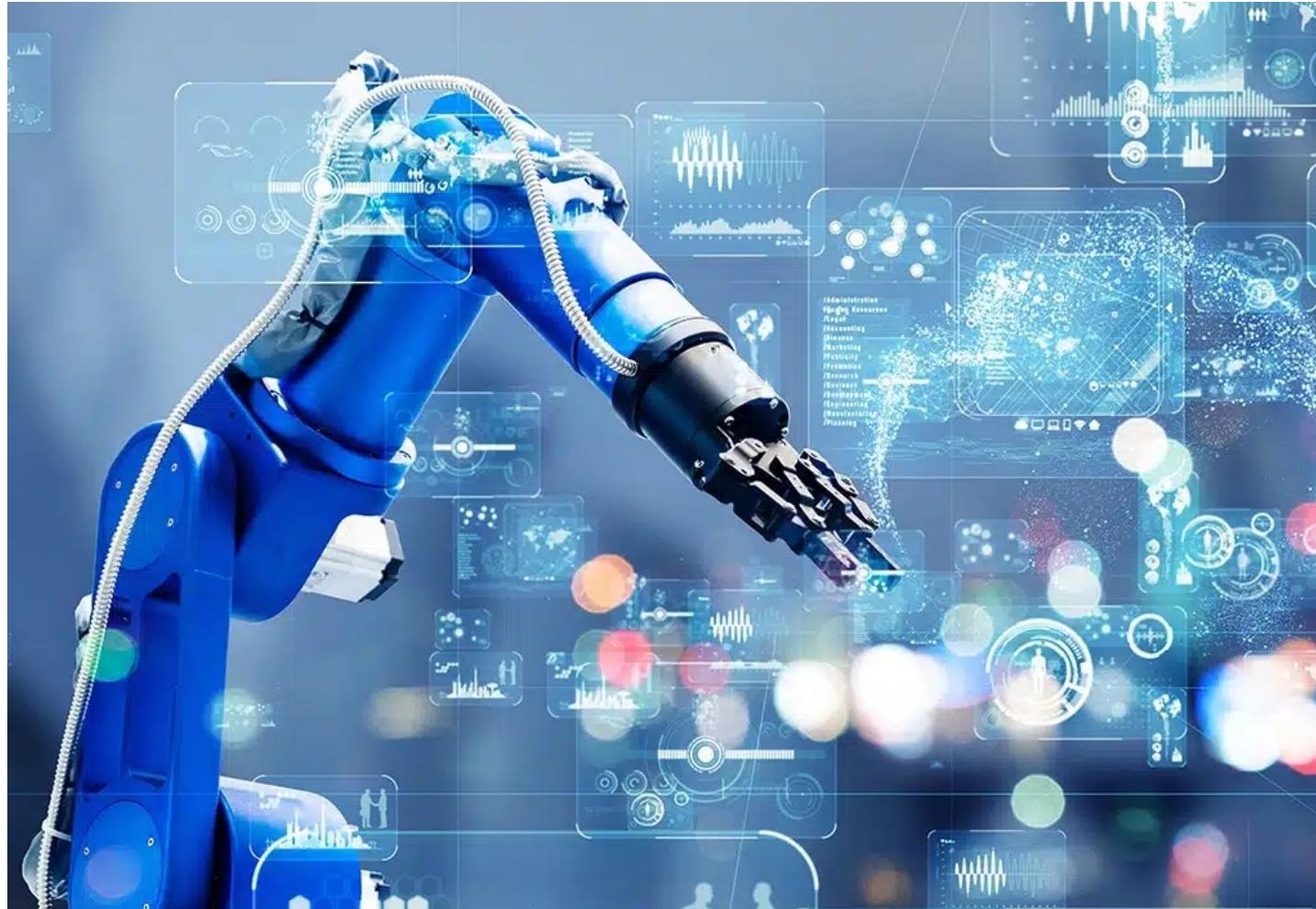
# IoT in Action – Smart City

- Vorreiter sind oft Städte in Asien, z.B. Singapur
- Vorteile:
  - Zielgerichtete Nutzung von Ressourcen
  - Nachhaltigkeit
- Nachteile:
  - Privatssphäre und Datenschutz
  - Initiale Kosten

# IoT in Action - Industrie



# IoT in Action - Industrie



# IoT in Action - Industrie



# IoT in Action - Industrie

- Vielzahl von Anwendungen, die aber einer firmenspezifischen Implementierung bedürfen:
  - Predictive Maintenance
  - Smart Manufacturing
  - Zustandsüberwachung
  - Supply-Chain (Grundlage für Digital Twins)
  - Energieoptimierung

# IoT in Action - Industrie

- Grundlage für hohen Automatisierungsgrad
- Daten:
  - Standorte
  - Prozesskennwerte (Durchfluss, ...)
  - Anweisungen
  - Daten über der eigenen Zustand

# IoT in Action – Supply Chain

- Überwachung globaler Lieferketten
- Add-Ons für Container
- Überwachung des Standorts, der Temperatur, Füllstände, etc.
- Datenaggregation mittels IoT Plattform und Integration in bestehende Systeme

# IoT in Action - Industrie

**Wo liegen Chancen & Risiken?**

# IoT in Action

Weitere Beispiele?

# IoT in Action - Fazit

**Welche grundlegenden Erkenntnisse haben wir gewonnen?**

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Datenschutz

**Welche Bedenken hast du?**

# Datenschutz

- Bedenken vieler (potentieller) Nutzer:
  - Unkontrollierte Datensammlung und Ausspionage
  - Datensicherheit oft mangelhaft, wie viele Fälle in der Vergangenheit gezeigt haben
  - Daten sind oft persönlich (Standort, Gesundheit, ...)
  - Weiterverkauf von Daten
  - Geringe Transparenz

# Sicherheit

- IoT Geräte haben oft Sicherheitslücken, die zu oft auch nicht behoben werden
- Durch physischen Zugriff auf Geräte steigt die Wahrscheinlichkeit von erfolgreichen Angriffen
- Je nach Anwendung können die Schäden immens sein (siehe STUXNET)
- Sicherheit muss von Anfang an bedacht werden

# Regulatorik

- DSGVO:
  - Privacy by Design
  - Informationspflicht gegenüber Nutzern
- Radio Equipment Directive:
  - Mindestmaßnahmen zur Cybersicherheit
  - Nachweis muss erbracht werden um CE Kennzeichnung zu bekommen

# Regulatorik

- Produkthaftungsgesetz:
  - Hersteller in Verantwortung wenn Produkt Schäden anrichtet
  - Softwarefehler sind Produktfehler
  - Geräte müssen updatebar sein

**Sicherheit und Datenschutz müssen unbedingt im gesamten Entwicklungsprozess bedacht werden.**

# Skalierbarkeit

**Was ist Skalierung im Kontext von IoT?**

# Skalierbarkeit

**Worin liegen die Herausforderungen bei der Skalierung?**

# Skalierbarkeit

- Herausforderungen:
  - **Datenvolumen:** Hohe Anzahl von IoT-Geräten generiert riesige Datenmengen.
  - **Protokoll-Vielfalt:** Verschiedene Kommunikationsprotokolle (z.B. MQTT, CoAP, Zigbee).
  - **Kompatibilitätsprobleme:** Unterschiedliche Hersteller und Plattformen erschweren die Integration
  - **Verwaltung der Infrastruktur:** Komplexe Netwerke

# Skalierbarkeit

- Lösungsansätze:
  - **Cloud-basierte Plattformen:** Elastische Skalierung und zentrale Verwaltung.
  - **Standardisierte Protokolle:** Nutzung von offenen Standards wie MQTT oder HTTP.
  - **API-basierte Integration:** Nutzung von RESTful APIs für Gerätekommunikation.
  - **Edge Computing:** Datenverarbeitung näher an der Quelle zur Reduzierung der Latenz.

# Gerätemanagement

**Wie können Geräte verwaltet werden und welche Aspekte sind hier relevant?**

# Gerätemanagement

- Geräte müssen kommissioniert werden
- Batterielaufzeit ist begrenzt
- Energieeffizienz muss optimiert werden, um Lebensdauer zu verlängern
- Erneuerung von Zertifikaten
- Firmwareupdates
- Dekommissionierung

# (Neue) Geschäftsmodelle

- Datengetriebene Dienstleistungen, z.B. predictive maintenance
- Device as a Service (B2B und B2C)
- Pay per use oder Abomodelle
- Plattformökosysteme basierend auf dem IoT Angebot

**IoT & Daten bilden ein Grundlage für neue Geschäftsfelder mit neuen Monetarisierungsmöglichkeiten.**

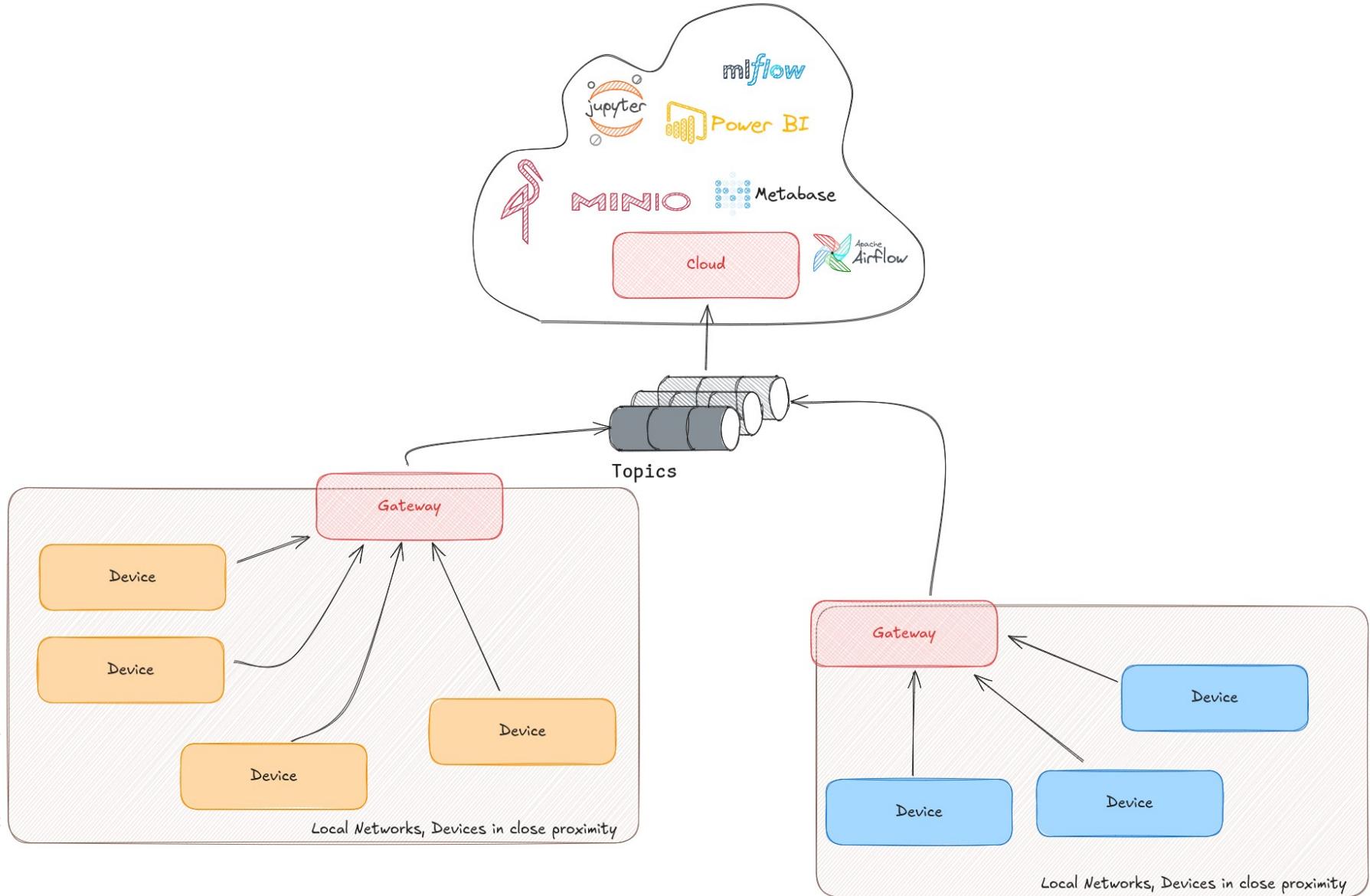
**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Systemdesign

**Welche Aspekte spielen beim Systemdesign eine Rolle?**

# Systemdesign

**Wie sehen IoT Systeme generell aus?**



# Kommunikationstechnologien

- Welche Anforderungen stellt IoT an die Kommunikationstechnik?
- Mit welchen Problemen muss gerechnet werden?
- Was bedeutet das für unsere Systeme?

# Kommunikationstechnologien

- Viele Möglichkeiten mit Vor- und Nachteilen:
  - WLAN
  - LAN
  - Bluetooth
  - Zigbee
  - LoRaWAN
  - NB-IoT
  - LET CAT-1 bis

# WLAN

- Kurzstreckenkommunikation im ISM Band (2.4 + 5 GHz)
- Hohe Datenraten
- Reichweite: 30-100m
- Stern-Topologie
- Hoher Stromverbrauch
- Anwendungen:
  - Videoüberwachung
  - Laptops, Smartphone
  - Industrieautomatisierung

# Bluetooth

- Kurzstreckenkommunikation im 2.4 GHz ISM Band
- P2P Kommunikation
- Heute: Vor allem Bluetooth Low Energy
- Reichweite: 10-100m
- Anwendungen:
  - Wearables & Audio
  - Smart Home

# Zigbee

- Drahtloses Protokoll (IEEE 802.15.4)
- Kurzstrecken-Netwerke, z.B. Home Automation
- Reichweite 10-100m
- 2.4 GHz Frequenzband (ISM)
- Unterstützt verschiedene Topologien

# LoRaWAN

- **Long-Range Wide Area Network**
- Geeignet für Anwendungen mit seltener Datenübertragung
- Reichweite: 2-5 km
- Nutzung unlizenziert ISM Bänder
- Low Power
- Stern Topologie (Basis-Station)

# LoRaWAN

**Was können typische Anwendungsbereiche sein?**

# NB-IoT

- Nutzung des Mobilfunkbandes mit sehr schmalen Bandbreiten
- Reichweite: 10-15km
- Nur für kleine Datenmengen nutzbar, die im besten Fall nur sporadisch gesendet werden
- Problem: Lizenziertes Band und nur mit SIM Karte nutzbar
- Smart Cities, Landwirtschaft, Industrie, ...

# LTE CAT-1 bis

- Nutzung des LTE Mobilfunkbandes
- Hohe Reichweite, vergleichbar mit LTE
- optimiert für IoT Anwendungen
- Single Antenna Modules
- Geschwindigkeit: 10 Mbps
- Anwendung vor allem in günstigen IoT Geräten

# Weltweiter Betrieb

**Worin liegen die Herausforderungen im globalen  
Betrieb von IoT Lösungen?**

# Weltweiter Betrieb

- Keine einheitlichen Standards, da Netzregulierung in jedem Land anders ist
- ISM Band bietet sich an
- Mobilfunk: Technologie weltweit etabliert
- LoRaWAN: Standard weltweit möglich, aber unterschiedliche Frequenzen
- WLAN und Bluetooth: möglich, aber niedrige Reichweite

# Weltweiter Betrieb

## Fazit

- Je weniger Länder/Regionen relevant sind, desto einfacher
- LTE oder NB-IoT haben höchste Wahrscheinlichkeit international zu funktionieren
- Internationale Regulierungen und mögliche Notwendigkeit der Zertifizierung beachten

**Die Wahl der richtigen Kommunikationstechnologie ist abhängig von der Anwendung und der geplanten Nutzung.**

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Datenübertragung

- Kommunikationstechnologien beschreiben wie Daten allgemein versendet werden
  - Netzwerk Layer
- Datenübertragung benötigt aber noch anwendungsspezifische Protokolle:
  - HTTP
  - CoAP
  - MQTT

# HTTP

- Basiert auf HTTP Requests und TCP Verbindungen
- Große Datenpakete mit viel Overhead
- HTTP ist Basistechnologie für das heutige Internet
- Security durch TLS
- Benötigt stabile Verbindung

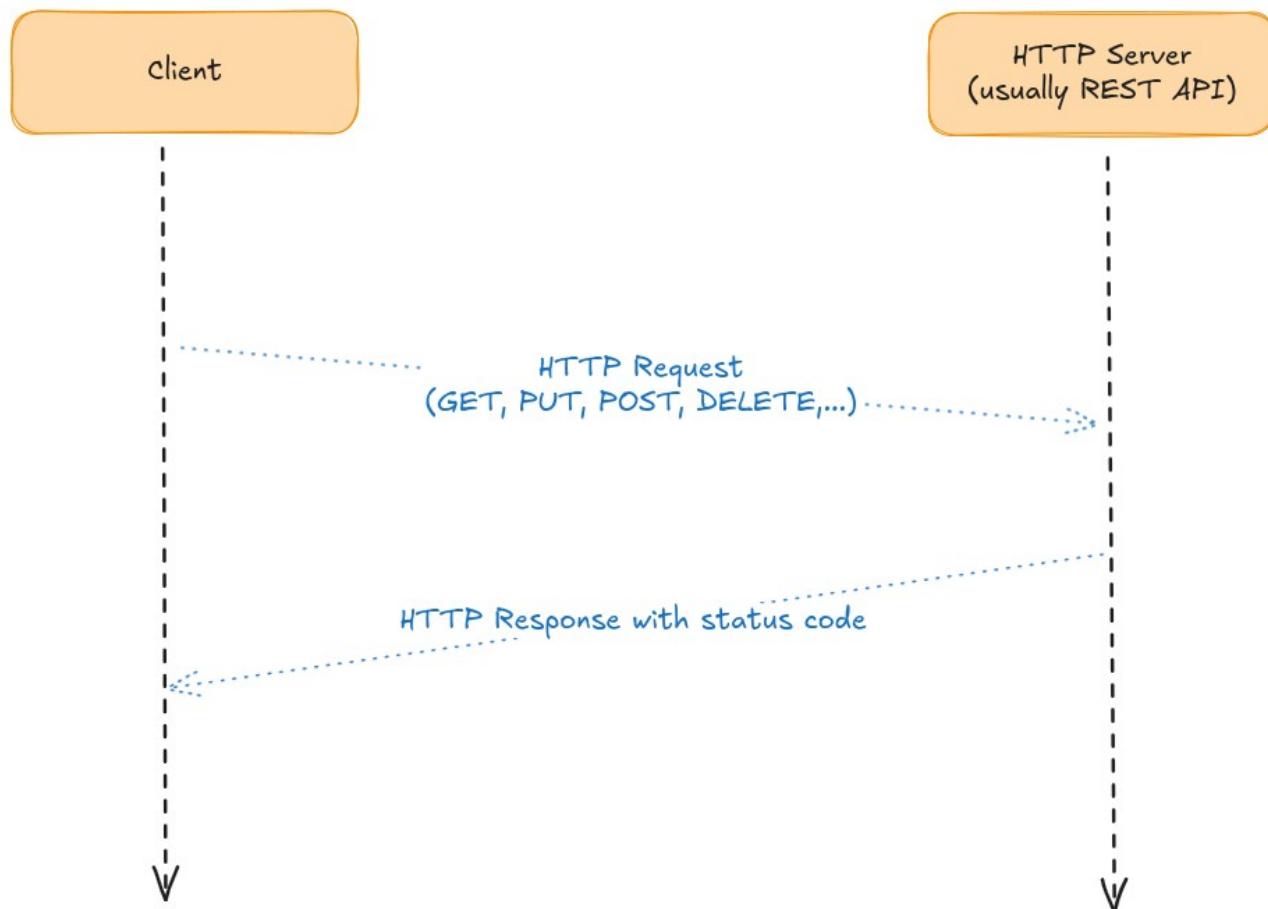
# HTTP – Request Header

Method	Endpoint	HTTP version
POST	/api/v1/upload/	HTTP/1.1
Host:	localhost:8082	Destination
Authorization:	Basic [REDACTED]	
User-Agent:	curl/8.11.0	
Accept:	*/*	
Content-Length:	518	body format specification
Content-Type:	multipart/form-data; boundary=-----Mtmqz2Au00MFheMI2Gg8qh	
 -----Mtmqz2Au00MFheMI2Gg8qh Content-Disposition: form-data; name="unid"; filename="unidentified.zip" Content-Type: application/octet-stream  <binary data> -----Mtmqz2Au00MFheMI2Gg8qh--		

boundary for form-data

File upload

# HTTP



# HTTP

**Für welche Systeme ist HTTP besonders geeignet?**

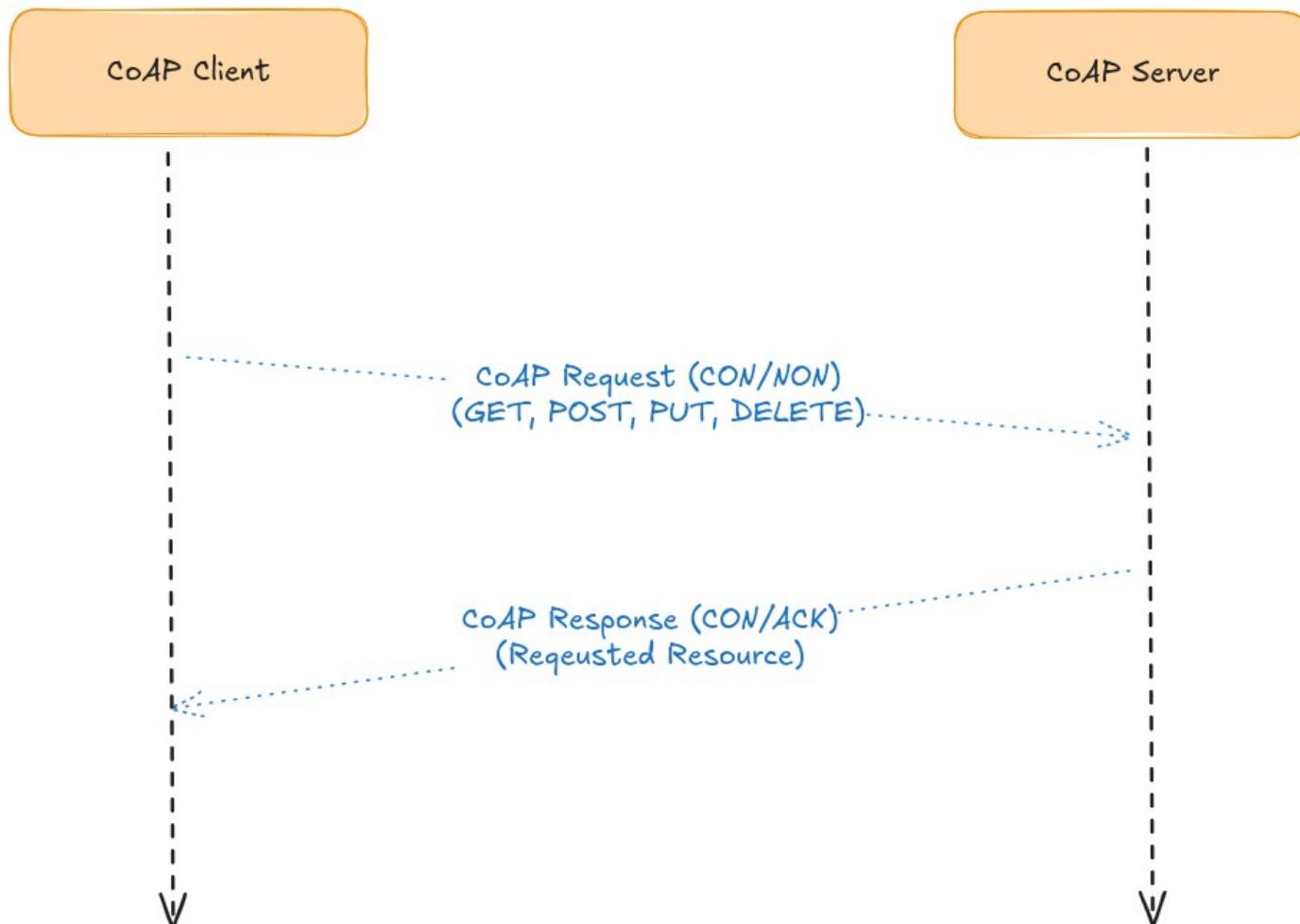
**Wodurch können Probleme entstehen?**

**Welche Komponenten benötigt unser System?**

# CoAP

- Nutzung von UDP statt TCP
- Ähnlich zu HTTP (GET, POST, ...)
- Unterstützt synchrone und asynchrone Kommunikation
- Außerdem: observe → Real time updates
- Einfache Mechanism für Zuverlässigkeit
- Auto-discovery Funktionen

# CoAP



# MQTT

- 1999 für von IBM und Arcom entwickelt
- Ziel: effiziente Datenübertragung (Telemetrie) für low-power Anwendungen mit geringer Bandbreite
- Maximal 256MB payload
- Verbreitet sind MQTT 3.1 und MQTT 5
- Anwendungen:
  - IoT
  - Web services
  - Allgemein als pub/sub system

# MQTT

- Nutzt TCP Verbindungen
- Nachrichten sind als Topics organisiert
- Pub/Sub:
  - Clients können Topic abbonieren (sub) oder Nachrichten an Topics senden (pub)
  - Verwaltung von Topics durch Broker (=Server)
- Große Anzahl an Libraries für alle gängigen Programmiersprachen
- Geringe Einstiegshürde durch cloud-basierte Broker

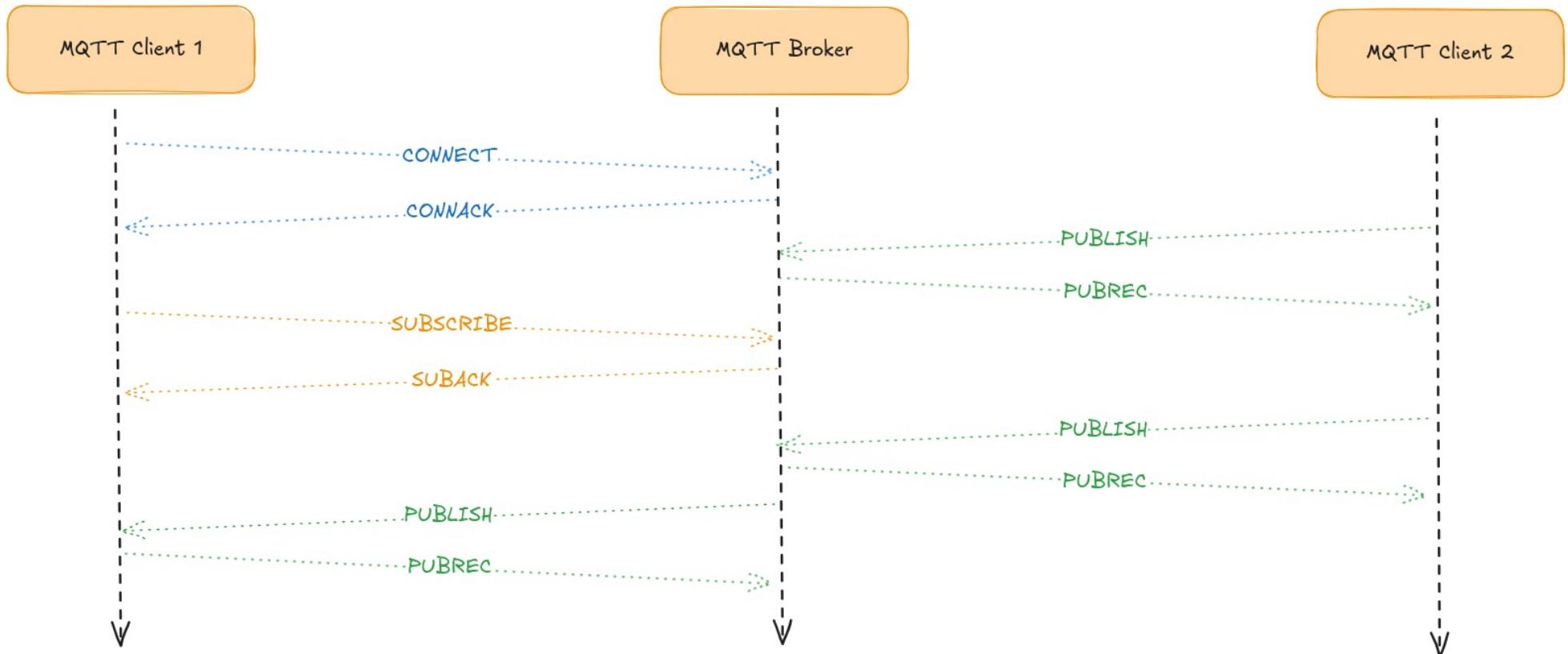
# MQTT

**Für welche Systeme ist MQTT besonders geeignet?**

**Wodurch können Probleme entstehen?**

**Welche Komponenten benötigt unser System?**

# MQTT – Data Flow



# Zusammenfassung



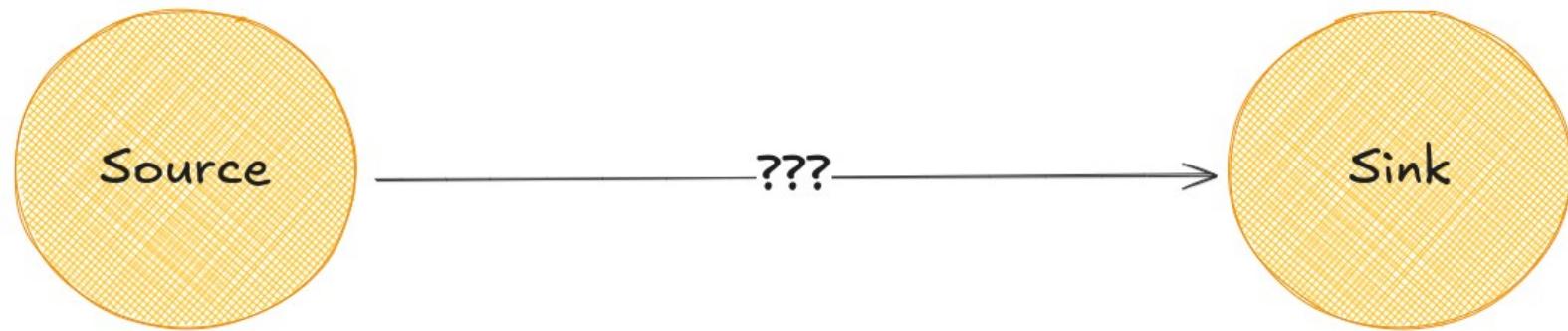
**Vergleiche MQTT und HTTP miteinander!**

Wann bietet sich welche Technologie an?

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

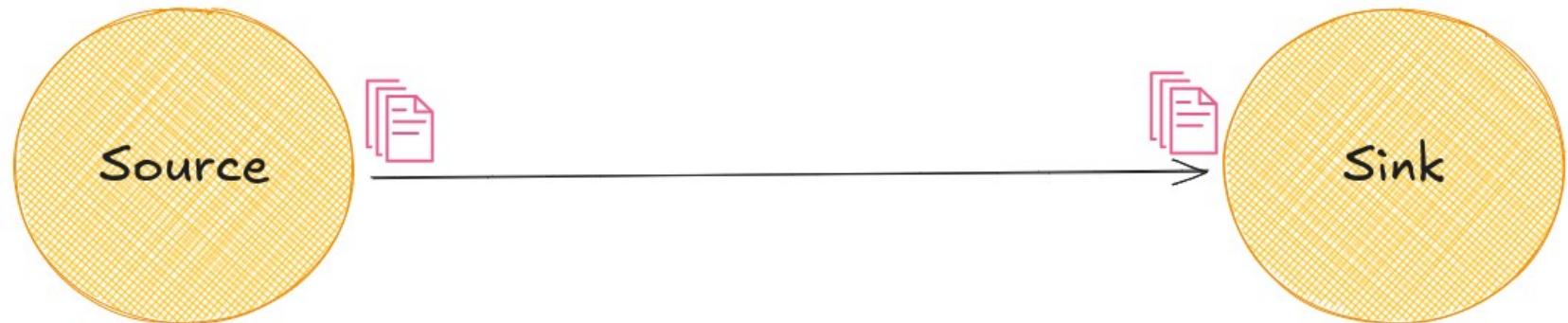
# Data Contracts

**Woher wissen die Subsysteme, wie sie miteinander reden?**



# Data Contracts

Jedes Gerät und jeder Service hat eine definierte Schnittstelle



# Data Contracts

Ein Data Contract ist eine formale Vereinbarung, die die Struktur, das Format, die Semantik, die Qualität und die Nutzungsbedingungen für den Datenaustausch zwischen einem Datenanbieter und seinen Konsumenten definiert.

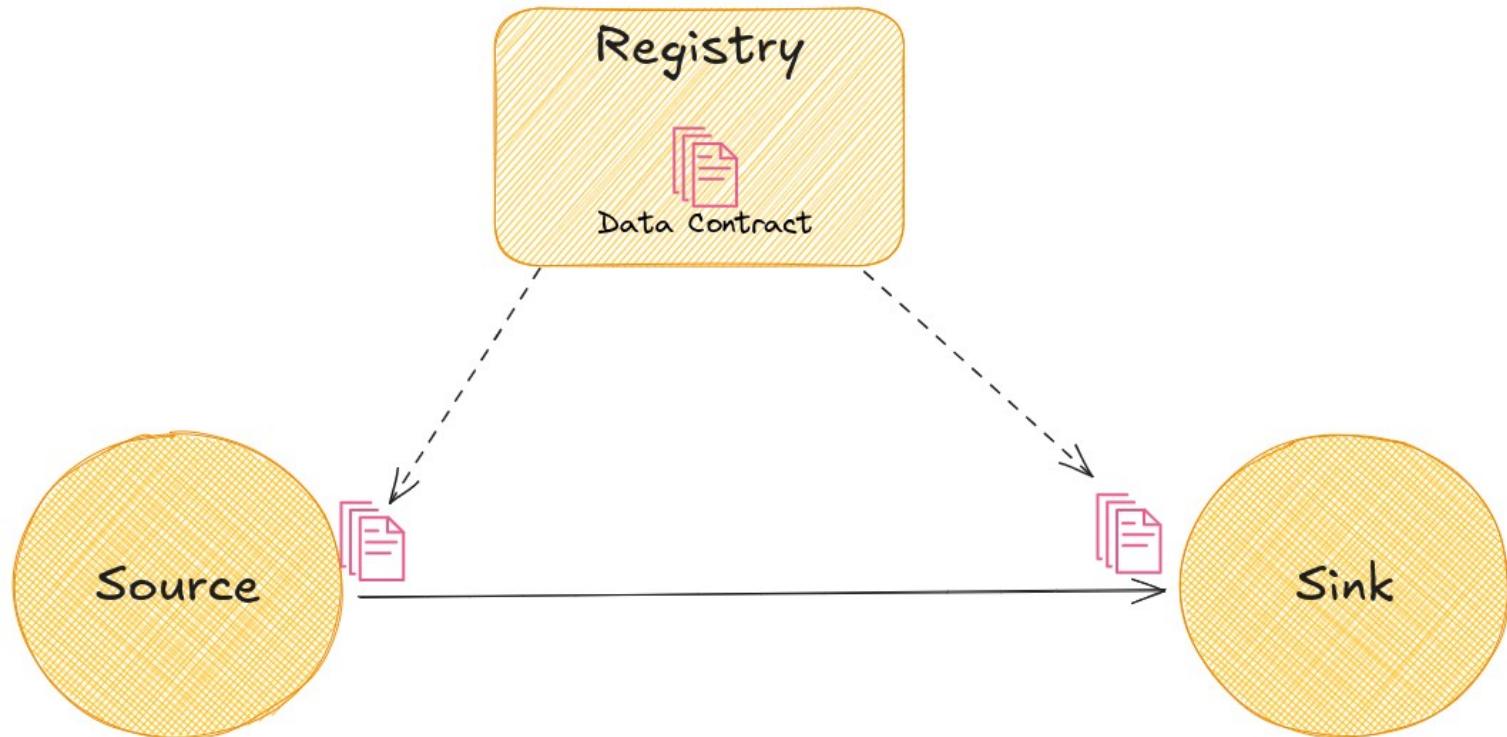


# Data Contracts

**Wem gehört der Data Contract?**



# Data Contracts



**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Sicherheit

- *In March 2023, a smart intercom made by Akuvox was revealed to contain zero-day vulnerabilities that enabled remote spying and listening.*
- *Buffer overflow flaws in the privacy-preserving TPM 2.0 protocol were discovered in March 2023, potentially putting billions of IoT devices at risk.*
- *They can use IoT devices with microphones to eavesdrop on conversations taking place near the device. This is why countries like Germany have banned the interactive doll ‘My Friend Cayla’ because attackers could use it to spy on people,*

# Sicherheit

*The US military is reexamining security policies after fitness tracker data shared on social media revealed bases and patrol routes.*

*(Wired, The Strava Heat Map and the End of Secrets)*

# Sicherheit

- Sicherheit wird in IoT Systemen leider oft klein geschrieben
- Daten aus IoT System sind entweder sehr persönliche Daten oder sehr sensibel Geschäftsdaten
- Datenleaks sind nicht akzeptabel
- Kompromittierte IoT System machen das gesamte Netzwerk angreifbar

# Datensicherheit

- Herausforderung: sehr viele Angriffsvektoren
  - Unzureichende Authentifizierung (z.B. Standardpasswörter)
  - Veraltete Systeme, Firmware, etc.
  - Physischer Zugriff vorhanden (Firmware auslesen, Power Glitching, ...)
  - ...
- Generelles Problem: Kein Bewusstsein!

# Datensicherheit – Best Practices

- Verschlüsselung nutzen
- Zertifikatbasierte Authentifizierung
- Sicherer Schlüsselaustausch
- Keine Default-Passwörter
- Regelmäßige Updates
- Eigene Subnetze für IoT Geräte

# Datensicherheit – Rechtliches

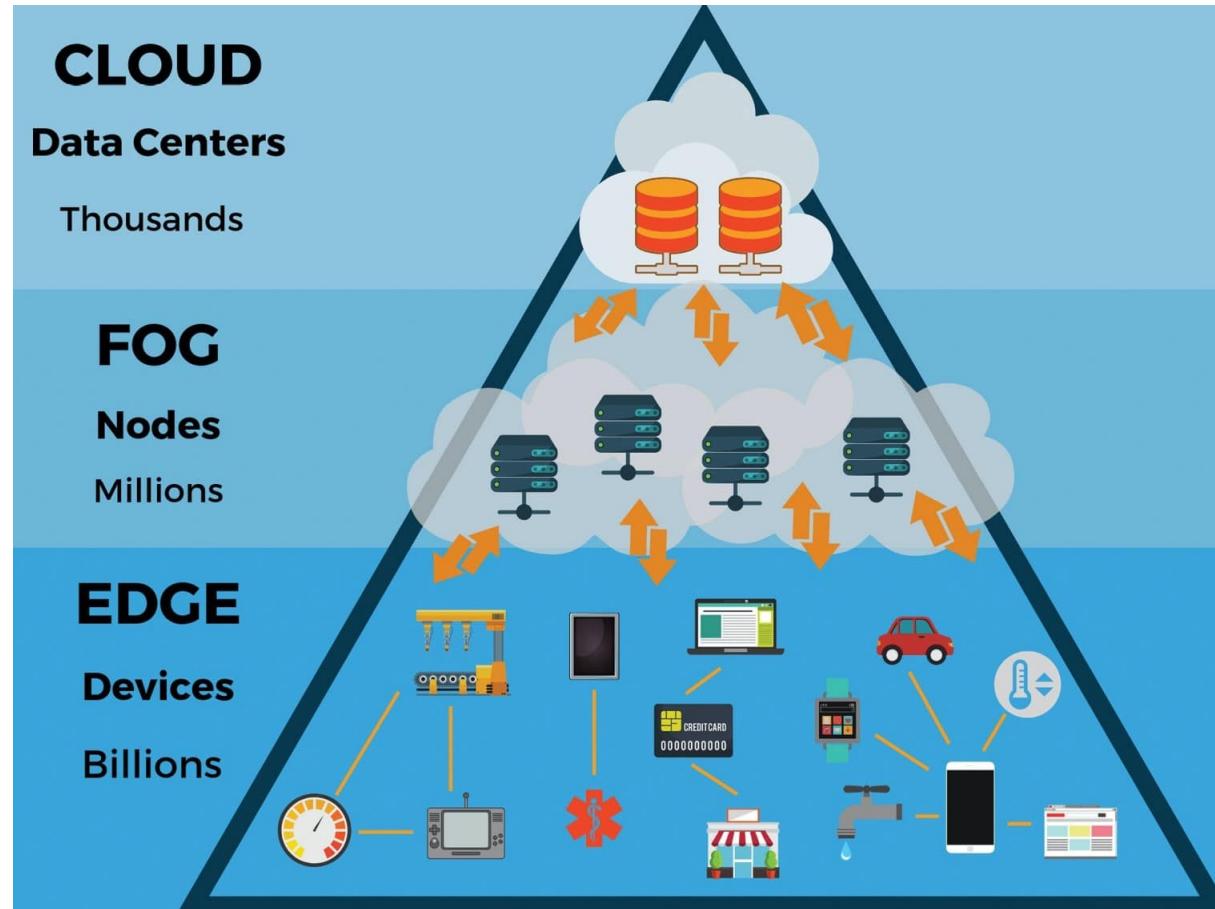
- DSGVO
  - Zweckbindung
  - Einwilligung
  - Recht auf Vergessenwerten
- California Consumer Privacy Act
- Allgemein: Nur notwendige Daten sammeln, sorgt für die wenigsten Probleme!

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Edge & Fog Computing

**Was könnte sich hinter den Begriffen verstecken?**

# Edge & Fog Computing



Quelle: <https://iot.electronicsforu.com/wp-content/uploads/2020/05/1-2.jpg>

# Edge & Fog Computing

- Grundprinzip: Verlagerung der Datenverarbeitung zur Quelle
- Verschiedene Definitionen und Abgrenzungen möglich
- Ziel: Sparsame Nutzung von Bandbreite im Netzwerk

# Edge & Fog Computing

**Probleme und Herausforderungen für  
Edge & Fog Computing?**

# Edge & Fog Computing

Praxis

**Anwendungsbeispiel:**

**Smart Traffic Management**

Welche Komponenten hat das System?  
Welche Aufgaben müssen übernommen werden?  
Welche Verarbeitungsschritte finden wo statt?

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Sensoren & Aktoren

**Welche Dinge kann man messen?**

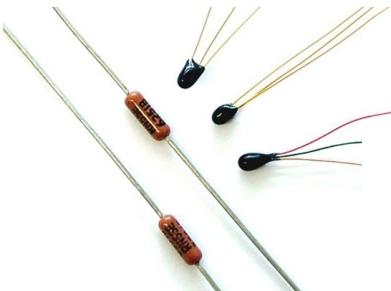
# Sensoren & Aktoren

**Welche Sensoren gibt es?**

# Sensoren & Aktoren



Welche Sensoren gibt es?



# Sensoren & Aktoren

- Sensoren:
  - Temperatur und Feuchtigkeit
  - Bewegung und Licht
  - Gase
  - Kamera
- Aktoren:
  - Relais
  - Motor
  - Ventile

# Sensoren & Aktoren

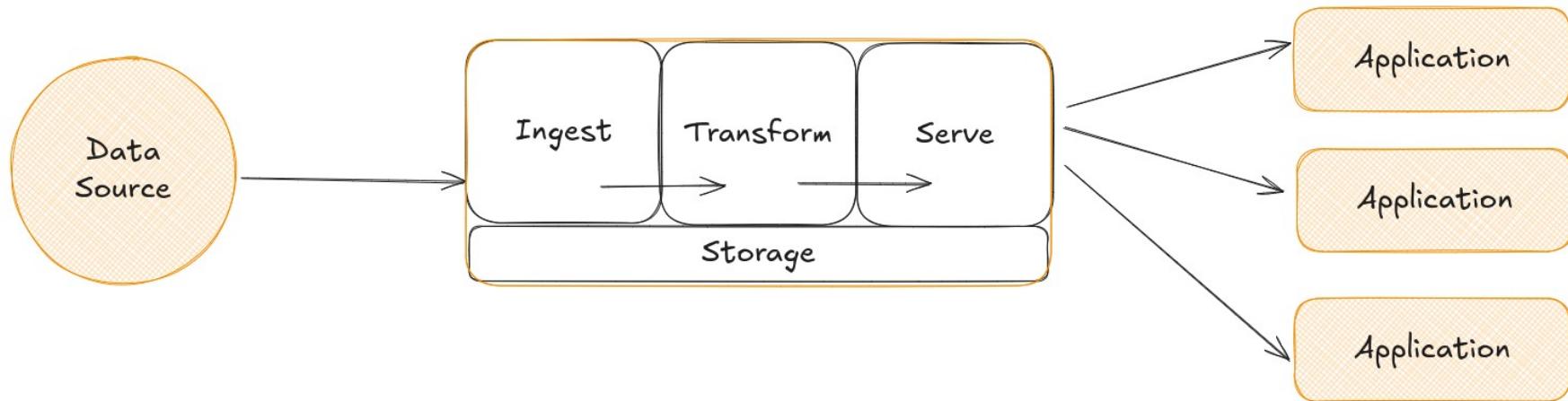
- Sensoren messen einen Zustand
- Daraus können benötigte Aktionen abgeleitet werden, die durch Aktoren umgesetzt werden
- Beispiel:
  - Bodenfeuchtigkeit zu gering
  - Ventil wird geöffnet und Pumpe aktiviert, um Boden zu wässern

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Datenmanagement

**Wie sieht der Lebenszyklus von Daten aus?**

# Datenmanagement



Für IoT gilt dieses Schema genauso, aber die individuellen Komponenten sind nicht zwingend am selben Ort oder werden an verschiedenen Stellen benötigt.

# Datenaggregation

- Ziel: Entgegennehmen aller Daten und Speicherung zur weiteren Verarbeitung
- Herausforderungen:
  - Heterogene Datensätze
  - Hohes Datenvolumen
  - Unterschiedliche Latenz

# Datenaggregation

**Welche Lösungsansätze könnte man wählen?**

# Datenaggregation

- Edge Computing
  - Vorverarbeitung der Daten bereits im/am Gerät
  - Erst dann Weiterleitung an die Cloud
- Fog Computing
  - (zusätzliche) Vorverarbeitung auf im lokalen Netz
  - z.B. Harmonisierung von Datenformaten

# Datenaggregation

**Wie speichern wir die Daten eigentlich?**

# Datenaggregation

- Relationale Datenbanken
  - Gut für strukturierte Daten, z.B. PostgreSQL, MySQL
- NoSQL Datenbanken
  - Unstrukturierte Daten, jede NoSQL DB ist anders
- Zeitreihendatenbanken
  - Optimiert für Zeitreihen, z.B. InfluxDB
- Blob Storage
  - Große Objekte, zum Beispiel Dateien

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Datenverarbeitung

**Welche Schritte gehören zur Datenverarbeitung?**

# Datenverarbeitung

## 1. Bereinigung

- Daten sind selten direkt nutzbar

## 2. Transformation

- Umwandlung in geeignetes Format

## 3. Analyse

- Feature Engineering
- Machine Learning
- Statistische Modellierung

# Datenverarbeitung

**Wieso müssen Daten vorverarbeitet werden?**

# Datenverarbeitung

- Problem:
  - Unvollständige oder fehlerhafte Daten
  - Schlechte Datenqualität
- Ziel:
  - Datenqualität verbessern

**Welche Probleme gibt es hier?**

# Datenverarbeitung

Jede Verarbeitung der Daten verändert diese und macht sie damit möglicherweise unbrauchbar für zukünftige Anwendungen.

# Datenverarbeitung

- Ersetzen fehlender Werte
- Erkennung von Ausreißern
- Glättungsfilter
- Normalisierung
- Feature Engineering

**So wenig wie möglich, so viel wie nötig.**

# Datenverarbeitung

**Keep it simple!**

**Einfache Methoden führen zu besserer  
Nachvollziehbarkeit und Fehlersuche.**

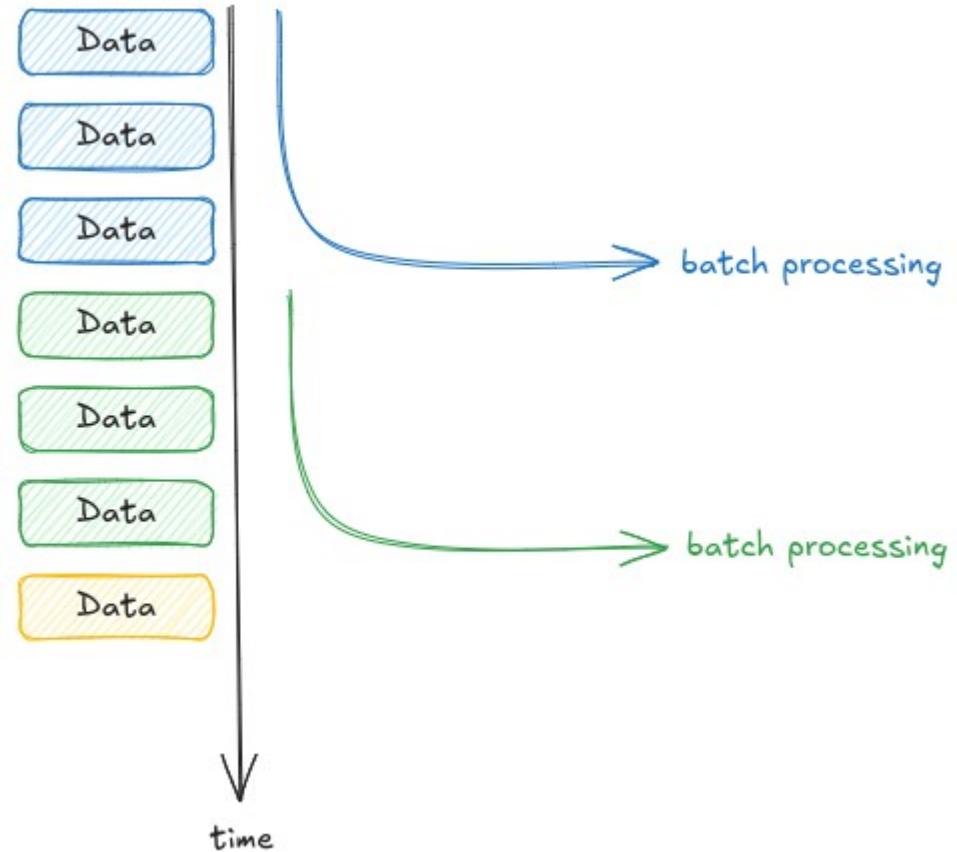
# Batch- und Echtzeitanalyse

- Batch:
  - Durchführung der Analyse in festen Zeitabständen
  - Zwischenspeicher notwendig
- Echtzeit:
  - Prozessierung, sobald Daten im System ankommen
  - Zwischenspeicher trotzdem notwendig?

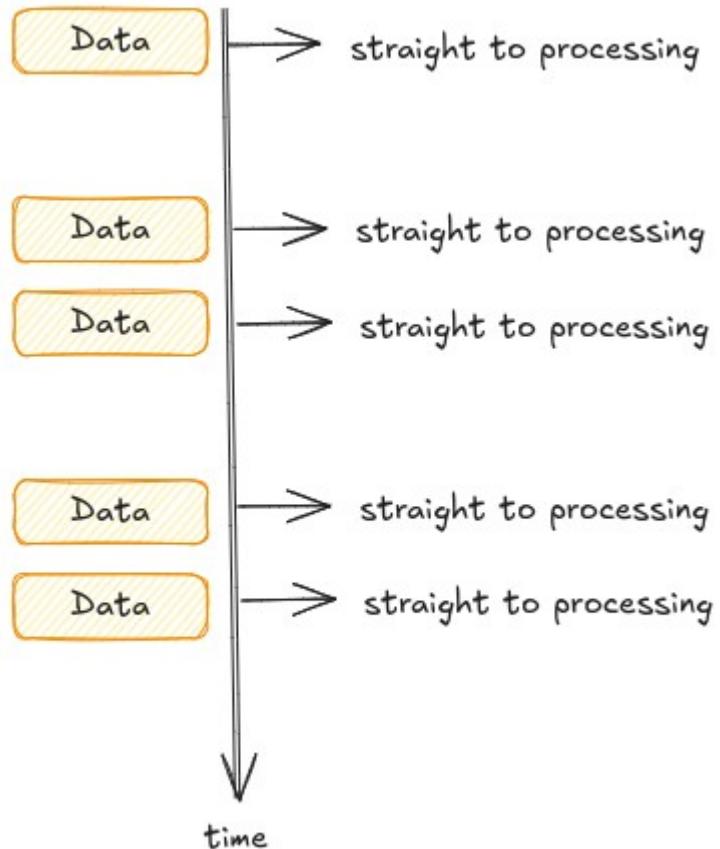
# Batch- und Echtzeitanalyse

**Was ist eigentlich Echtzeit?**

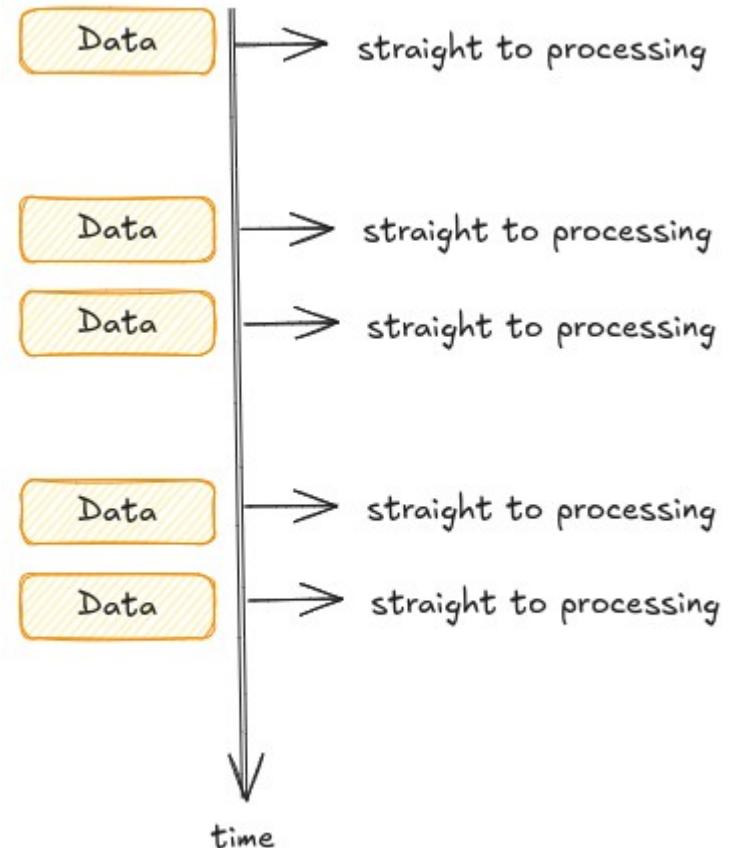
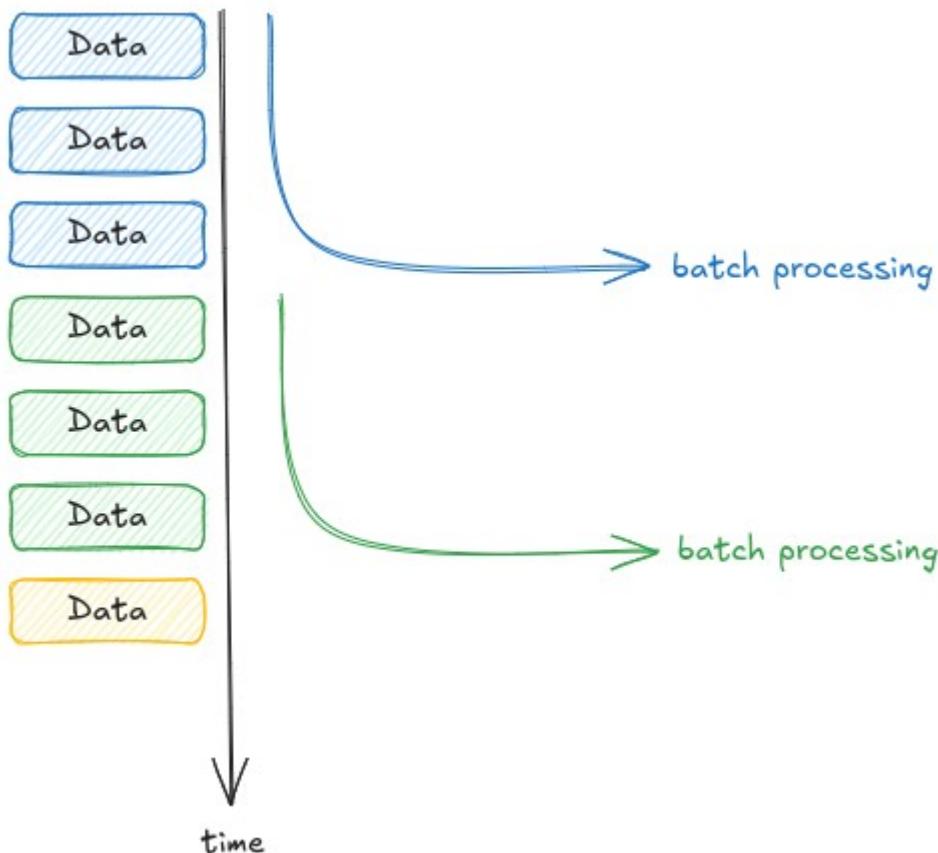
# Batch- und Echtzeitanalyse



# Batch- und Echtzeitanalyse



# Batch- und Echtzeitanalyse



# Batch- und Echtzeitanalyse

- Echtzeitanalyse ist Grenzfall der Batchanalyse
- Echtzeit ist sehr teuer und oft nicht notwendig
- In beiden Modi muss das System gut ausgelegt sein damit alle Daten verarbeitet werden können

# Predictive Maintenance

**Welche Aspekte spielen für Predictive Maintenance eine Rolle?**

# Predictive Maintenance

Prozesswissen

Datenschutz

Sensorauswahl

**Welche Aspekte spielen für Predictive Maintenance eine Rolle?**

Time Series  
Modelling

Mustererkennung

Messgrößen

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Fallbeispiel

Praxis



# Fallbeispiel



Praxis

- IoT-enabled Backofen
- Ausgangssituation:
  - Tracking von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Gewicht
  - Standort: Großküche im Kellergeschoß
- Ziel: Kontrolle des Backvorgangs inkl. Alerts für zu definierende Events

# Fallbeispiel



Praxis

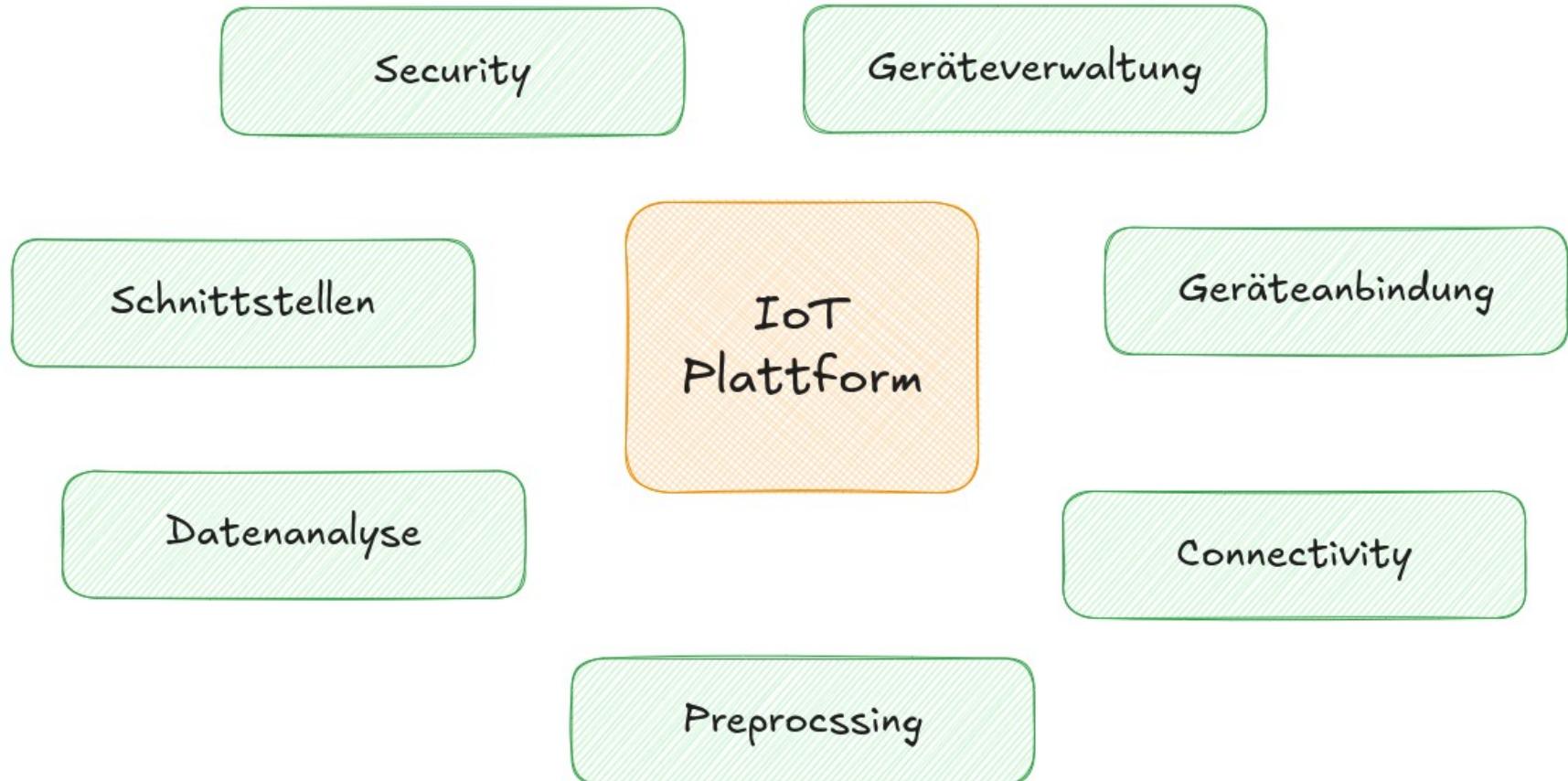
- Aufgabe:
  - Erarbeitung eines IoT-Systemkonzepts (Sensoren, Aktoren, Connectivity, Datenverarbeitung, ...)
  - Begründung für die Entscheidungen
- Zeit: 15-20 Minuten, danach Diskussion

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# IoT Plattformen

**Was sollten IoT Plattformen können?**

# IoT Plattformen



# IoT Plattformen

- IoT Plattformen bieten eine komplette Umgebung für die Entwicklung von IoT Anwendungen
  - Integration im Gerät
  - Connectivity
  - IoT Hub als zentraler Punkt
  - Datenverarbeitung
  - APIs zur Entwicklung von Anwendungen

# IoT Plattformen

- Ohne IoT Plattform, kein IoT
  - Brücke zwischen echter und digitaler Welt
- Bietet alle notwendigen Funktionen, die unabhängig von der konkreten Anwendung sind

In der Cloud, selbst gehostete Open-Source Lösung oder selbst entwickelt?

# IoT Plattformen

- Typische Anforderungen:
  - Skalierbarkeit bzgl. Datenmenge und Gerätemenge
  - Genügend Rechenleistung
  - Interoperabilität mit anderen Anwendungen
  - Preis

# IoT Plattformen

## Open-source vs. Proprietär?

# IoT Plattformen

## Open Source

- Auf eigene Wünsche anpassbar
- Entwickler Community
- Entwicklungsaufwand höher

Beispiele: Eclipse IoT,  
ThingsBoard

## Proprietär

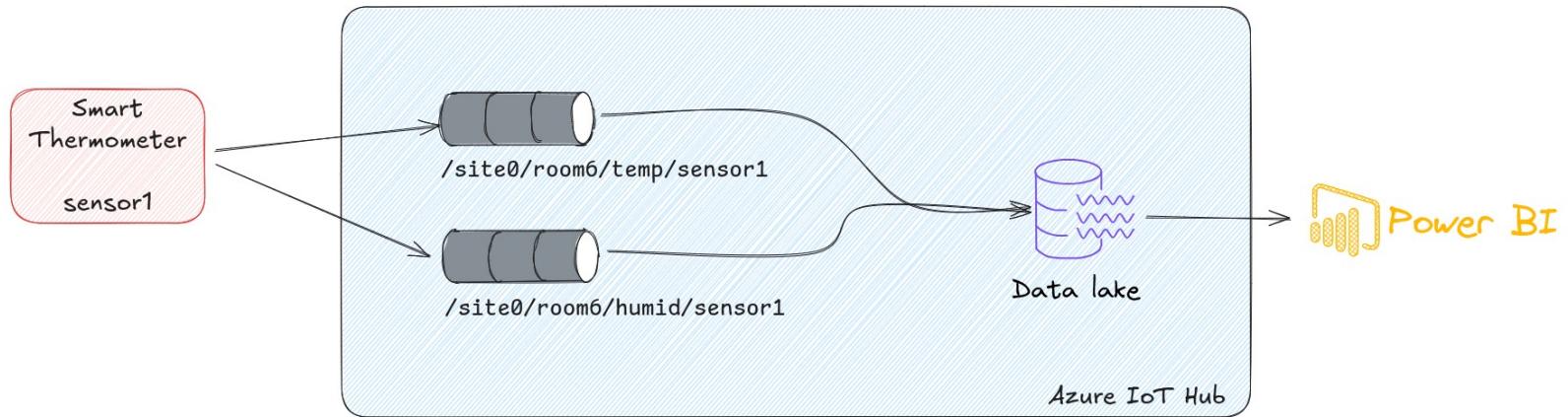
- Umfangreicher Support
- Nicht anpassbar
- Lock-in Effekt nicht zu vernachlässigen

Beispiele: AWS IoT, Azure IoT, Google Cloud IoT

# IoT Plattformen

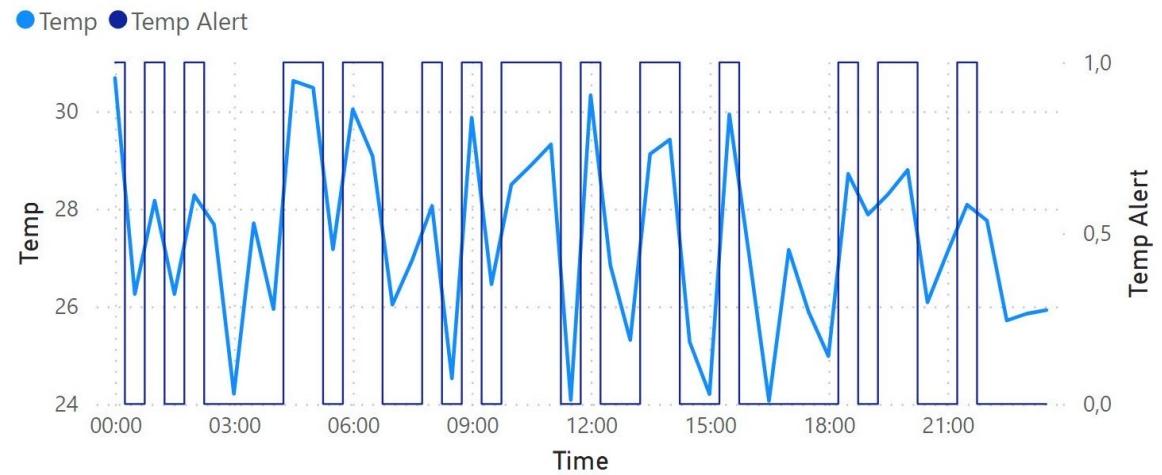
**Welche Variante ist die beste?**

# IoT Plattformen

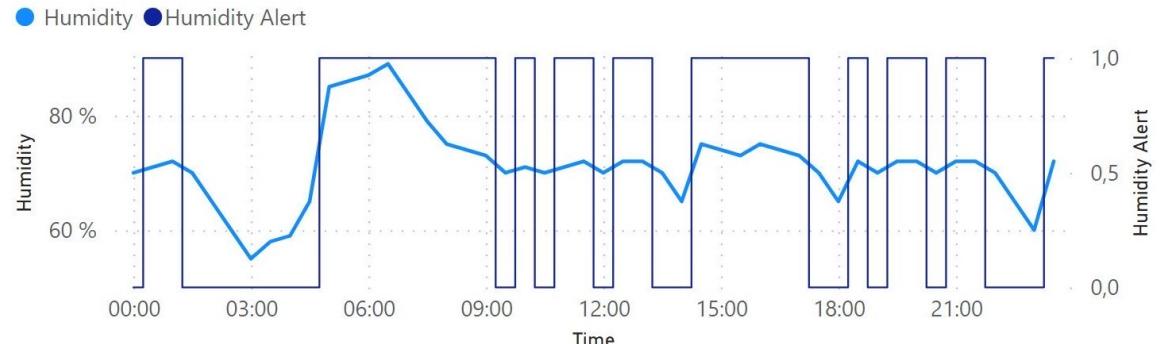


# IoT Plattformen

Temp and Temp Alert by Time



Humidity and Humidity Alert by Time



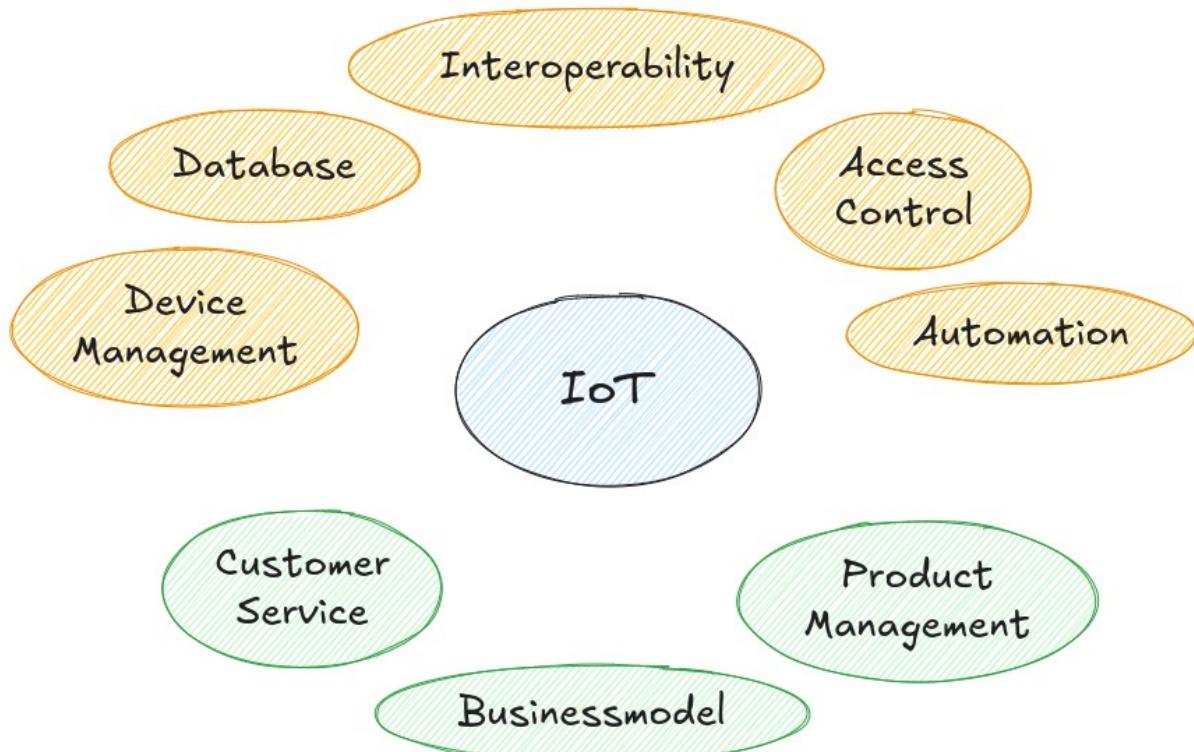
**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# IoT Integration

**Was versteht man unter IoT Integration?**

# IoT Integration

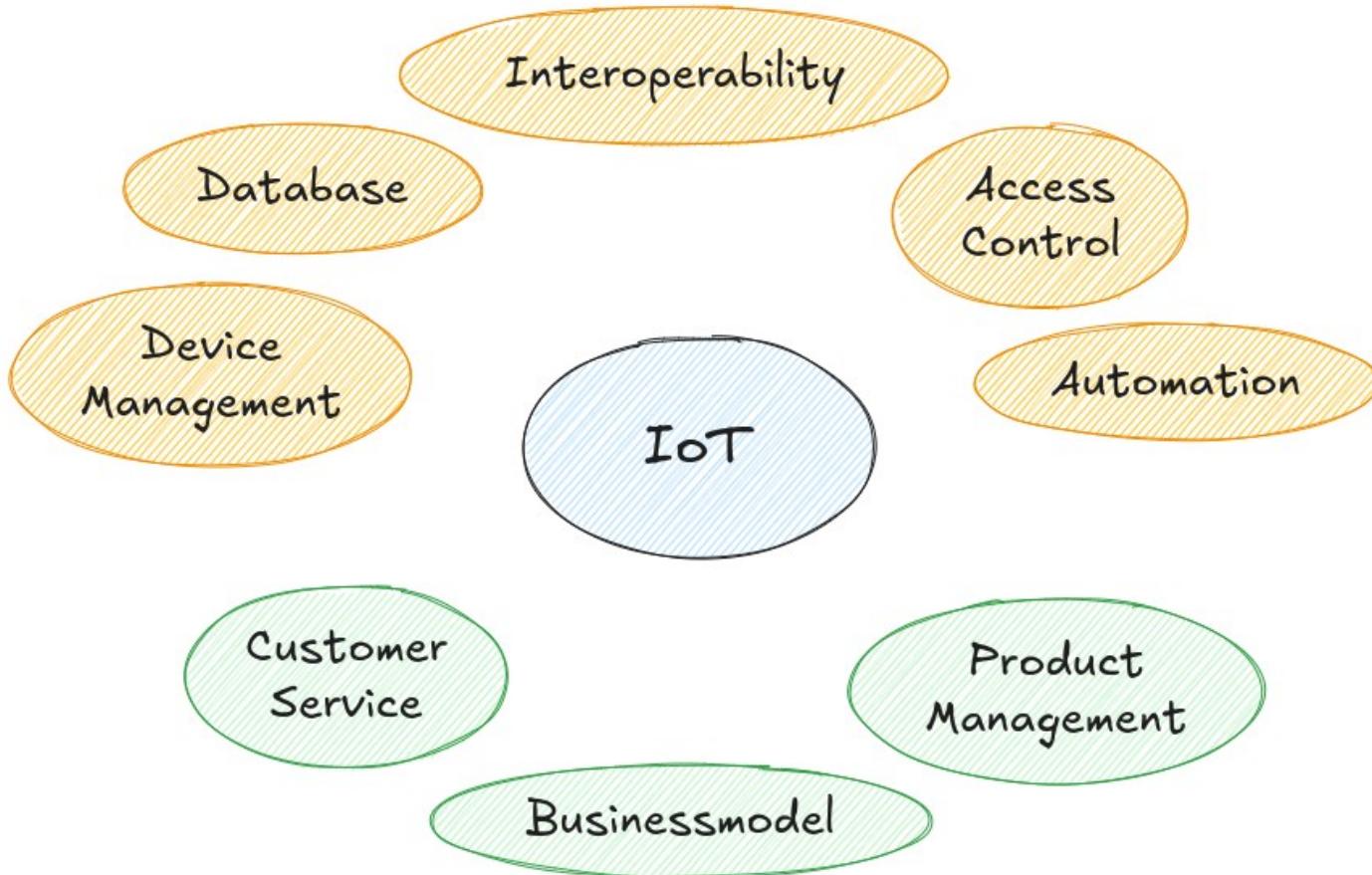
Anbindung und Einbindung internetfähiger Geräte in die bestehende Systemlandschaft:



# IoT Integration

## Chancen und Herausforderungen?

# IoT Integration



# IoT Integration

- Sinnvolle Integration von IoT in bestehende Geschäftsmodelle hat technische und organisatorische Aspekte
- Gesamtstrategie erforderlich
- Technische Herausforderungen benötigen Investment
- Organisatorische Herausforderungen benötigen Zeit und Dialog → Interne Teams sind hier (auch) Kunde

# IoT Integration - Fallstudie



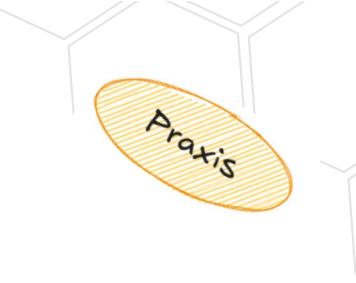
- Fallstudie:
  - <https://www.hivemq.com/case-studies/air-france-klm/>
- Erkläre, wie IoT eingesetzt und im Unternehmen integriert wurde.
- Welchen Einfluss hat das auf das Geschäftsmodell?

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**



# Praxisworkshop

- Situation: Temperatursensoren, die Werte per MQTT schicken
- Schritte:
  - 1) Python-Umgebung aufsetzen (VM, PyCharm)
  - 2) MQTT Client implementieren
  - 3) Analyse der Daten bzgl. Format
  - 4) Wenn Wert mehr als 3 mal hintereinander größer als 70 ist, soll eine Warnung ausgegeben werden.



# Praxisworkshop

- **Hilfreiche Informationen:**
  - <https://www.hivemq.com/blog/mqtt-client-library-paho-python/>
  - [https://github.com/hivemq-cloud/paho-mqtt-client-example/blob/master/simple\\_example.py](https://github.com/hivemq-cloud/paho-mqtt-client-example/blob/master/simple_example.py)
  - <https://eclipse.dev/paho/files/paho.mqtt.python/html/index.html>
- **Broker:** b139df841a9a43b5aaac087e2bc74ad5.s1.eu.hivemq.cloud
- **Port:** 8883
- **User:** monitoring
- **Passwort im Chat**

**Fragen?**  
**Unklarheiten?**  
**Anmerkungen?**

# Aktuelle Trends

- Künstliche Intelligenz und IoT
- Nachhaltigkeit
- Bessere Konnektivität
- Standardisierung
- Sicherheit
- Digital Twins
- Gesundheitswesen



# KI in IoT

- AIoT: Kombination von KI und IoT für intelligenter Systeme
- Einsatz in Industrie für Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung
- Predictive Maintenance: KI analysiert Sensordaten zur Vorhersage von Wartungsbedarf
- Edge AI: Datenverarbeitung und KI-Entscheidungen direkt an IoT-Geräten
- Herausforderungen: Rechenleistung, Energieverbrauch, Regulierungen

# Nachhaltigkeit

- IoT als Schlüsseltechnologie für Nachhaltigkeitsziele
- Energieeffizienz: Smart Metering, intelligente HVAC-Systeme
- Ressourcenoptimierung: Predictive Maintenance, bedarfsgerechte Wartung
- Smart Waste Management: Optimierung von Müllabfuhr Routen
- Green IoT: Entwicklung energieeffizienter IoT-Geräte und Infrastrukturen
- Herausforderung: Balancierung von Leistung und Energieverbrauch

# Konnektivität

- 5G Advanced: Höhere Kapazität, Geschwindigkeit und Netzabdeckung
- Verbesserte Positionierungsgenauigkeit
- 5G RedCap als Technologie zwischen LTE und 5G
- 5G Standalone: Vollständige 5G-Infrastruktur für Campus-Netze
- Kontinuierlicher Ausbau von LTE-M und NB-IoT
- Satellitengestützte IoT-Konnektivität für abgelegene Gebiete

# Standardisierung

- SGP.32: Neue GSMA-Spezifikation für Remote-SIM-Bereitstellung
- Vereinfachtes Management von IoT-Geräteflossen
- IP-basiertes Protokoll statt SMS-basierter Kommunikation
- Over-the-Air (OTA) Aktualisierung von SIM-Profilen
- Ziel: Kostenreduktion und verbesserte Skalierbarkeit
- Interoperabilität zwischen verschiedenen IoT-Systemen und Geräten

# Sicherheit

- Zunehmende Bedeutung von IoT-Sicherheit durch steigende Gerätezahl
- KI-basierte Anomalieerkennung in IoT-Netzwerken
- Implementierung von Zero-Trust-Architekturen
- Fokus auf Datenschutz und Schutz vor Cyberangriffen
- Regelmäßige Sicherheitsupdates für IoT-Geräte

# Digital Twins

- Virtuelle Repräsentation physischer Objekte oder Systeme
- Echtzeit-Datenanalyse und Simulation für optimierte Entscheidungsfindung
- Anwendungen in Industrie, Smart Cities und Produktentwicklung
- Integration mit KI für prädiktive Analysen
- Herausforderungen: Datenintegration und Modellgenauigkeit

# Gesundheitswesen

- Telemedizin: Fernüberwachung von Patienten durch IoT-Geräte
- Wearables zur kontinuierlichen Erfassung von Gesundheitsdaten
- KI-gestützte Diagnose und Behandlungsempfehlungen
- Smart Hospitals: Optimierung von Ressourcen und Patientenversorgung
- Herausforderungen: Datenschutz, Interoperabilität, Zuverlässigkeit