



IOT OPERATIONS

ZUKUNFTSSICHERE IOT-PLATTFORM FÜR MODERNE
ANWENDUNGEN

Florian Bader

MIT WEM HABT IHR ES ZU TUN?



Florian Bader

Solution Architect | CTO

Florian.Bader@lunaris.digital

<https://lunaris.digital>

<https://github.com/florianbader>

KEY TAKE AWAYS



Was ist
IoT Operations?



Unterschiede IoT Operations, IoT
Hub und IoT Edge?



Wie kommen Daten mit IoT
Operations von Sensoren in die
Cloud?

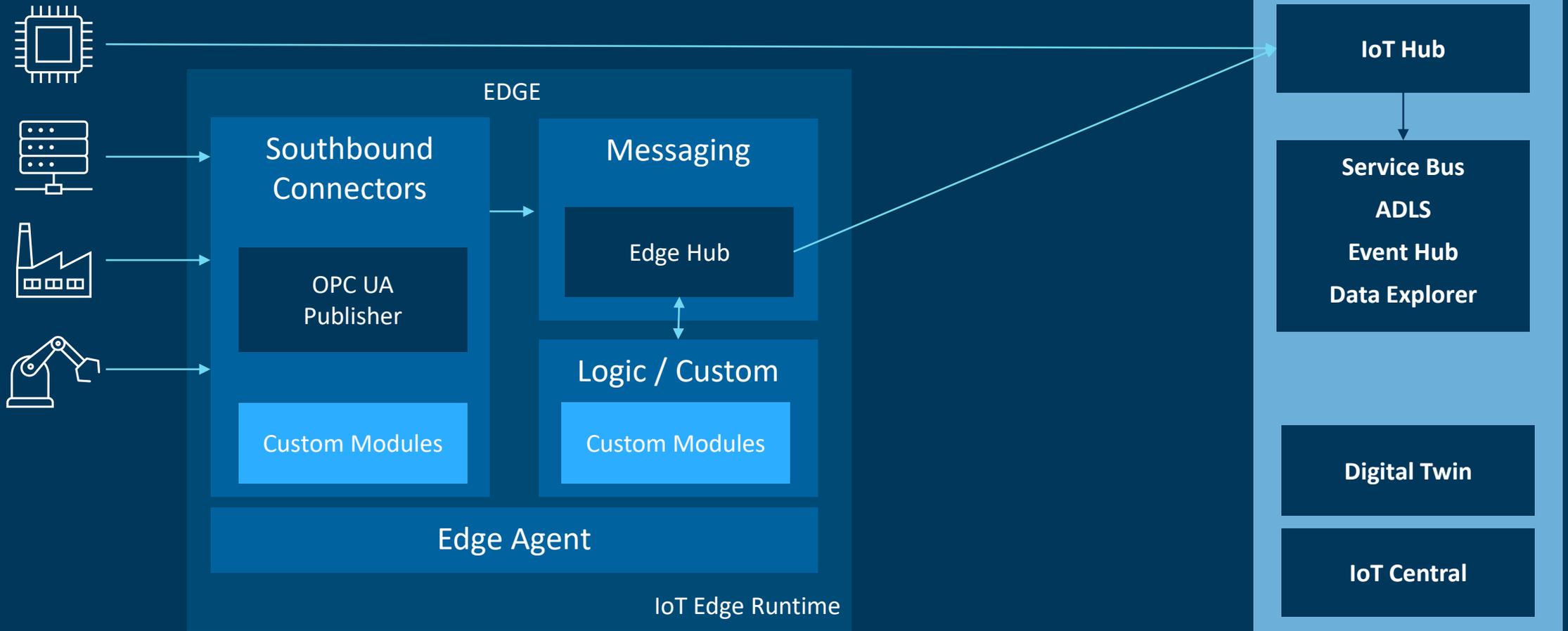


Wie migriere ich von IoT Edge
nach IoT Operations?

AZURE IOT

Stand heute

IoT Hub und IoT Edge sind Feature Complete.
Das bedeutet diese sind robust, praxiserprobt und für ihre
Anwendungsfälle die beste Wahl.



AZURE IOT

Beispiele aus der Praxis



SMARTES THERMOSTAT FÜR DEN PRIVATHAUSHALT

Use Case

Einfaches IoT-Gerät sendet regelmäßig Temperaturwerte an die Cloud.

Herausforderungen

- Fokus auf zuverlässige, günstige Datenübertragung
- Kaum Rechenleistung am Gerät
- Keine Edge-Komponente nötig

Azure IoT SDK und IoT Hub



INDUSTRIE MASCHINE FÜR DIE PRODUKTION

Use Case

Maschine mit Edge Device. Applikation kann nachgeliefert und Telemetrie gesammelt werden.

Herausforderungen

- Verteilung und Versionierung von Software-Modulen
- Fernzugriff und Updates
- Voraggregation der Daten und Alerting

Azure IoT Hub und IoT Edge



WERKSBETREIBER MIT VERNETZTER PRODUKTION

Use Case

Zentrale Übersicht über Maschinen, Anlagen und KPIs mit Integration von ERP und MES.

Herausforderungen

- Skalierung auf hunderte Maschinen unterschiedlicher Hersteller
- Redundanz und Ausfallsicherheit
- Komplexe Datenflüsse zwischen OT und IT

Heavy Edge (Smart Factory)

AZURE IOT

Heavy Edge (Smart Factory)



WERKSBETREIBER MIT VERNETZTER PRODUKTION

Use Case

Zentrale Übersicht über Maschinen, Anlagen und KPIs mit Integration von ERP und MES.

Herausforderungen

- Skalierung auf hunderte Maschinen unterschiedlicher Hersteller
- Redundanz und Ausfallsicherheit
- Komplexe Datenflüsse zwischen OT und IT

IoT Operations

HERAUSFORDERUNGEN MIT AZURE IOT HUB UND AZURE IOT EDGE

Skalierung

- Kein skalierbarer, zentraler Message Broker auf Edge-Ebene
- Edge Hub limitiert bei hohen Nachrichtenraten
- Keine horizontale Skalierung über mehrere Geräte

Single Point of Failure

- Ein zentrales Edge-Gerät kann zum Engpass für die gesamte Anlage werden
- Kein integriertes Failover, kein Hochverfügbarkeitskonzept
- Keine Redundanz auf Modulebene ohne manuelle Umwege

Module

- Kein Secret Management
- Kein State Management
- Modul-Updates über IoT Hub Deployments ohne Failover oder Zero-Downtime

Cloud-Anbindung & Berechtigungen

- Enge Kopplung an IoT Hub, notwendig für Kommunikation und Management
- Keine direkte Anbindung an andere Azure Dienste

WAS IST IOT OPERATIONS?

Worauf kommt es an?

Assets, Daten, Kommunikation



Sensoren



Bildquellen

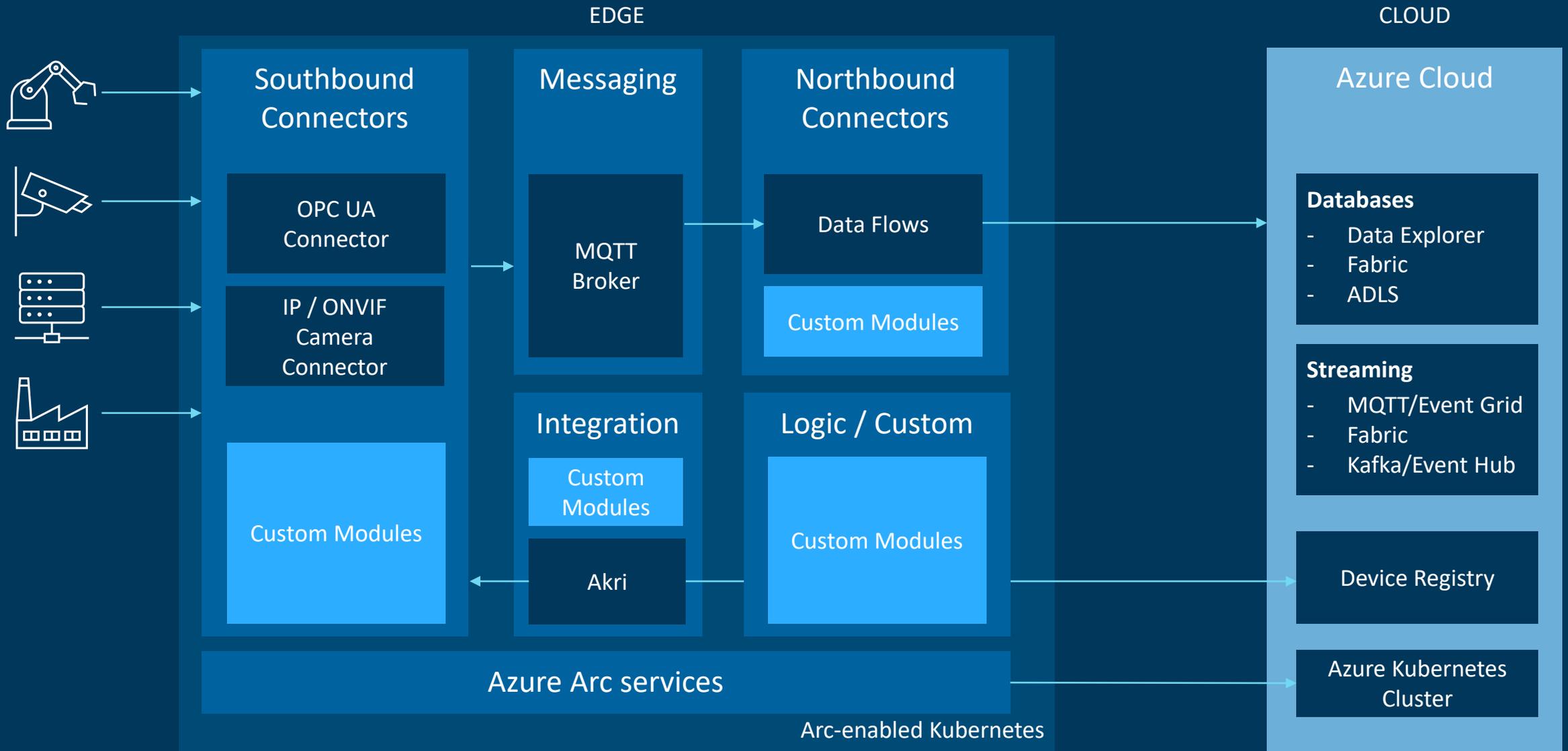


Lokale Daten
und Systeme

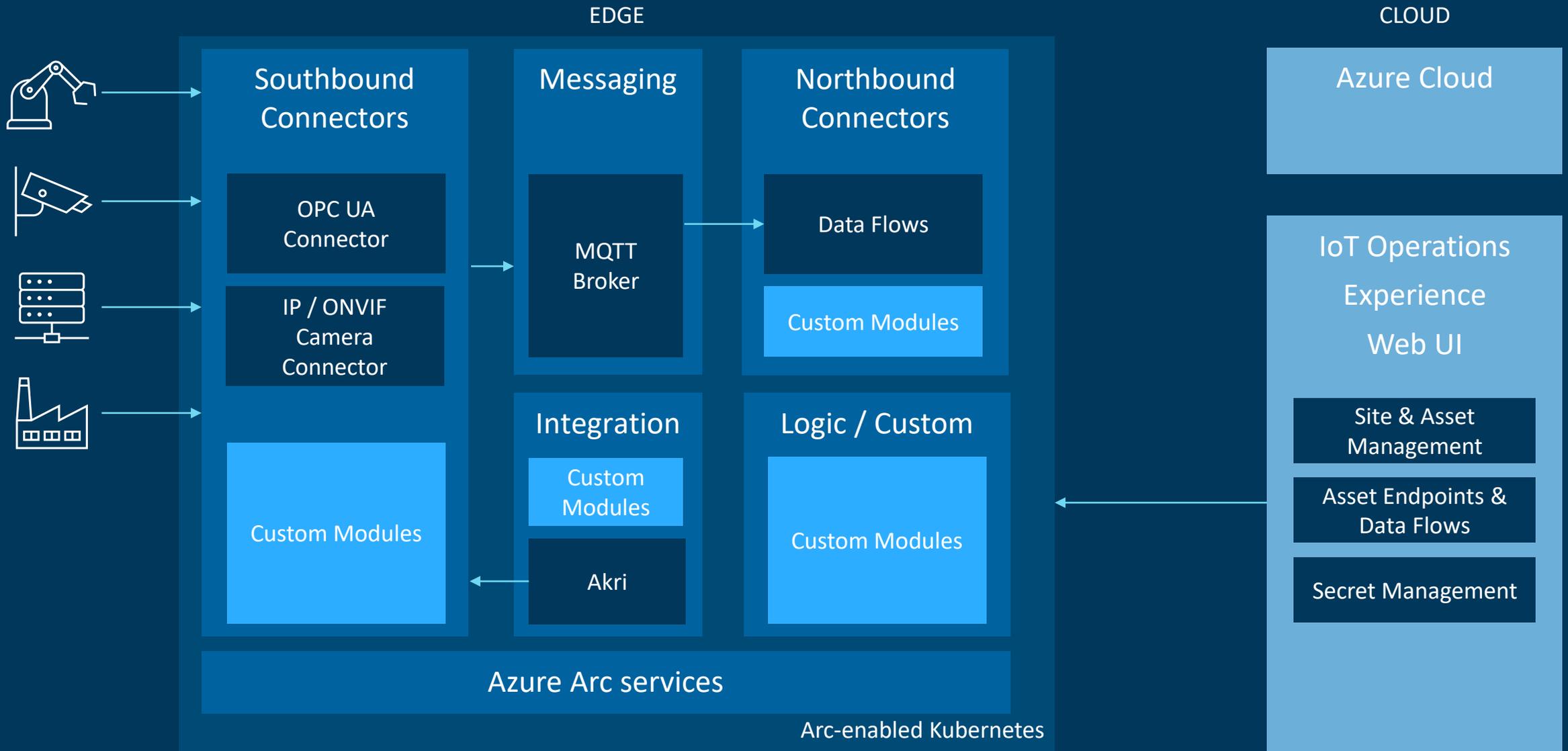


Maschinen

WAS IST IOT OPERATIONS?



WAS IST IOT OPERATIONS?



DEMO

IoT Operations



IOT OPERATIONS

Komponenten im Überblick

OPC UA Connector

- Auth über Zertifikate oder User/Pass
- Unterstützung von Metadaten und Schema
- Telemetrieformat basierend auf OPC UA PubSub

MQTT Broker

- Support für MQTT 3.1.1 und MQTT 5 mit QoS 0 und 1
- Skalierbar und ausfallsicher in Multi-Node Cluster
- Authentication und Authorization von Clients

Akri

- Asset Discovery für ONVIF (Cameras), OPC UA
- Erweiterbar durch eigene Discovery Handler
- Mapping von Assets in Azure Device Registry

Data Flows

- Skalierbar mit out-of-the-box Filter, Map, Aggregation
- Konfigurierbar über IoT Operations Web UI
- Unterstützt Endpoints in Azure und darüber hinaus

Arc Services

- Microsoft Defender for Cloud / Kubernetes
- Azure Monitor
- Machine Learning for Kubernetes
- GitOps-based Configuration Management

IOT OPERATIONS

Custom Modules

Eigene Module sind Container im Kubernetes Cluster

Konfiguration und Deployment über Kubernetes Configuration oder GitOps (Flux v2)

IoT Operations SDK (.NET, Go, Rust)

- Telemetry / Command Client (MQTT)
- State Store (MQTTv5)
- Leader Election
- Akri Client
- Schema Registry Client

DAPR Integration (Pub/Sub, State Management)

Kubernetes Secret Management

```
await using StateStoreClient stateStoreClient =
new(applicationContext, sessionClient);
{
    // Fetch the past sensor data from the state store
    StateStoreGetResponse response = await
stateStoreClient.GetAsync(Constants.StateStoreSensorKey);
    if (response.Value == null)
    {
        await Console.Out.WriteLineAsync("Sensor data not
found in state store");
        continue;
    }

    // Deserialize the sensor data
    inputData = JsonSerializer.Deserialize<List<SensorData>>
(response.Value.GetString()) ?? [];
}

// Remove older data
inputData.RemoveAll(d => timeNow - d.Timestamp >
(TimeSpan.FromSeconds(Constants.WindowSize));
if (inputData.Count == 0)
{
    continue;
}

// Calculate window aggregation
WindowData outputData = new()
{
    Timestamp = timeNow,
    WindowSize = Constants.WindowSize,
    Temperature = AggregateSensor(inputData, s =>
s.Temperature),
    Pressure = AggregateSensor(inputData, s => s.Pressure),
    Vibration = AggregateSensor(inputData, s => s.Vibration)
};

await sender.SendTelemetryAsync(outputData, null,
MqttQualityOfServiceLevel.AtMostOnce, cancellationTokens:
cancellationTokens);
```

DEMO

IoT Operations: Custom Modules





IOT OPERATIONS

Herausforderungen

Viele Komponenten noch im Aufbau

Kernfeatures wie Node Discovery, OneLake Connector oder Teile der Data Flows sind noch im Preview-Status und nicht für produktive Szenarien freigegeben. Auch sind Features unterschiedlich verfügbar in Experience Web UI, CLI und Kubernetes.

Dokumentation noch lückenhaft

Die Plattform entwickelt sich schnell, aber viele Beispiele, Anleitungen und Troubleshooting-Tipps sind noch nicht vollständig oder veraltet. Lernressourcen verbessern sich, sind aber aktuell noch unvollständig.

Kubernetes bringt Einstiegshürde

Für viele IoT-Teams bedeutet Kubernetes eine steile Lernkurve. Themen wie Deployment Manifeste, Namespaces, Secrets und Replication müssen beherrscht werden.

Hohe Hardwareanforderungen am Edge

Ein Edge-Cluster muss mindestens 4 vCPUs und 16 GB RAM bereitstellen. Für viele Embedded-Devices oder Edge Gateways zu viel. Leichtgewichte oder kleinere Gateways scheiden damit aktuell aus.

Pricing noch nicht ganz transparent

Die Preisgestaltung basiert auf Azure Arc und CPU-Kernen pro Cluster. Zusätzlich gibt es Einschränkungen je nach Lizenz (z. B. Anzahl OPC UA Server, Data Flows).

IOT MIGRATION

Wann lohnt es sich, zu migrieren?



Skalierung /
Ausfallsicherheit



Standardisierung
und Cloud Native



Neue Funktionalitäten
(Device Registry, Schema
Registry, Akri, DAPR)

IOT MIGRATION

Migrationsstrategien und -pfade

Es gibt keinen direkten 1:1 Pfad von IoT Edge nach IoT Operations

Paralleler Betrieb (Strangler Fig Pattern)

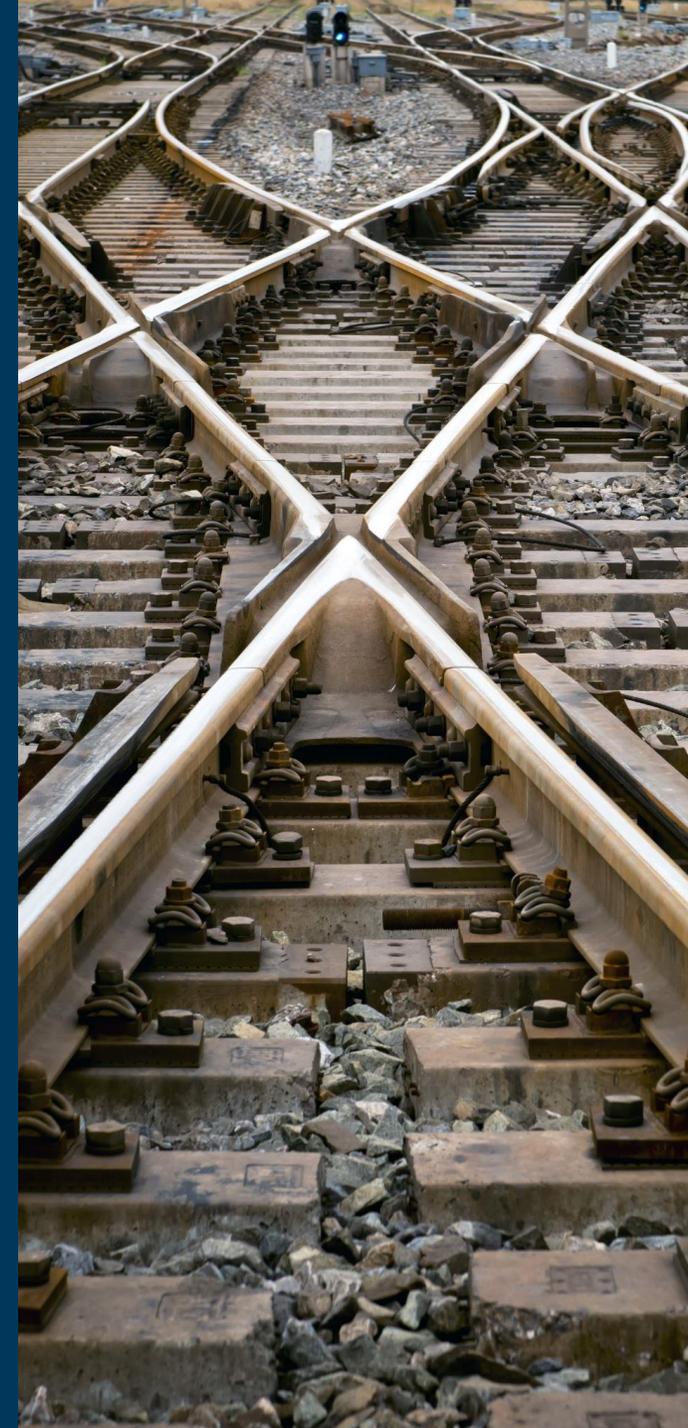
- Neue Devices mit IoT Operations, alte Devices auf IoT Edge
- Vorbereitung von OPC UA Connector und Data Flows
- Routing von Edge Hub nach IoT Operations MQTT Broker (Custom Module)

Custom Module Migration

- Abstraktion des Module Client und Anbindung an MQTT
- Vorbereitung auf Multi-Instanzen bei Bedarf
- Migration nach IoT Operations SDK

ML-Modelle über Azure Arc enabled Machine Learning

Datenmigration beachten (Influx, SQL Edge, ...)



RECAP



IoT Operations für Heavy Edge
und bei Bedarf nach Skalierung
und Ausfallsicherheit



IoT Hub und IoT Edge bleiben
relevant für Light Edge



IoT Operations ist noch am
Anfang. Im Zweifel erstmal FüÙe
stillhalten.



Sanfte Migration statt Big Bang ist
möglich



CONTACT US



Florian Bader

Solution Architect | CTO

Florian.Bader@lunaris.digital

<https://lunaris.digital>

<https://github.com/florianbader>