

# Hochschule Karlsruhe – Data Engineering WS 2021/2022 DSCB330 – Vorlesung 4 – OPC UA



## Data Integration

- Data Formats (csv, XML, json)
- Extract, Transform, Load
- Object Relation Mapper (ORM)
- Staging

## Data Processing

- Relationale Datenbanken
- nicht-relationale Datenbanken
- Resource Description Framework (RDF)
- Ontologien
- Data Warehouse

## Data Modelling

- **Serialisierung**
- **OPC UA**
- MQTT
- Pub/Sub
- Data pipelines
  - Apache Airflow
  - gRPC

## Web-Service Architektur

- Front-End
- Backend for Frontend (BFF)
- Micro Services
- Docker Container

## Security

- Security ist wichtig in allen Phasen der Softwareentwicklung und Datenbereitstellung.

## Übung

- Erstellung eines Daten-Modells einer prozesstechnischen Anlage
- Statische Daten
- Dynamische Daten
- Auswertung der Daten

# Standards für den Datenaustausch Machine-to-Machine (M2M)



## MQTT

- + Pub/sub-Architektur
- Clients veröffentlichen Nachrichten (publish)
- Server verteilt Nachrichten an „subscribed“ clients
- + Keine Semantik

## AMQP

- + Senden: Clients produzieren Nachrichten
- + Server verteilt (konfigurierbar) die Nachrichten, z.B. pub/sub, round-robin
- + Clients können den Empfang und die Abarbeitung bestätigen
- + Empfangen: Clients konsumieren Nachrichten

## OPC UA

- + Open Platform Communications Unified Architecture
- + plattformunabhängige, service-orientierte Architektur
- + Transport von Maschinendaten (Regelgrößen, Messwerten, Parametern, HMI-Beschreibung, ...)
- + inklusive semantischer Beschreibung
- + Integriertes Security-Konzept (UA Security)
- + Standardisierung IEC 62541

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/MQTT>; <https://mqtt.org/>; [https://de.wikipedia.org/wiki/OPC\\_Unified\\_Architecture](https://de.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture); <https://opcfoundation.org/>

Hochschule Karlsruhe | Data Engineering | DSCB330 | VL 4 | WS 2021/2022 | Dipl.-Phys. Thomas Bierweiler

21.10.2021

3



- + OPC UA is recognized as “the most important interoperability technology in today’s industrial landscape”

## OPC Foundation

- + Non-profit organization
- + Standardisierung von OPC UA
- + Zertifizierung von OPC UA Servern und Clients

## OPC UA Spezifikation (Auswahl)

- + Information Model
- + Data Access
- + Alarms and Conditions
- + Historical Data Access
- + Pub/sub
- + Method execution

## Feature

- + Redundanz
- + Heartbeat (Verbindungsüberwachung)
- + Pufferung (Verbindungsunterbrechungen führen nicht zu Datenverlust)

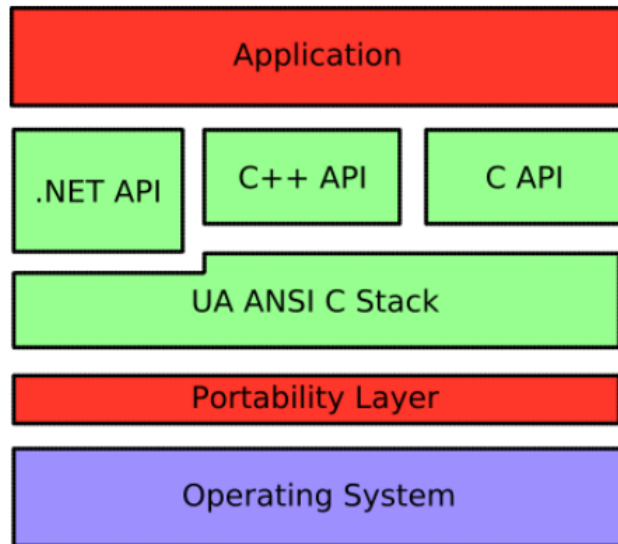
## Protokolle

- + Binärprotokoll
  - beste Performance, am wenigsten Overhead
  - beste Interoperabilität
  - Port 4840
- + Webservice (SOAP)
  - Port 80 bzw. 443

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/OPC\\_Unified\\_Architecture](https://de.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture); <https://opcfoundation.org/>; <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>; <https://reference.opcfoundation.org/>

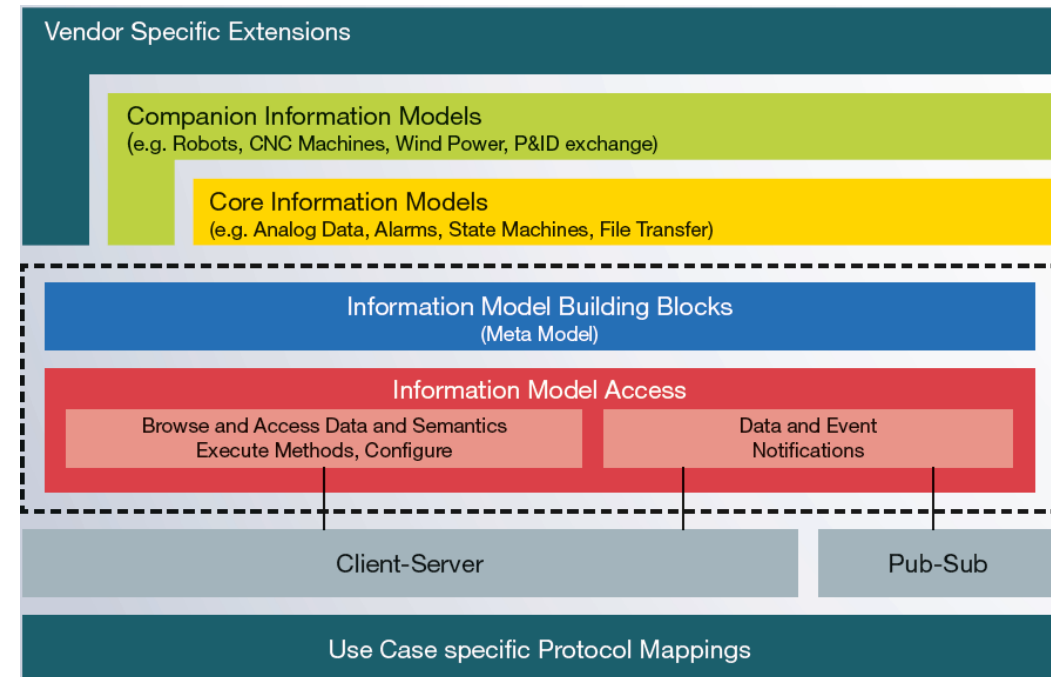
## OPC UA Kommunikationsstack

+ Für Server und Client



## OPC UA Informationsmodell

+ Erweiterbares Informationsmodell



Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/OPC\\_Unified\\_Architecture](https://de.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture); <https://opcfoundation.org/>; <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>; <https://reference.opcfoundation.org/>

Hochschule Karlsruhe | Data Engineering | DSCB330 | VL 4 | WS 2021/2022 | Dipl.-Phys. Thomas Bierweiler

21.10.2021

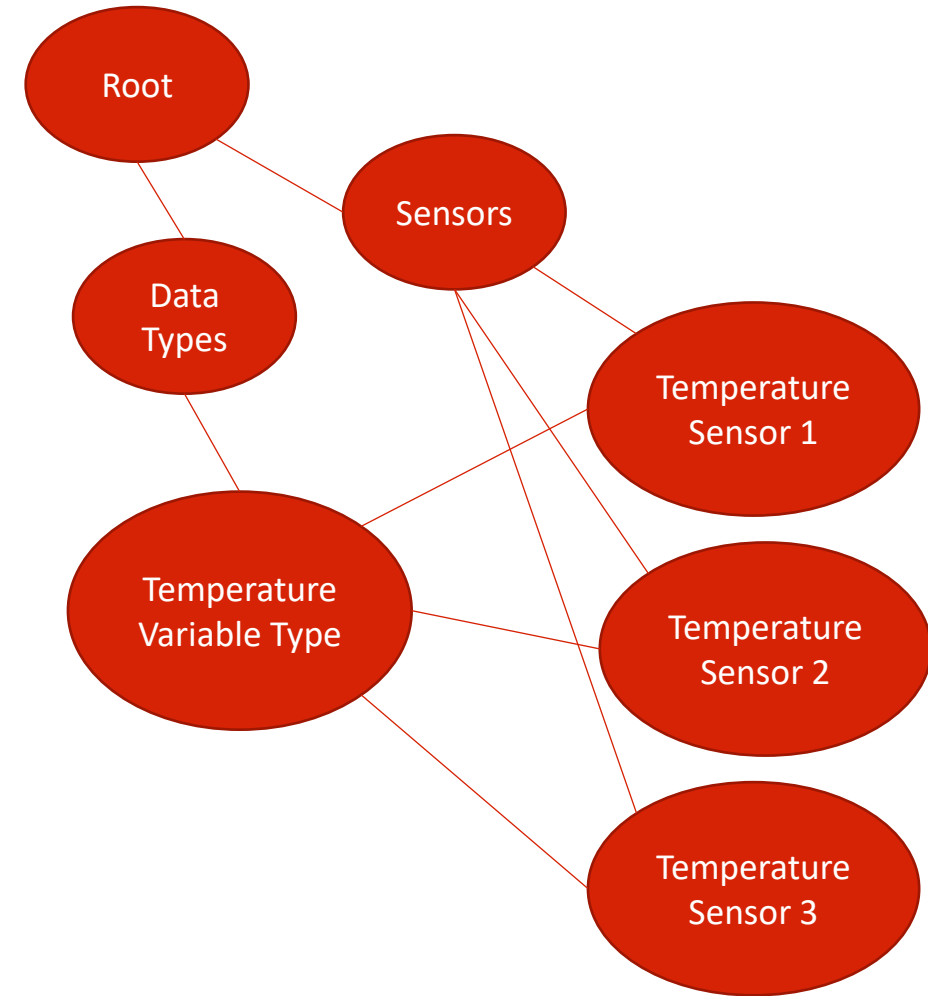
5

## OPC UA Struktur

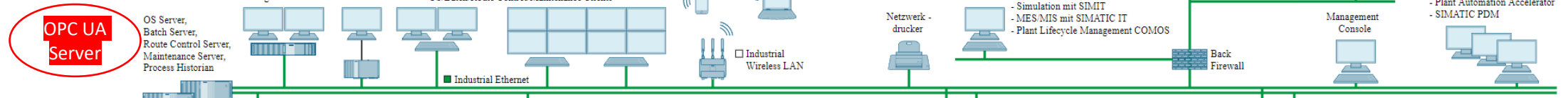
- + Knotengeflecht (Netzwerk)
- + Root (NodeID 84)
- + Navigation in mehrere Richtungen
- + hasProperty: Blatt (Ende)
- + hasComponent: Ast (mit weiteren Verzweigungen)

## Nutzen

- + Im Dictionary können alle Instanzen „Manufacturer“ abgefragt werden
- + Über die Typ-Definition können z.B. alle Temperaturmessgeräte gefunden werden

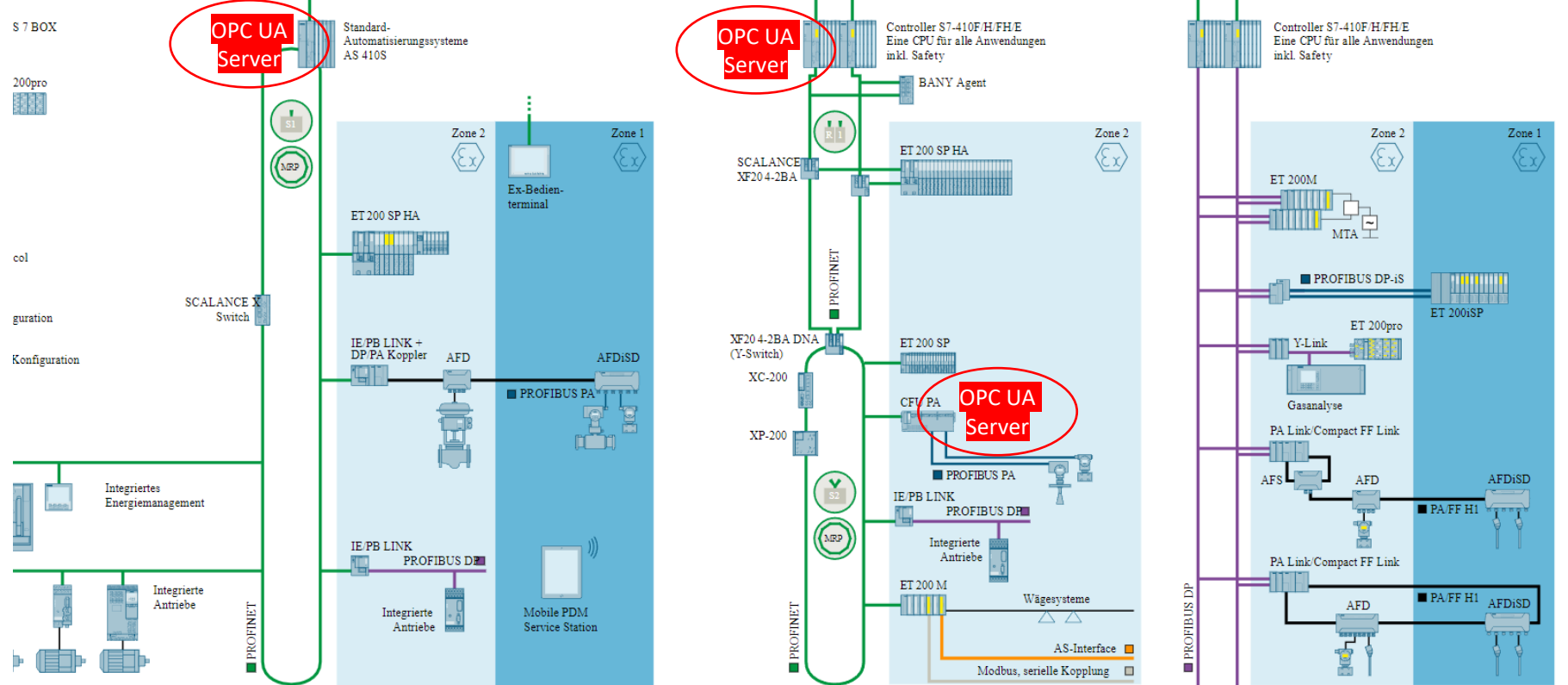


Quelle: <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>; <https://reference.opcfoundation.org/>



## OPC UA Server in einer prozesstechnischen Anlage

- + Steuerung stellt Messwerte der angeschlossenen Feldgeräte bereit
- + Geräte können zur Laufzeit angeschlossen werden
- + Datentyp des Geräts entspricht nicht immer dem Datentyp des OPC UA Servers
- z.B. Gerät misst °F, OPC UA schreibt °C vor → Konvertierung



Quelle: <https://reference.opcfoundation.org/PADIM/docs/8.3/>; <https://www.automation.siemens.com/bilddb/search.aspx?lang=de&aktprim=0&usestructure=2&nodeid=5309999> (G\_PCS7\_DE\_00636V.svg)



# OPC UA

## Semantische Anreicherung



### Companion Information Model – PA-DIM™

- + OPC 10000-5 – Part 5: Information Model beschreibt das Informationsmodell von OPC UA
- + PA-DIM ist eine Erweiterung der OPC UA Spezifikation für die Prozessautomation
- + IRDI (International Registration Data Identifier) beschreibt auf Basis des Common Data Dictionary den Eintrag

### Common Data Dictionary (CDD)

- + <https://cdd.iec.ch/cdd/iec61987/iec61987.nsf/TreeFrameset?OpenFrameSet&ongletactif=1>
- + IEC 61987 für die Prozessautomation
- + Link zur Definition von TemperatureMeasurementVariableType im CDD (0112/2///61987#ABA927#005)
- <https://cdd.iec.ch/cdd/iec61987/iec61987.nsf/e0e56d2682a34311c12575560058dc1c/abb5fa161d39c458c1258518003c488c?OpenDocument&Highlight=0,ABA927>

Short name:	Temperature
Definition:	for a physical system exchanging quantities of heat with two bodies, during a reversible cycle, a positive state quantity characterizing each body and proportional to the quantity of heat exchanged with this body

Quelle: <https://reference.opcfoundation.org/Core/docs/Part5/>; <https://reference.opcfoundation.org/PADIM/docs/>; <https://reference.opcfoundation.org/PADIM/docs/8.3/>

Hochschule Karlsruhe | Data Engineering | DSCB330 | VL 4 | WS 2021/2022 | Dipl.-Phys. Thomas Bierweiler

21.10.2021

8

<https://reference.opcfoundation.org/>  
<https://opcfoundation.org/>

### 8 PA-DIM Variable Extensions ↑ ⊖ ⊕

#### 8.3 TemperatureMeasurementVariableType ↑ ⊖ ⊕

The *TemperatureMeasurementVariableType* is a subtype of the *AnalogSignalVariableType*. It is formally defined in [Table 27](#).

Attribute	Value
BrowseName	TemperatureMeasurementVariableType
IsAbstract	False
ValueRank	-2 (-2 = 'Any')
DataType	Float

Subtype of *AnalogSignalVariableType*

References	NodeClass	BrowseName	DataType	TypeDefinition	Modelling Rule
0:HasComponent	Variable	SensorType	0:UInt32{Any}	0:MultiStateDictionaryEntryDiscreteType	0:Mandatory
0:HasComponent	Variable	SensorConnection	0:UInt32{Any}	0:MultiStateDictionaryEntryDiscreteType	0:Optional
0:HasComponent	Variable	SensorReference	0:UInt32{Any}	0:MultiStateDictionaryEntryDiscreteType	0:Optional
0:HasDictionaryEntry	Object	3:0112/2///61987#ABA927#005		0:IrdiDictionaryEntryType	



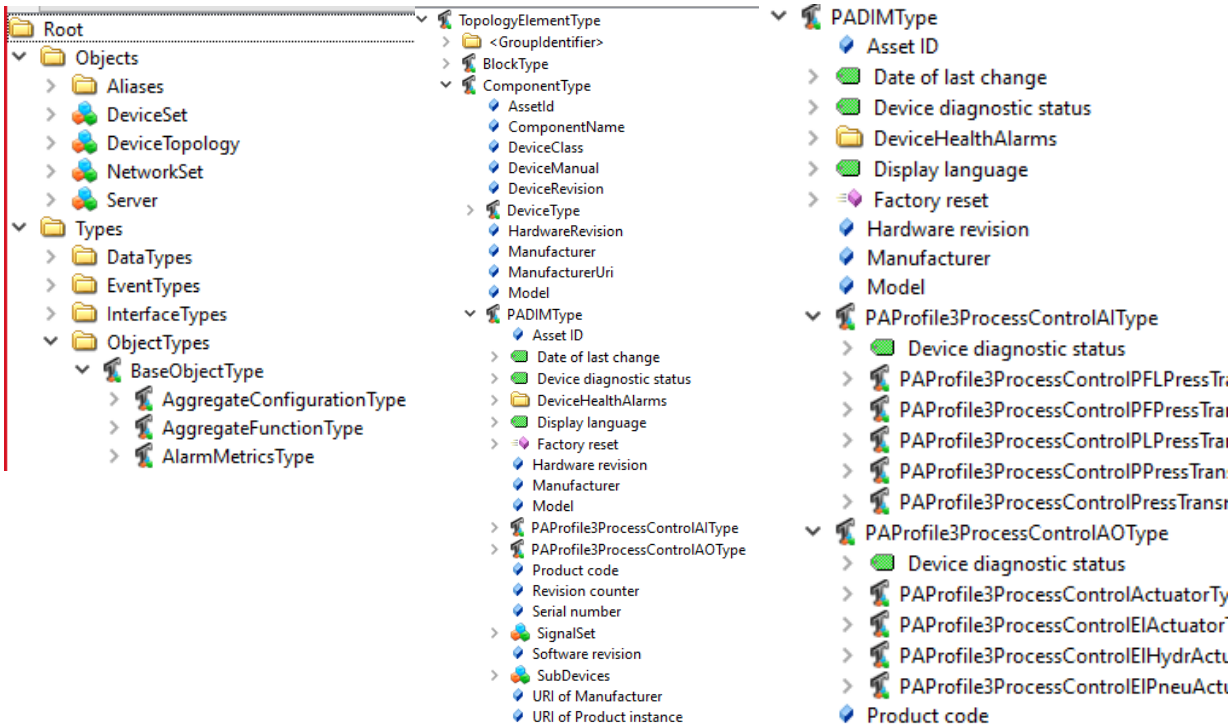


# OPC UA PA-DIM

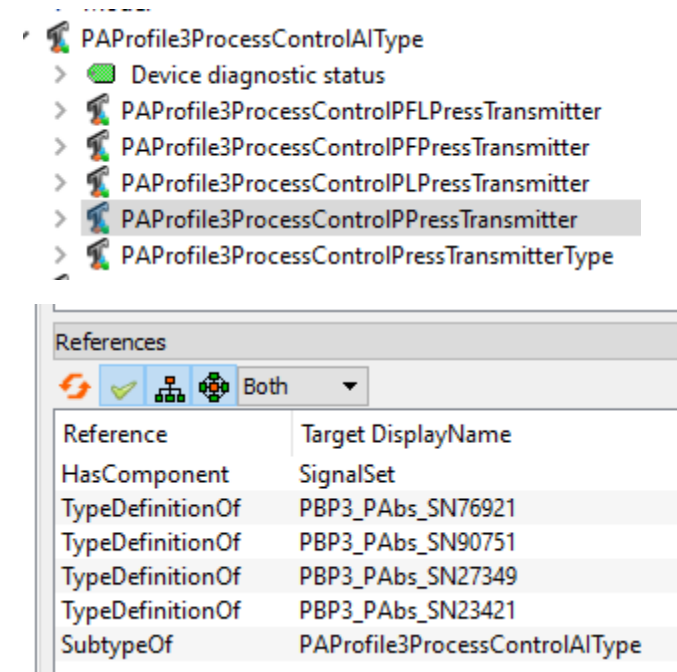


## PA-DIM™

- + Übung 14-OPC-UA-Siemens-intern
- + PADIM: Types → ObjectTypes → TopologyElementType → ComponentType → PADIMType



- + Vererbung: PADIMType definiert für den Manufacturer den „HasDictionaryEntry“-Eintrag
- + Pressure Transmitter: Anzeige aller Instanzen, Navigation zu den Instanzen über „Show in address space“



Quelle: Siemens AG

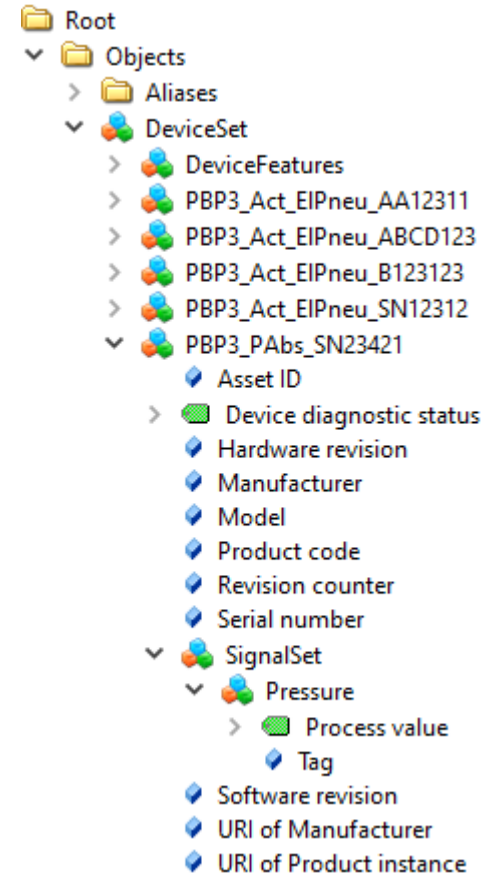
Hochschule Karlsruhe | Data Engineering | DSCB330 | VL 4 | WS 2021/2022 | Dipl.-Phys. Thomas Bierweiler  
21.10.2021

## Dictionaries

- + Übung 14-OPC-UA-Siemens-intern
- + Begriffsdefinitionen unter Root → Objects → Server → Dictionaries

Attributes	
Attribute	Value
▼ NodeId	ns=3;s=0112/2///61987#ABB290#005
NamespaceIndex	3
IdentifierType	String
Identifier	0112/2///61987#ABB290#005
NodeClass	Object
BrowseName	3, "0112/2///61987#ABB290#005"
DisplayName	"" , "Mass flow rate"
Description	"" , ""
WriteMask	BadAttributeInvalid (0x80350000)
UserWriteMask	BadAttributeInvalid (0x80350000)
RolePermissions	BadAttributeInvalid (0x80350000)
UserRolePermissions	BadAttributeInvalid (0x80350000)
AccessRestrictions	BadAttributeInvalid (0x80350000)
EventNotifier	None

- + Instanzen der Feldgeräte
- Root → Objects → DeviceSet



## Sample Server

- + Übung 15-OPC-UA
- + <https://github.com/OPCFoundation/UA-.NETStandard-Samples>
- + Navigate to the folder **Samples/NetCoreConsoleServer**
- + dotnet run --project NetCoreConsoleServer.csproj -a
- Für die Compilierung und Ausführung des NetCoreConsoleServer benötigen Sie das SDK 2.1.202 für .NET Core 2.0  
<https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet/2.0>
- + Sample server on the internet
- + <http://opclabs.doc-that.com/files/onlinedocs/QuickOpc/Latest/User's%20Guide%20and%20Reference-QuickOPC/OPC%20UA%20Sample%20Server.html>

## Python Sample Server – FreeOpcUa

- + Übung 16-OPC-UA-server-minimal-python
- + <https://github.com/FreeOpcUa>
- + <https://github.com/FreeOpcUa/python-opcua>
- + Neuere Version:  
<https://github.com/FreeOpcUa/opcua-asyncio>

## OPC UA Clients

- + Unified Automation UaExpert
  - <https://www.unified-automation.com/de/produkte/entwicklerwerkzeuge/uaexpert.html>
- + Integration Objects' OPC UA Client
  - <https://opcfoundation.org/products/view/opc-ua-client-free-product>
  - <https://integrationobjects.com/sioth-opc/sioth-opc-unified-architecture/opc-ua-client/>

# Übungsaufgabe 7



## OPC UA Client

- + Nutzen Sie als OPC UA Server entweder den öffentlichen OPC UA Sample Server, siehe <http://opclabs.doc-that.com/files/onlinedocs/QuickOpc/Latest/User's%20Guide%20and%20Reference-QuickOPC/OPC%20UA%20Sample%20Server.html>

### oder

- + starten Sie den OPC UA Server lokal <https://github.com/OPCFoundation/UA-.NETStandard-Samples>
  - Navigate to the folder Samples/NetCoreConsoleServer
  - dotnet run --project NetCoreConsoleServer.csproj -a
  - Für die Compilierung und Ausführung des NetCoreConsoleServer benötigen Sie das SDK 2.1.202 für .NET Core 2.0 <https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet/2.0>
- + Programmieren Sie einen OPC UA-Client (z.B. auf Basis von <https://github.com/FreeOpcUa/opcua-asyncio>), der
  - sich mit dem OPC UA Server verbindet und
  - die Werte Boiler #1/Drum1001/LIX001/Output, Boiler #1/FC1001/Measurement, Boiler #2/Pipe2002/FTX002/Output ausliest.





## Algorithmus zur Klassifikation von Zeitreihen

- + ROCKET: Random Convolutional Kernel Transform
- + ROCKET: exceptionally fast and accurate time series classification using random convolutional kernels; Dempster et.al.; Data Mining and Knowledge Discovery (2020) 34:1454–1495; 2020
  - <https://doi.org/10.1007/s10618-020-00701-z>
- + [http://www.timeseriesclassification.com/algorithmdescription.php?algorithm\\_id=13](http://www.timeseriesclassification.com/algorithmdescription.php?algorithm_id=13)
- + Verschiedene Implementierungen verfügbar, u.a.
  - [https://pyts.readthedocs.io/en/stable/auto\\_examples/transform/plot\\_rocket.html](https://pyts.readthedocs.io/en/stable/auto_examples/transform/plot_rocket.html)



# Übung zu AMQP



- + 13-AMQP-RabbitMQ-WQ-SQL
- + Ziel: zuverlässige Übertragung von Nachrichten und Abarbeitung eines Tasks bei Ausfall eines Workers (Consumers)



# Übungsaufgabe zur Graphdatenbank



+ Übungsaufgaben/04-Graphdatabase



# Ausblick



- + Nächste Vorlesung
- ETL mit Apache Airflow



