

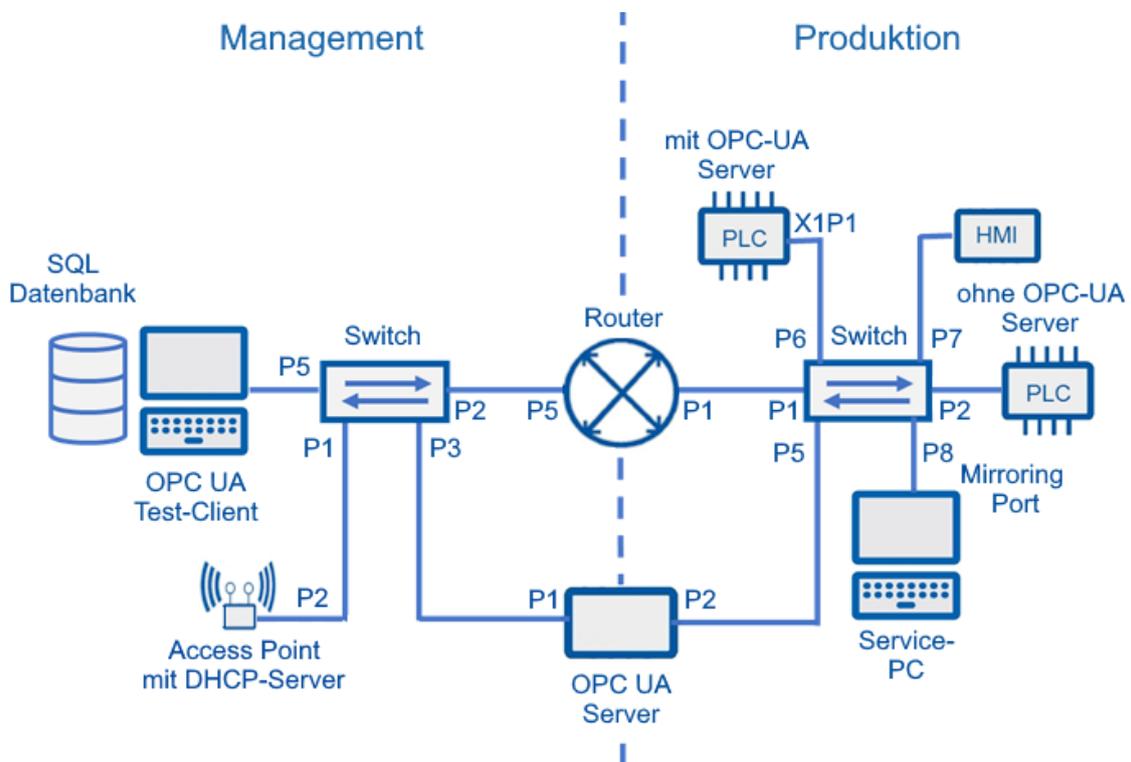


Akademie für Lehrerfortbildung

Digitale Transformation

Vertikale Kommunikation in einem cyber-physischen System (CPS) – OPC UA

M1.3



Interdisziplinäre Qualifizierung von Lehrkräften in den Berufsfeldern Elektrotechnik, Metalltechnik und Informationstechnologie



Inhalt

Impressum	2
Didaktische Überlegungen	3
Exemplarische Lernsituationsbeschreibung	4
Technische Überlegungen	6
Lab 01 – Inbetriebnahme einer vernetzten Anlage	7
Lab 02 – Interner OPC UA Server einbinden	9
Lab 03 – Verwendung eines OPC UA-Testclients	11
Lab 04 – Steuerung des Prozesses aus der Leitebene	13
Lab 05 – Externer OPC UA-Server einbinden	15
Lab 06 – OPC UA Daten in eine Datenbank schreiben	17
Lab 07 – Datenübermittlung mittels MQTT	19
Lab 08 – OPC UA-Clients mit Node-RED realisieren	20
Lab 09 – OPC UA-Server mit Phyton realisieren	21
Ausstattung für Laborübungen	22
Digitale Transformation - Fortbildungsmodule	23

IMPRESSUM

Herausgeber: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
Kardinal von Waldburg-Str. 6-7
89407 Dillingen/Donau

Redaktionsgruppe: Michael Ziegler, Berufsschule Schulen Altötting
Alexander Ippisch, Berufliches Schulzentrum Amberg
Michael Feike, Staatliche Berufsschule III Fürth
Daniel Liebscher, Staatliche Berufsschule I Ingolstadt

Redaktionsleitung: Michael Lotter, Akademie Dillingen

URL: <http://alp.dillingen.de>

Mail: m.lotter@alp.dillingen.de

Stand: Februar 2024

Dieses Dokument steht unter einer CC BY-SA 4.0-Lizenz. Urheber ist die genannte Redaktionsgruppe der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen.

DIDAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN

Eine hohe Affinität zu den Industrie 4.0-Handlungsfeldern besitzen unter anderem die Berufsbilder des Elektronikers für Automatisierungstechnik, des Fachinformatikers und des Mechatronikers sowie die technischen Assistenten für Informatik. Die zunehmende Digitalisierung in diesen Berufsbildern bedeutet eine zunehmende Vernetzung und Implementierung cyber-physischer Systeme (CPS). Die Berufsbilder bleiben mit hoher Wahrscheinlichkeit bestehen. Jedoch müssen sie sich aufgrund der Industrie 4.0 Entwicklungen neu ausrichten, um den veränderten Anforderungen gerecht zu werden.

Das Fortbildungsmodul „M1.4 Vertikale Kommunikation in einem cyber-physischen System (CPS) – OPC UA“ fördert Kompetenzen und Fertigkeiten, die für Lehrkräfte in den Berufsfeldern Elektrotechnik und Informationstechnologie gleichermaßen erforderlich sind, um die Anforderungen der Industrie 4.0-Entwicklungen im Unterricht beruflicher Schulen zu berücksichtigen. Die einzelnen Laborübungen fördern dabei Schritt für Schritt die Handlungskompetenz und Handlungssicherheit der Lehrkräfte in einem integrierten Fachunterrichtsraum¹, der vernetzte Komponenten eines cyber-physischen Systems bereitstellt.

Die Bereitstellung von Daten in der Industrie ist eine primäre Aufgabe des Technikers im Allgemeinen. Dieses Modul fokussiert sich auf die Verknüpfungsmöglichkeiten der Kommunikation zwischen der Produktions- und Steuerungsebene mit der Management- und Führungsebene.

Folgende Lernsituationsbeschreibung möchte eine Anregung zur Integration in den lernfeldorientierten Unterricht geben.

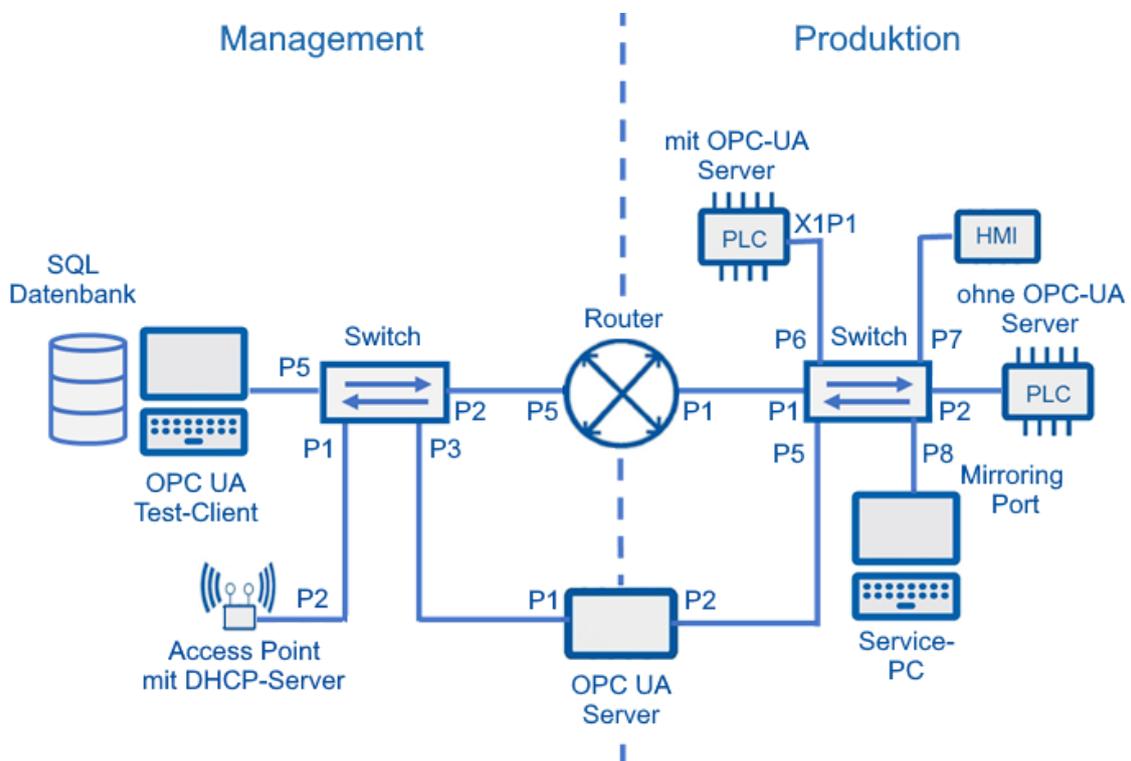
¹ Einführung in die Berufspädagogik, Andreas Schelten, ISBN 3-515-08440-1

EXEMPLARISCHE LERNSITUATIONSBESCHREIBUNG

Grundlegende Informationen
Beruf: Fachinformatiker/in
Jahrgangsstufe: 11/12
Lernfeld 7: Vernetzte IuK-Systeme
Thema: Informationsübertragung in vernetzten IuK-Systemen
<p>Kernkompetenz des Lernfeldes:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen vernetzte IuK-Systeme in Einzel- oder Teamarbeit unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Beachtung gesetzlicher und sicherheitstechnischer Bestimmungen planen, Komponenten begründet auswählen, installieren, konfigurieren, inbetriebnehmen, dokumentieren, präsentieren und handhaben.</p>
<p>Ausgewählte Teilkompetenzen der Lernsituation</p> <p><i>Die Schülerinnen und Schüler sollen...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grundlagen der Netzwerktechnik anforderungsgerecht einsetzen ➤ Methoden zur Planung vernetzter IuK-Systeme anwenden ➤ IuK-Produkte zur Übertragung, Kopplung, Verwaltung, Ein- und Ausgabe von Informationen beschreiben, installieren und bewerten ➤ Anwendungs- und Systemsoftware installieren, konfigurieren und handhaben
Geschätzter Zeitumfang: 10 x 45 Minuten

Lernsituation

In einer Fertigungsumgebung sind Steuerungen (z. B. LOGO, S7 15xx) eingesetzt, um Fertigungsprozesse zu steuern. Zusätzlich zur vorhandenen Anlagenüberwachung (HMI-Geräte, usw.) sollen die Daten des Produktionsprozesses mittels eines OPC UA-Servers aus dem Produktionsnetz ins Netz der Managementebene übermittelt werden. Zudem sollen der Produktionsprozess zu Fernwartungszwecken (Internetzugang) visualisiert werden.



TECHNISCHE ÜBERLEGUNGEN

Shopfloor und Officefloor müssen zusammenwachsen. Unter dieser Prämisse sind die nachfolgenden Übungen, die für Lehrkräfte aus den Berufsfeldern Metall, Elektro und Informatik entwickelt wurden, zu verstehen. Während bisher der Office-Bereich weitgehend von den IT-Fachkräften abgedeckt wurde, war und ist der Produktionsbereich eine Domäne der Metall- und Elektrofachkräfte. Die zunehmende Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungskette erfordert allerdings zunehmend interdisziplinäre Kompetenzen. Standardisierungstendenzen in der Vernetzung (z. B. Ethernet, Industrial-Ethernet oder TSN) erfordern auch von den informationstechnischen Berufen Kenntnisse die im Produktionsumfeld zu finden sind. Gleichermaßen müssen sich klassische Industrierufe auf allgemeine IT-Kenntnisse einlassen. Die Vernetzung der Systeme, vom Sensor bis zum Webshop, oder auch sogenannte Entitäten müssen von den spezifischen Berufen verstanden, erstellt, gewartet und instandgesetzt werden. Der Zusammenhang wird im Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI) dargestellt.

Die einzelnen Übungen bauen aufeinander auf und sollen verschiedene Komponenten aus den unterschiedlichen Bereichen der Wertschöpfungskette verwenden. In der Ausstattungsempfehlung wird dies berücksichtigt, eine Anpassung bzw. Ergänzung ist jederzeit möglich.

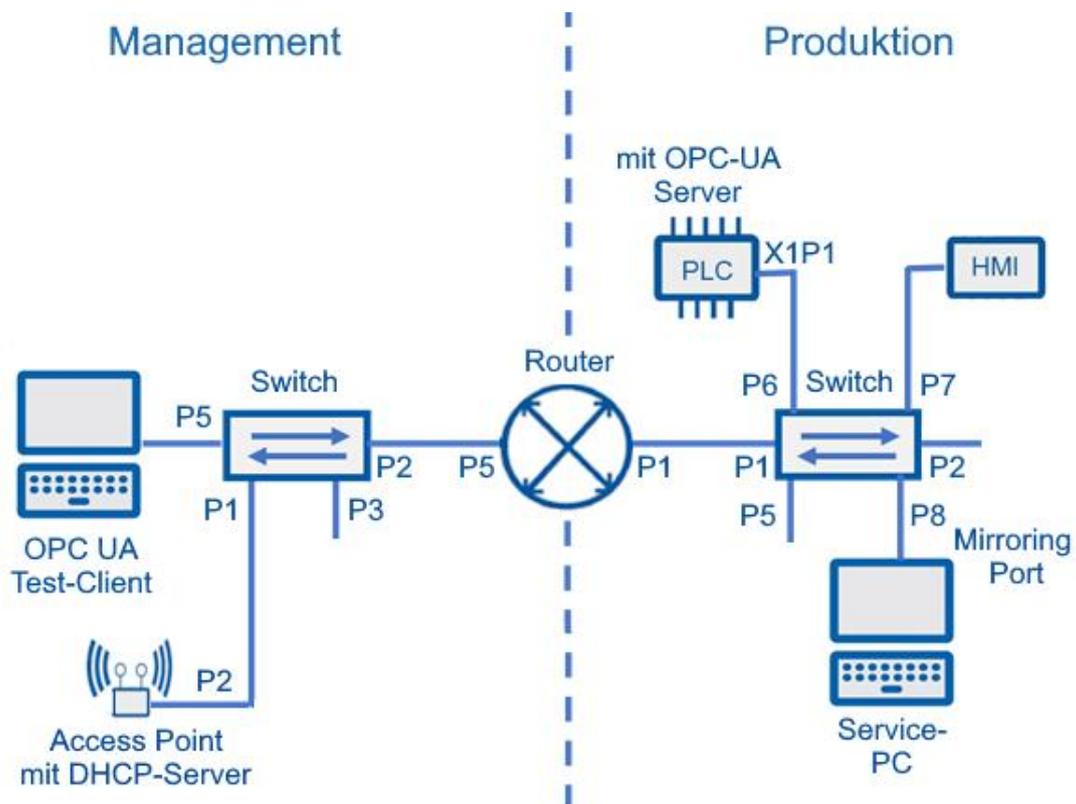
Um Prozessdaten herstellerunabhängig weiterverarbeiten zu können, ist ein offenes, standardisiertes aber auch sicheres Protokoll notwendig. In den Übungen wird daher mit dem OPC UA-Protokoll gearbeitet. OPC UA wird von den meisten Herstellern unterschiedlichster Anlagen, Maschinen aber auch Softwareprodukten unterstützt.

Die Laborübungen wurden mit OPC UA-Server der Firma IBH-Softec erarbeitet und getestet. Er bietet zur Konfiguration eine Web-Oberfläche und beinhaltet mehrere Ethernet-Schnittstellen inklusive einer Firewall. Als OPC UA-Client wird der kostenlose und weitverbreitete Test-Client der Firma UA Expert verwendet. Zur einfachen Weiterverarbeitung der OPC UA-Daten wird hier die Software OPC UA-Router der Firma Inray verwendet. Die Software ist kostenfrei und zwei Stunden im Demo-Modus nutzbar.

Die Netzwerkkonfiguration von Industriekomponenten unterscheidet sich wesentlich von denen aus dem Office-Bereich bekannten Windowssystemen. Komponenten die eine komplexe Konfiguration benötigen müssen vom Lehrenden vorinstalliert werden. Entsprechende Konfigurationsdateien für den Accesspoint und Router liegen vor, können aber auch vom Multiplikator/Lehrenden erstellt werden. Eine Konfiguration des vorgeschlagenen Siemens-Routers und Accesspoint durch Teilnehmer/Lernende ist in dieser Phase nicht vorgesehen. Die erstellten Konfigurationsdateien beziehen sich auf das Adressschema der Laborübersicht und sollten daher verwendet werden.

LAB 01 – INBETRIEBNAHME EINER VERNETZTEN ANLAGE

In einer Fertigungsumgebung werden von einer Steuerung (PLC) digitale und analoge Prozessdaten zur Steuerung und Visualisierung verarbeitet. Über ein HMI werden die Prozesse an anderer Stelle dargestellt. Die Konfiguration der Steuerung erfolgt an einem vernetzten Wartungs-PC. Zur Fernwartung wird ein weiterer Wartungs-PC eingesetzt. Das Szenario ist zu vernetzen und in Betrieb zu nehmen.

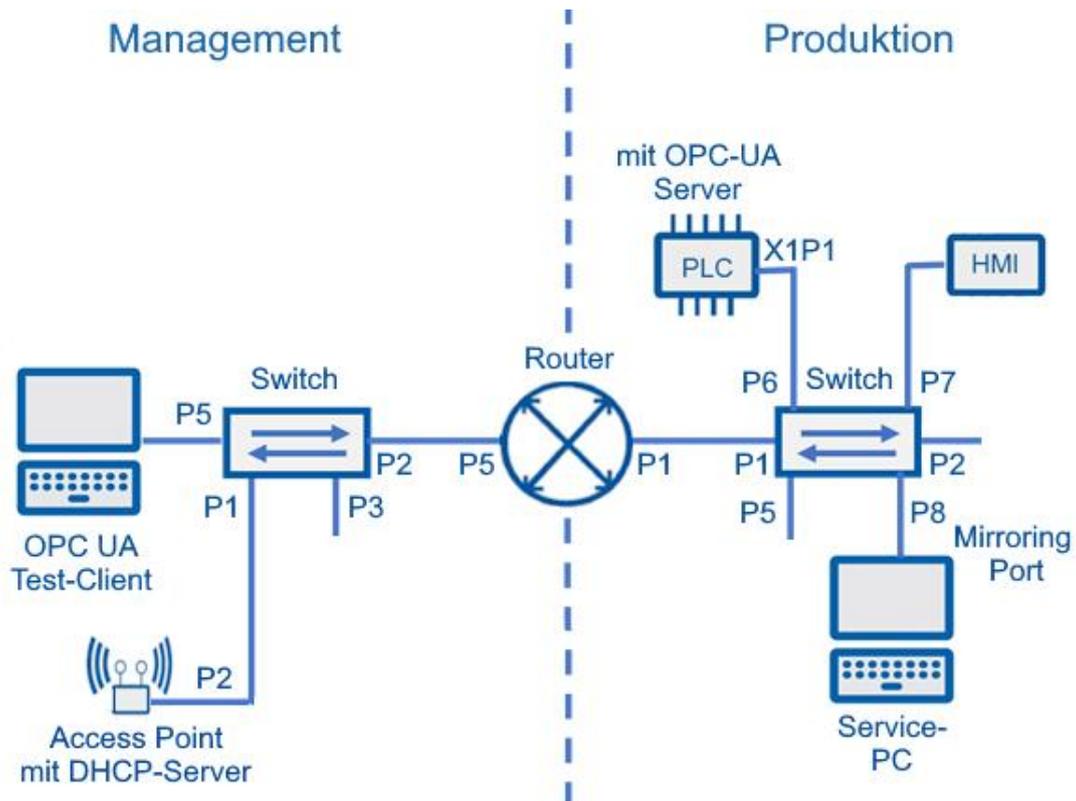


Vorbereitung

- IP-Adressierungsschema
- Handbuch z. B. über Smartphone App - Industry Online Support Siemens AG
- Vorkonfigurierte Steuerung mit Anwendungsprogramm
- Vorkonfigurierte Devices (HMI, Router, Switch)
- Funktionsfähiges Prozessmodell (z. B. Füllstandssteuerung, Temperaturerfassung, ...)

LAB 02 – INTERNER OPC UA SERVER EINBINDEN

Der OPC UA-Server ist in der verwendeten CPU (PLC) in dem Firmware-Stand enthalten. Die Konfiguration des Servers muss über die entsprechende Entwicklungsumgebung erfolgen.

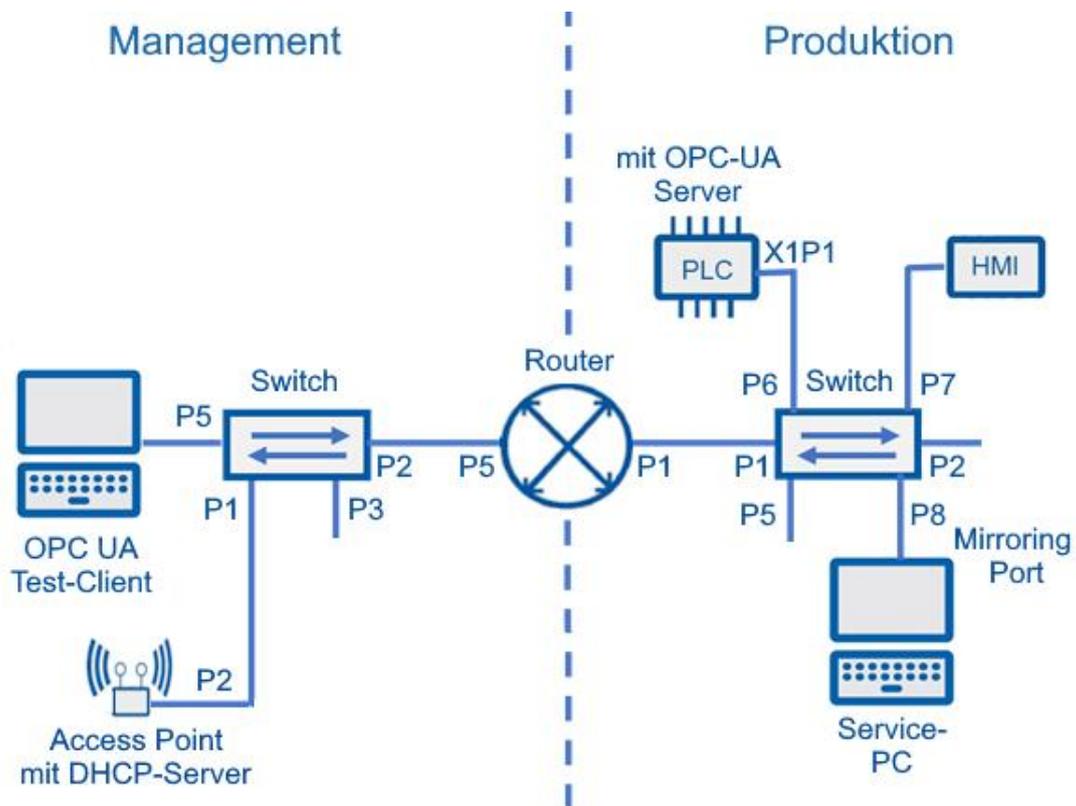


Vorbereitung

- IP-Adressierungsschema
- OPC UA-Server mit Werkseinstellungen (Default)
- Zugriff über Webinterface oder herstellerspezifische Software
- Handbuch des OPC UA-Servers

LAB 03 – VERWENDUNG EINES OPC UA-TESTCLIENTS

Kontrolle der OPCUA-Daten mit Hilfe eines Testclients. Das nachfolgende Topologie-Schema bezieht sich auf die Übung 2.



Vorbereitung

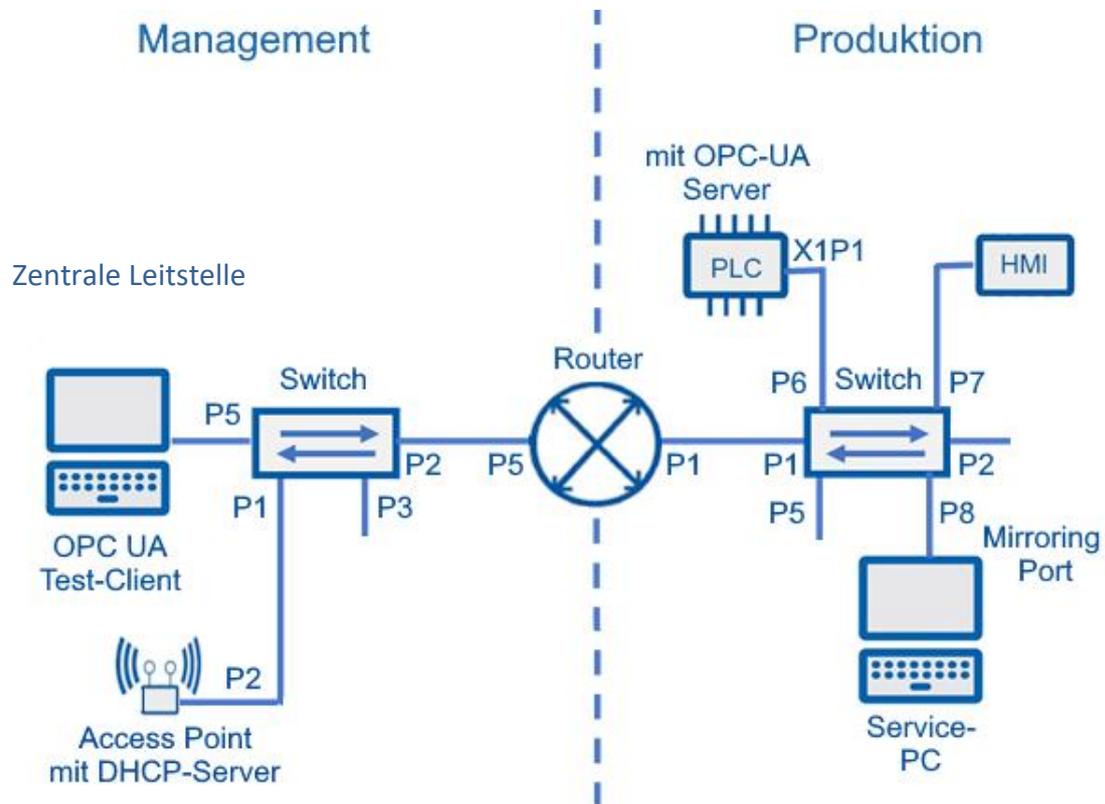
- Installierter OPC UA-Test-Client (UA-Expert)
- Adressierungsschema

Aufgaben

1. Starten Sie den Test-Client
2. Stellen Sie eine Verbindung zum OPC UA-Server her
3. Testen Sie die OPC UA Server-Konfiguration mit dem Test-Client.
4. Analysieren Sie das semantische Datenmodell hinsichtlich verschiedener Datentypen (Boolean, Float, Integer)

LAB 04 – STEUERUNG DES PROZESSES AUS DER LEITEBENE

Um eine Manipulation von Sensoren und Anzeigen zu vermeiden, sollen generell auf diese nur lesend zugegriffen werden können.



Vorbereitung

Funktionszustand der vorausgehenden Laborübung

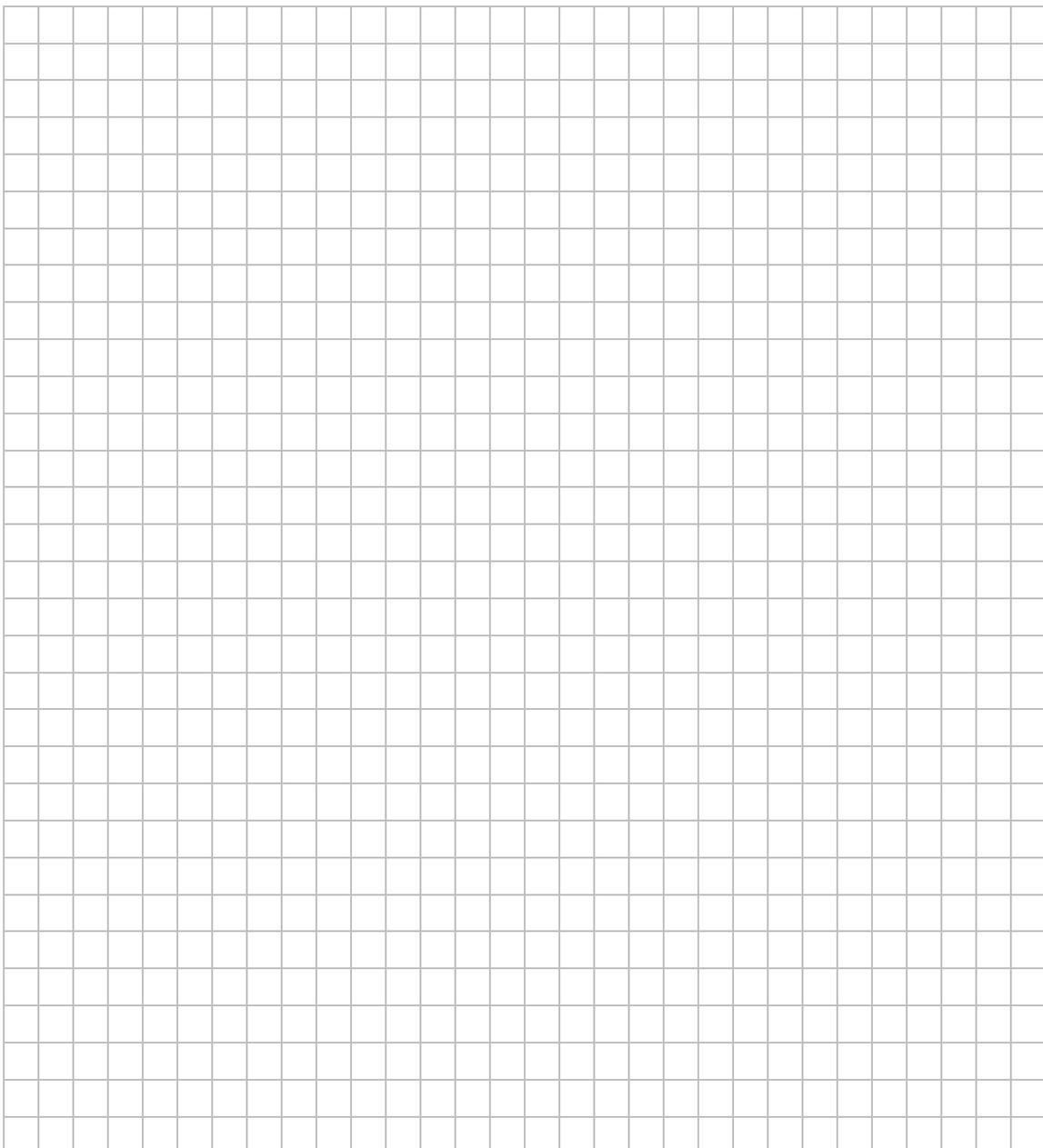
Aufgaben

1. Konfigurieren Sie in der Projektierungsumgebung die Berechtigungen für den Zugriff auf die Prozesswerte aus der Managementebene.
 1. PLC-Variablen alle Sensoren nur Lesezugriff
 2. PLC-Variablen alle Leuchten nur Lesezugriff
2. Testen Sie mit dem OPC UA-Testclient den Zugriff auf die Prozessdaten.

Hinweis

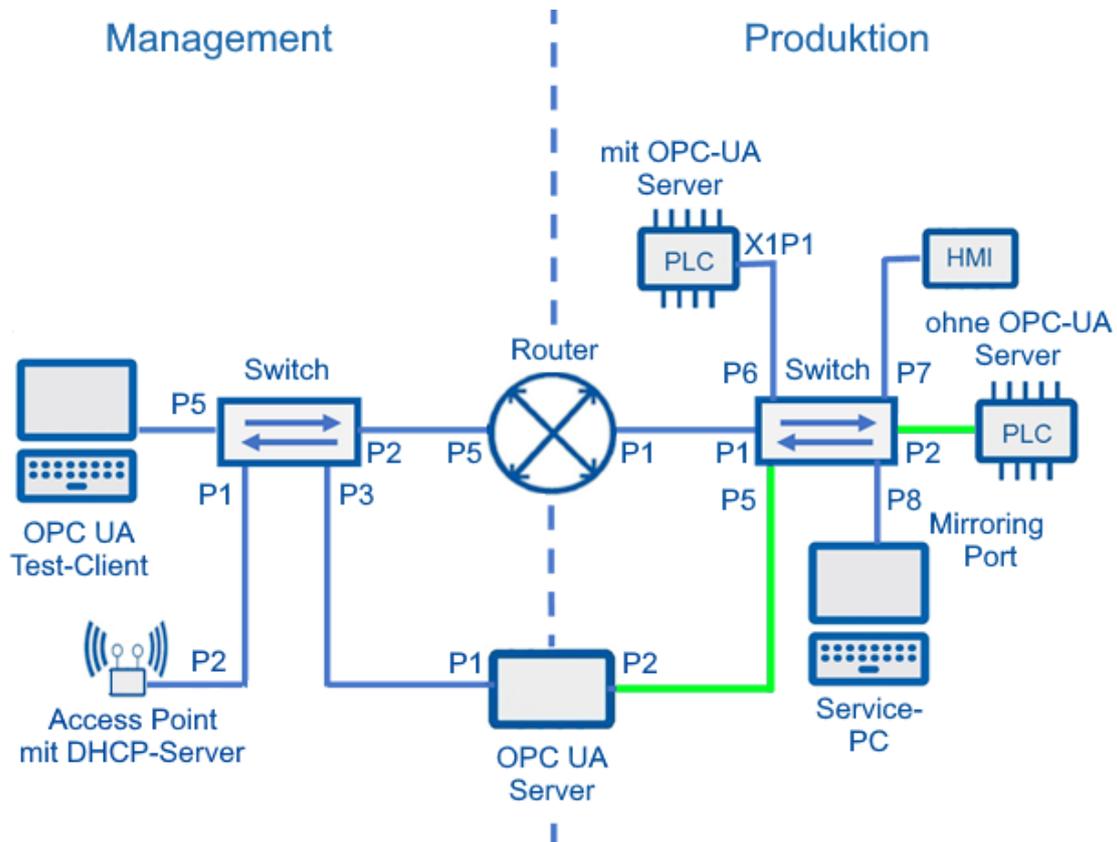
- Bei Verwendung der LOGO! 8 als PLC werden die Zugriffsberechtigungen mit Hilfe des OPC UA-Editors (IBH) vorgenommen.
- Bei der CPU 1516 werden die Zugriffsberechtigungen über TIA-Portal vorgenommen.

Notizen



LAB 05 – EXTERNER OPC UA-SERVER EINBINDEN

Für eine Bestandsanlage ohne internen OPCUA-Server soll eine OPCUA-Funktionalität integriert werden. Hierzu wurde ein externen OPCUA-Server angeschafft.

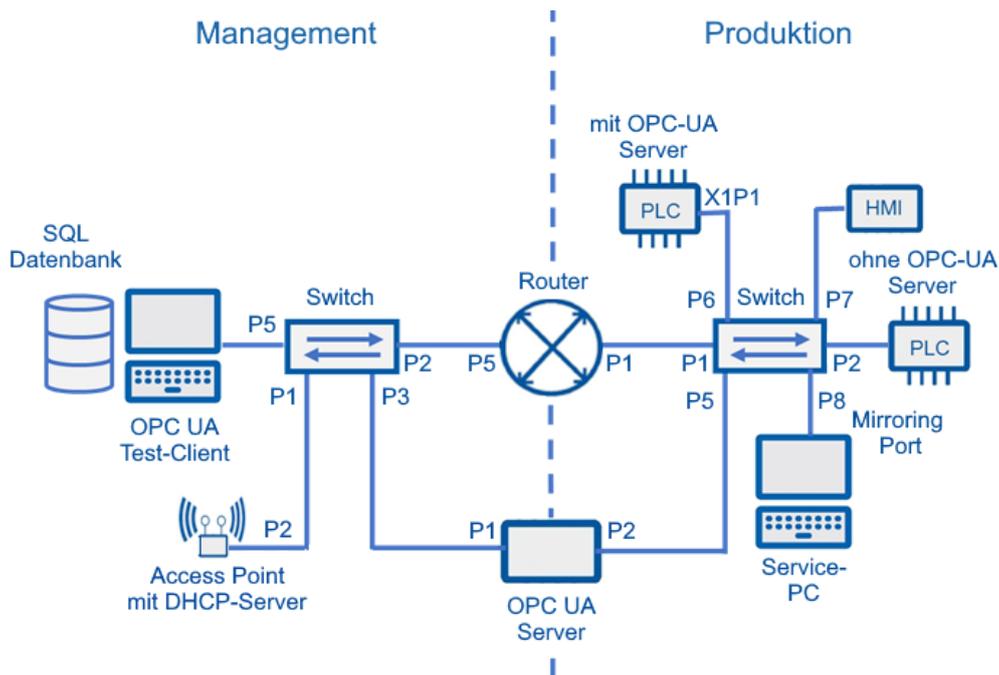


Vorbereitung

- IP-Adressierungsschema
- OPC UA-Server vorkonfiguriert. (IPs, Zertifikat, User, ...)
- Zugriff über Webinterface oder herstellerspezifische Software
- Handbuch des OPC UA-Servers
- OPCUA-Editor des Herstellers

LAB 06 – OPC UA DATEN IN EINE DATENBANK SCHREIBEN

Zur Archivierung, statistischen Auswertung und vorausschauenden Wartung sollen Prozessdaten mit Zeitstempel in eine Datenbank gespeichert werden. Im Gegensatz zu einer Tabelle bietet die Datenbank eine zentrale Datenablage und u. a. auch ein Rollen und Rechtekonzept.



Vorbereitung

- Funktionszustand der vorausgehenden Laborübung
- Middleware-Software OPC Router von Inray
- Bereitstellung des SQL-Dump für die Erstellung der der benötigten Datenbank

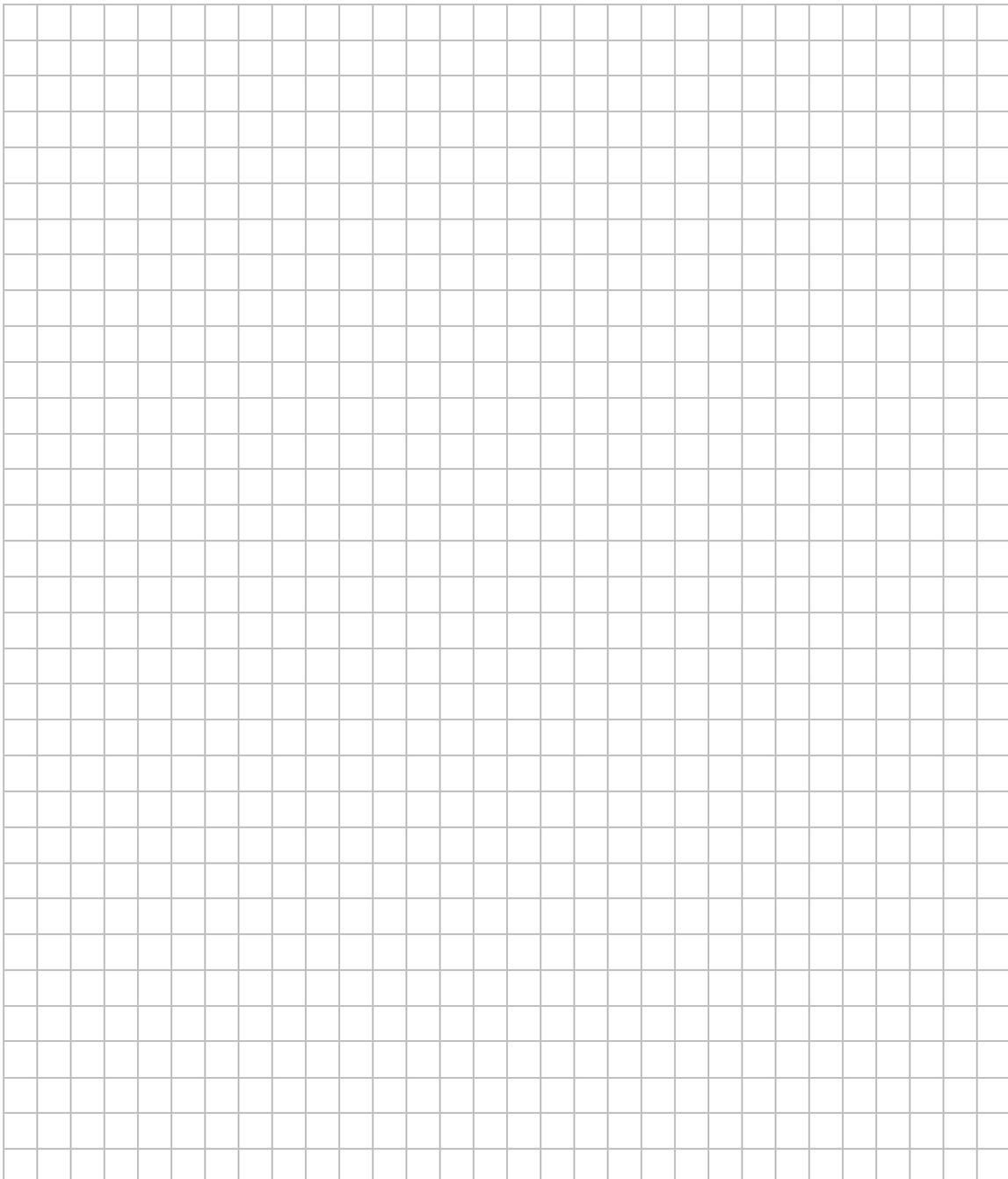
Aufgaben

1. Stellen Sie eine Verbindung zum OPC UA-Server im Client her.
2. Erstellen Sie die benötigte Datenbank auf dem SQL-Server.
3. Realisieren Sie die Verbindung zur Datenbank und zur OPC UA-Datenquelle (PlugIns) mit den Middleware-Software „OPC Router“ von Inray.
4. Konfigurieren Sie nach Anleitung die nötigen Verbindungen und Transferobjekte im Inray OPC-Router.
5. Testen Sie, ob über die Middleware-Software zeitaktuelle Daten in die Datenbank eingetragen wurden und prüfen Sie die Plausibilität.

Hinweise

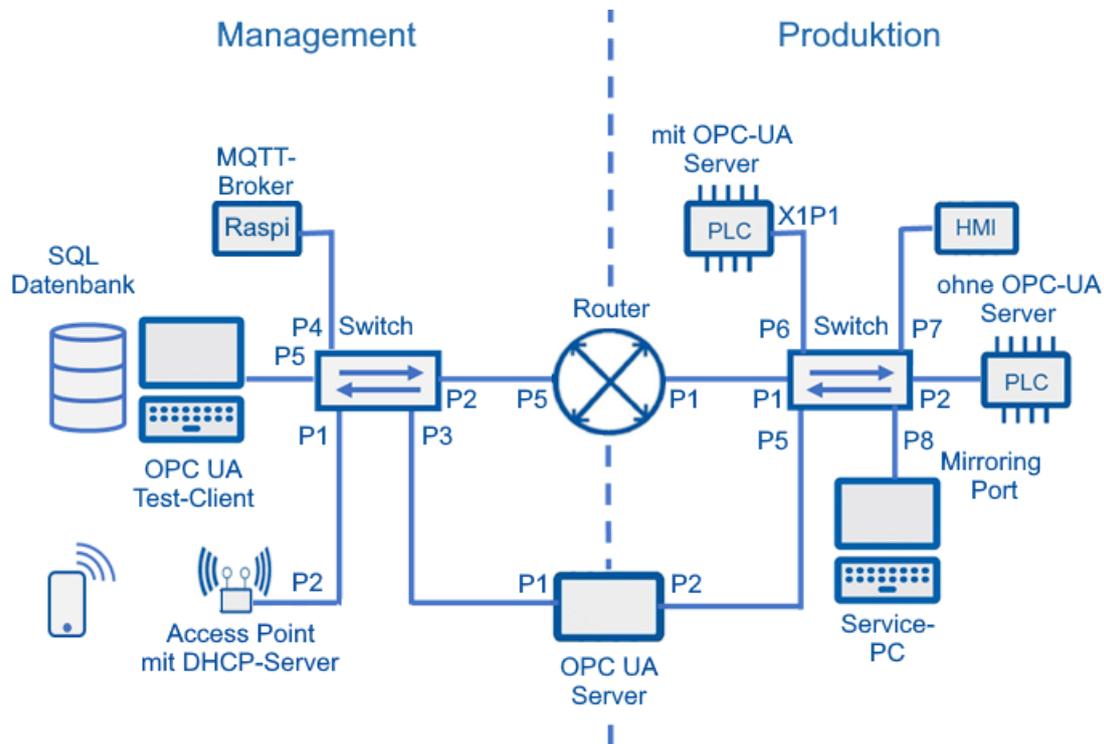
- Installierte Middleware-Software OPC Router von Inray und installierte und konfigurierte MySQL-Datenbank/MariaDB
- Detaillierte Konfigurationsschritte sind der Anleitung zu entnehmen
- Zur Visualisierung der Daten bietet sich eine erweiterte Übung im Umgang mit SQL und PHP an.

Notizen



LAB 07 – DATENÜBERMITTLUNG MITTELS MQTT

Nun sollen die Prozessdaten an einen MQTT-Broker gesendet werden. Zusätzlich sollen diese Daten von einem MQTT-Client (Laptop, Handy, Tablet, ...) abonniert und ausgegeben werden.



Vorbereitung

- Fertig konfigurierter MQTT-Broker auf Raspberry Pi und WLAN-Accesspoint im Management-Netzwerk

Aufgaben

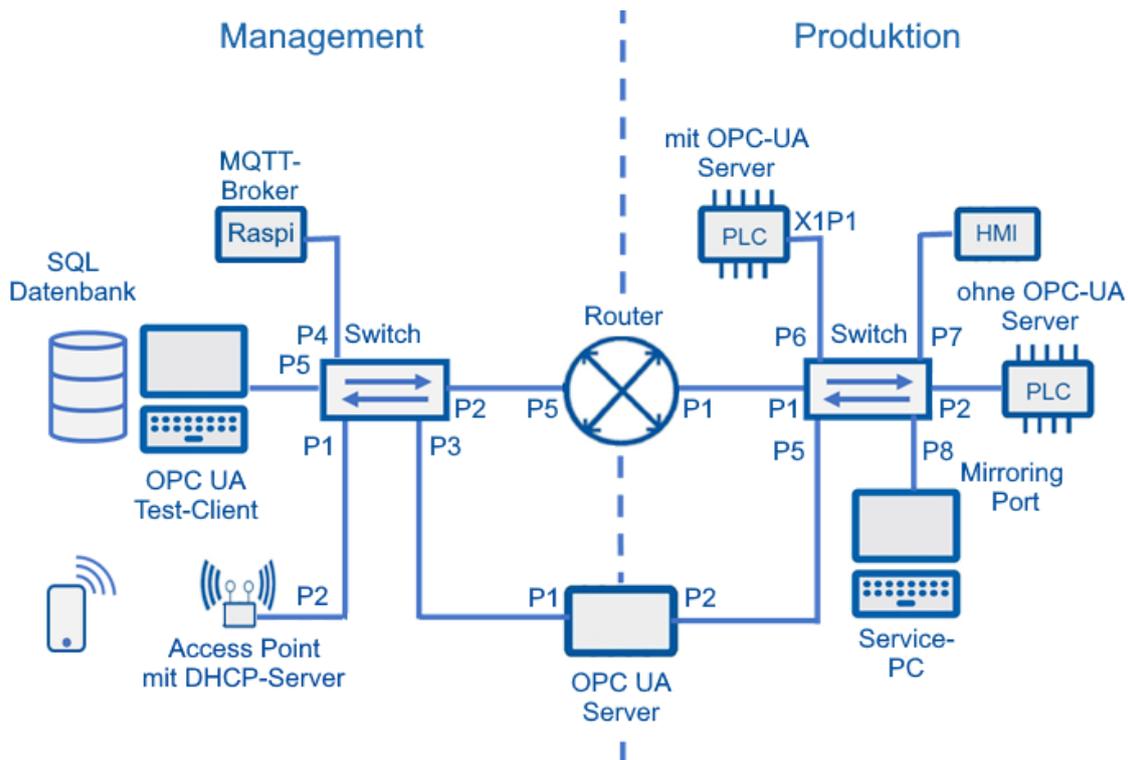
1. Bereiten Sie den OPC UA –Server für die Übertragung der MQTT-Anbindung vor, indem Sie das vorbereitete XML-File in den OPC UA-Server laden.
2. Testen Sie die Datenübertragung mit dem Laptop und dem Programm MQTT-Explorer.
3. Abonnieren Sie nun mit einem mobilen Gerät die Prozessdaten.

Hinweis

- Aus didaktischen Gründen wird auf Security (Passwort und Zertifikat) verzichtet und auf das Modul 1.5 „Cyber Sicherheit in Produktionsnetzen“ verwiesen.

LAB 08 – OPC UA-CLIENTS MIT NODE-RED REALISIEREN

Es soll der Status einer Tankanlage visualisiert werden. Dabei sollen der Tankpegel, die Schalthäufigkeit der Ventile und deren Status zur Anzeige gebracht werden. Der OPC UA-Client wird mit Hilfe von NodeRed realisiert. Die Ausgabe der Prozessdaten erfolgt in einem NodeRed-Dashboard.



Vorbereitung

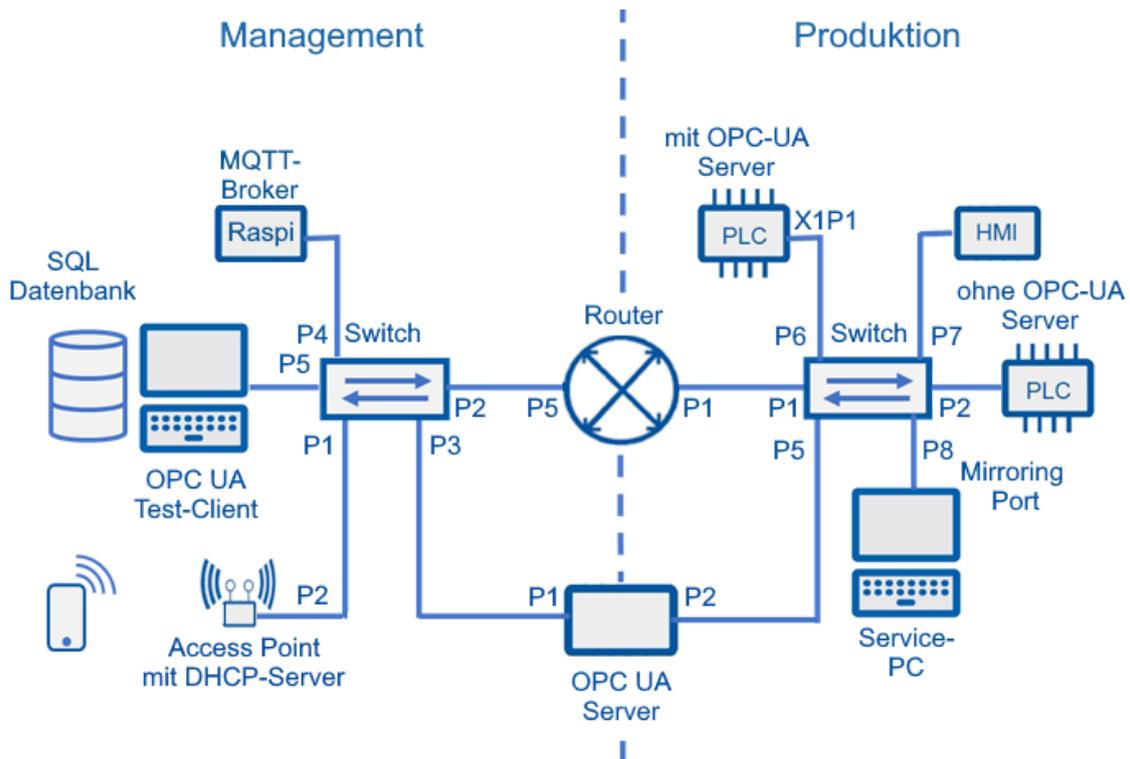
- Node Red am PC starten
- node-red-contrib-opcua und node-red-node-mysql Node installieren

Aufgaben

1. Erstellen Sie einen Flow für die Sortierbandsteuerung mit Hilfe der Klickanleitung.
2. Geben Sie die Daten in einem Dashboard grafisch aus.

LAB 09 – OPC UA-SERVER MIT PHYTON REALISIEREN

Es soll der Status einer Tankanlage visualisiert werden. Dabei sollen der Tankpegel, die Schalthäufigkeit der Ventile und deren Status zur Anzeige gebracht werden. Der OPC UA-Client wird mit Hilfe von NodeRed realisiert. Die Ausgabe der Prozessdaten erfolgt in einem NodeRed-Dashboard.



Vorbereitung

- Fertiger OPCUA Server in Python realisiert auf einem Raspberry Pi

Aufgaben

1. Starten Sie den OPCUA-Server in Python auf dem Raspberry Pi!
2. Greifen Sie auf die OPCUA-Datenpunkte über einen OPCUA-Client zu!
3. Kommentieren Sie den Python Code des OPC UA-Severs!

AUSSTATTUNG FÜR LABORÜBUNGEN

Zur Durchführung der Laborübungen wird neben den Computern und Notebooks der Schulen folgende Ausstattung von der Fachgruppe „Datenkommunikation“ empfohlen. Damit ist u. a. die didaktische Eignung und Industrietauglichkeit gewährleistet. Bei Abweichungen von den Ausstattungsempfehlungen ist auf diese Kriterien zu achten, damit die beabsichtigten Intentionen der Laborübungen für Lehrerfortbildung und Unterricht erreicht werden.

Nr.	Bezeichnung	Menge	Lab
1	Router Siemens SCALANCE S615: 6GK5615-0AA00-2AA2	1	01-10
2	Switch (min. 6 Port) Siemens SCALANCE z.B XC208	2	01-10
3	PLC, z. B. LOGO 8 oder CPU S7 mit Profinet	1	01-10
4	HMI z. B. TP 700 Comfort oder LOGO TDE mit IE-Schnittstelle	2	01-10
5	Spannungsversorgung	1	01-10
6	Montagematerial	1	01-10
7	Programmiersoftware z. B. TIA V18, PST, Proneta	1	01-10
8	Patchkabel pro Arbeitsplatz	9	01-10
9	OPC UA Server z. B. IBH-Link OPC UA	1	02-10
10	OPC UA Client UA Expert		03-10
11	Datenbank, z. B. MySQL, MS-Excel		08-09

DIGITALE TRANSFORMATION - FORTBILDUNGSMODULE



Digitale Transformation – Wirtschaft 4.0 – Fortbildungsmodule der ALP Dillingen

Akademie für
Lehrerfortbildung
und Personalführung

FACHGRUPPEN		MODULE	
DATEN-KOMMUNIKATION FACHGRUPPE 1	Grundlagen der Kommunikationsnetze	ROBOTIK FACHGRUPPE 4	Grundlagen Robotik
	Digitale Kommunikation in einem Produktionssystem		M4.1.1 ABB M4.1.2 Universal Robots M4.1.3 Mitsubishi
	OPCuA Vertikale Kommunikation		M4.1.1 ABB M4.1.2 Universal Robots M4.1.3 Mitsubishi
	IT-Sicherheit in Produktionsnetzen		M4.1.1 ABB M4.1.2 Universal Robots M4.1.3 Mitsubishi
			M4.1.1 ABB M4.1.2 Universal Robots M4.1.3 Mitsubishi
AKTORIK/SENSORIK FACHGRUPPE 2	Pneumatik/ Elektropneumatik	DIGITALER PRODUKT-ENTWICKLUNGSZYKLUS FACHGRUPPE 3	M3.1.1 CAD M3.1.2 CAM M3.1.3 CAM mit Inventor M3.1.4 CAM mit SolidCAM M3.1.5 CAM mit SolidCAM
	Hydraulik/ Elektrohydraulik		M3.1.1 CAD M3.1.2 CAM M3.1.3 CAM mit Inventor M3.1.4 CAM mit SolidCAM M3.1.5 CAM mit SolidCAM
	Energieeffizienz in der E-Pneumatik		M3.1.1 CAD M3.1.2 CAM M3.1.3 CAM mit Inventor M3.1.4 CAM mit SolidCAM M3.1.5 CAM mit SolidCAM
	Energieeffizienz in der E-Hydraulik		M3.1.1 CAD M3.1.2 CAM M3.1.3 CAM mit Inventor M3.1.4 CAM mit SolidCAM M3.1.5 CAM mit SolidCAM
	Frequenzrichter in einem CPS		M3.1.1 CAD M3.1.2 CAM M3.1.3 CAM mit Inventor M3.1.4 CAM mit SolidCAM M3.1.5 CAM mit SolidCAM
STEUERUNG FACHGRUPPE 5	Kleinsteuerung LOGO	FACHGRUPPEN-ÜBERGREIFENDE MODULE	T1 Grundlagen IoT-Systeme T2 Hackathon T3 Virtualisierung in der Automation T3.1 Grundlagen Virtualisierung in der Automation T3.2 Prozesssimulation in der Automation T3.3 Digitale Zwillinge in der Automation T4 Maschinelles Lernen
	Grundlagen der SPS-Programmierung (TIA-Portal)		T1 Grundlagen IoT-Systeme T2 Hackathon T3 Virtualisierung in der Automation T3.1 Grundlagen Virtualisierung in der Automation T3.2 Prozesssimulation in der Automation T3.3 Digitale Zwillinge in der Automation T4 Maschinelles Lernen
	Grundkurs Ablaufsteuerung		T1 Grundlagen IoT-Systeme T2 Hackathon T3 Virtualisierung in der Automation T3.1 Grundlagen Virtualisierung in der Automation T3.2 Prozesssimulation in der Automation T3.3 Digitale Zwillinge in der Automation T4 Maschinelles Lernen
	Aufbaukurs SPS-Programmierung		T1 Grundlagen IoT-Systeme T2 Hackathon T3 Virtualisierung in der Automation T3.1 Grundlagen Virtualisierung in der Automation T3.2 Prozesssimulation in der Automation T3.3 Digitale Zwillinge in der Automation T4 Maschinelles Lernen
	Aufbaukurs Ablaufsteuerung		T1 Grundlagen IoT-Systeme T2 Hackathon T3 Virtualisierung in der Automation T3.1 Grundlagen Virtualisierung in der Automation T3.2 Prozesssimulation in der Automation T3.3 Digitale Zwillinge in der Automation T4 Maschinelles Lernen

Stand 11.2023