Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen

Studienarbeit

Modul T3100

des Studiengangs Elektrotechnik Automation

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

von

Zeller Dominic

Straub Luca

Abgabetermin

16.01.2023

Bearbeitungszeitraum:	Okt.2022 – Dez.2022
Matrikelnummer, Kurs:	7082754, TEA20 8710292, TEA20
Gutachter der Dualen Hochschule:	Prof. Dr. Thorsten Kever

Erklärung

Gemäß der Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorarbeit im Studienbereich der Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Studienarbeit mit dem Thema:

Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Friedrichshafen, den 14.01.2023

Zeller Dominic



Straub Luca



Sperrvermerk

Gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017:

„Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anderslautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt."

Friedrichshafen, den 14.01.2023

Zeller Dominic



Straub Luca



Kurzfassung

Diese Studienarbeit beschreibt die erste Hälfte einer Gesamtleistung für den Zeitraum der fünften und sechsten Theoriephase. Thematisiert wird die Steuerung und Vernetzung des Produktionsnetzwerks Fallenbrunnen im PTZ, als Teilaufgabe einer umfangreichen Projektgruppe. Zu Beginn wird die Motivation für die Auswahl der Aufgabe, sowie die Relevanz dieses Themas in der aktuellen Zeit der Digitalisierung im Rahmen von Industrie 4.0 geschildert. Des Weiteren werden die Ausgangssituation dargestellt, sowie klare Ziele für das vierte Quartal 2022 definiert. In enger Absprache mit allen beteiligten Teilgruppen des Gesamtprojekts, konnten die zur Verfügung stehenden Schnittstellen aller Komponenten und Hardware Details ermittelt werden. Ein Vergleich verschiedener Bussysteme stellt die Möglichkeiten für eine Vernetzung der Anlage dar. Anschließend wird die Auswahl eines passenden Bussystems begründet. Hieraus wurde die Steuerungsarchitektur angefertigt. Im Kapitel „Software“ werden nach einer Erläuterung der SPS-Norm die verschiedenen Programmierbausteine dargestellt. Nach einer Einführung in das TIA-Portal von Siemens wird ein Testlauf zur Einbindung der Komponenten an die Steuerung beschrieben. Abschließend wird der Fortschritt aus der fünften Theoriephase im Zusammenhang mit den zu Beginn definierten Zielen reflektiert, sowie ein Ausblick für den weiteren Verlauf der Studienarbeit gezeigt.

Abstract

The tasks of this student research project are part of a large-scale project with several groups involved. The control and networking of the Fallenbrunnen production network in the PTZ is described. At the beginning, the motivation for the selection of the task, as well as the importance of this topic in the current time of digitalization in the context of Industry 4.0 is described. Furthermore, the initial situation is presented, as well as clear goals for the fourth quarter of 2022 are defined. In close consultation with all subgroups involved in the overall project, the available interfaces of all components and hardware details were determined. A comparison of different bus systems showed the possibilities for networking the system with the method finally selected. From this, the control architecture was made. In the point software after an explanation of the PLC standard, the different programming modules are represented. After the description of the TIA portal of Siemens a test run is described for the integration of the components to the control. Finally, the progress from the fifth theory phase is reflected in connection with the goals defined at the beginning, as well as an outlook for the further process of the study work is shown.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung 2

Sperrvermerk 3

Kurzfassung 4

Abstract 5

Inhaltsverzeichnis 6

Abkürzungsverzeichnis 7

Abbildungsverzeichnis 8

Tabellenverzeichnis 8

1 Einleitung 9

1.1 Motivation 9

1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung 10

2 Hardwareentwicklung 12

2.1 Steuerungsarchitektur 12

2.2 Auswahl der Hardware 14

2.3 Bussysteme 16

2.4 Vergleich AS-I, Profibus, Profinet 24

2.5 Auswahl des Bussystems 26

3 Software 27

3.1 IEC 27

3.2 Programmierbausteine 27

3.3 TIA-Portal 29

3.4 Einbindung der Komponenten (Test) 30

4 Diskussion 33

5 Ausblick 34

Anhang 35

Literatur 36

Abkürzungsverzeichnis

AS-i ..... *Actuator-Sensor-Interface*
CPU ..... *Central Processing Unit*
DCP ..... *Discovery and Configuration Protocol*
EoL ..... *End of Line*
FB ..... *Funktionsbaustein*
FDL ..... *Fieldbus Data Link*
FUN ..... *Funktion*
GSD ..... *Gerätestammdaten*
GSMDL ..... *Generic Station Description Markup Language*
HMI-Panel ..... *Human Machine Interface Panel*
IEC ..... *Internationale elektrotechnische Kommission*
IO ..... *Input / Output*
IP ..... *Internetprotokoll*
IRT ..... *Isochronous Real Time*
IWT ..... *Institut für Weiterbildung, Wissens- und Technologietransfer*
LWL ..... *Lichtwellenleiter*
MAC ..... *Media Access Control*
NRT ..... *Non Real-Time*
OSI-Referenzmodell ..... *Open Systems Interconnection model*
PG ..... *Programmiergerät*
PLC ..... *Programmable Logic Controller*
Profibus ..... *Process Field Bus*
Profibus DP ..... *Profibus Decentralized Peripherals*
Profibus FMS ..... *Profibus Fieldbus Message Specification*
Profibus PA ..... *Profibus Process Automation*
Profinet ..... *Process Field Network*
Profinet CBA ..... *Profinet Component Based Automation*
PROG ..... *Programm*
PTZ ..... *Produktionstechnisches Zentrum*
RT ..... *Real-Time*
SOP ..... *Start of Production*
SPS ..... *Speicher Programmierbare Steuerung*
TCP/IP ..... *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*
TIA ..... *Totally Integrated Automation*
UART ..... *Universal Asynchronous Receiver Transmitter*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Steuerungsarchitektur 13
Abbildung 2: Beispielhafte AS-i Topologie 16
Abbildung 3: Beispielhafte Profibus Topologie 19
Abbildung 4: Verknüpfung der Profinet Geräte 22
Abbildung 5: Ebenenmodell der Bussysteme 24
Abbildung 6: Gerätebeschreibungsdatei (GSDML) 30
Abbildung 7: Gerätebeschreibungsdateien verwalten 31
Abbildung 8: Hardware-Katalog 31
Abbildung 9: Netzsicht im TIA-Portal 32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich Profibus und Profinet 24
Tabelle 2: Vergleich AS-Interface und Profibus 25
Tabelle 3: Programmierbausteine 27

1 Einleitung

1.1 Motivation

Im Zuge der rasch voranschreitenden Globalisierung, müssen sich Unternehmen laufend weiterentwickeln, um Ihre Marktanteile im Wettkampf dieser kurzlebigen Welt sichern zu können. Durch die voranschreitende Prozessautomatisierung werden vor allem bei administrativen Industrieprozessen Kosten und Zeit gespart. Deshalb gewinnt die Vernetzung von kompletten Anlagen und deren Komponenten untereinander zunehmend an Bedeutung. Schlüsselfaktor für einen hohen Automatisierungsgrad stellt hier ein schneller und zuverlässiger Austausch von Informationen dar. Fehleranfällige, manuelle Tätigkeiten und triviale Routinearbeiten sollen zunehmend automatisiert ablaufen, um mehr Zeit für das Erarbeiten strategischer Konzepte und die Ausführung wertschöpfender Prozesse zu gewinnen.

Der Beginn der Corona Pandemie im März 2020 zeigte schlagartig sehr deutlich, wie wichtig ein hoher Automatisierungsgrad, und die Digitalisierung von Prozessen für das Überleben eines Unternehmens im Krisenfall sein kann. Somit konnten manche Mitarbeiter Ihre arbeiten im Homeoffice fortsetzen und mussten nicht direkt in Kurzarbeit oder Sonderurlaub geschickt werden, sofern dies mit ihrem Tätigkeitsfeld zu realisieren war. Durch den Ausbau schneller Infrastrukturen verliert Räumliche Distanz in flexiblen Unternehmensstrukturen daher immer mehr an Relevanz.

Durch den Einsatz serieller Feldbussysteme oder Ethernet-Protokollen können Konventionelle Verbindungstechniken reduziert und somit Kosten und Zeit eingespart werden. Auch steigende Kundenansprüche an hoch performante, sichere Datenbestände, sowie der Wunsch nach diagnosefähigen Systemen untermauern den Einsatz von Bussystemen für die Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen.

1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Ziel des Gemeinschaftsprojekts ist die Realisierung eines Produktionsnetzwerks von der Planung bis hin zum „Start of Production“ (SOP). Es dient als Abbild für eine reale Wertschöpfungskette mit vernetzten, adaptiven und selbstlernenden Systemen. Diese Studienarbeit bezieht sich auf die Teilaufgabe der Steuerung und Vernetzung dieser Anlage. Die geforderten Komponenten, welche in dem Netzwerk integriert werden sollen und was das Ziel der Anlage ist, werden zu Beginn definiert. Die Umsetzung der Ziele muss daraufhin erarbeitet und unter den einzelnen Gruppen der verschiedenen Bereiche kommuniziert werden. Aufgrund dessen, dass dieses Projekt eine Entwicklung einer neuen Anlage für einen Kunden widerspiegelt, sind für die Ausgangssituation nur wenige Informationen oder Vorleistungen vorhanden.

Folgende konkreten Informationen für die Steuerung und Vernetzung des Produktionsnetzwerks sind bekannt:

- Vernetzung des Transfersystems
- Vernetzung des Condition Monitoring
- Vernetzung der digitalen Bildverarbeitung
- Vernetzung des Bin Picking Systems
- Vernetzung des Montagearbeitsplatzes
- Vernetzung der EoL-Testing Station
- Vernetzung des Transportsystems vom PTZ zur Lernfabrik-IWT

Des Weiteren wurden aufgrund von langen Lieferzeiten bereits eine Steuerung, ein HMI-Panel, und ein Ethernet-Switch von Siemens bestellt. Die Komponenten der einzelnen Netzwerksstationen wurden teilweise ebenfalls im Voraus bestellt, oder sind bereits vor Ort. Fehlende Komponenten müssen unter Beachtung eines verfügbaren Budgets noch angefragt und bestellt werden. Die Schwierigkeit besteht zu Beginn des Projekts in der Einarbeitung und eindeutigen Kommunikation mit allen Beteiligten. Im weiteren Verlauf gilt es sich der technischen Seite zu vertiefen, um Lösungsansätze zu erproben und auszuführen.

Für das Erreichen des Gesamtziels werden Teilziele auf die beiden Theoriephasen fünf und sechs aufgeteilt. Konkret gilt es für den Bearbeitungszeitraum des vierten Quartals 2022 zunächst folgende Arbeitspakete zu erledigen:

- Analyse der Ausgangssituation mit Dokumentation der vorhandenen und bestellten Hardware
- Recherche zu den Möglichkeiten der Vernetzung von Anlagen mit Bussystemen
- Absprache mit allen Projektgruppen für die Festlegung der vorhandenen Schnittstellen
- Auswahl eines geeigneten Bussystems für die Vernetzung der Anlage
- Bestellung der erforderlichen, noch fehlenden Hardware
- Durchführung erster Kommunikationsversuche zwischen Feldteilnehmern und der Steuerung mit dem ausgewählten Verfahren
- Grobe Planung der anstehenden Arbeiten für den nächsten Bearbeitungszeitraum im zweiten Quartal 2023 inklusive SoP

2 Hardwareentwicklung

2.1 Steuerungsarchitektur

Das Produktionsnetzwerk Fallenbrunnen ist in zehn verschiedene Unterpunkte unterteilt, die in der Steuerungsarchitektur aufgeführt sind. Der Unterpunkt mit der Vernetzung und Steuerung des Produktionsnetzes wird als das Herzstück des Systems bezeichnet. So ist auch zu erkennen, dass sich der Punkt zwei im Zentrum der Architektur befindet. In diesem Zentrum befinden sich zwei Ethernet-Switches, um die verschiedenen Hardwarekomponenten miteinander zu vernetzen. Alle Komponenten, die eine Schnittstelle oder Vernetzung benötigen, laufen hier zusammen. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, sind auch die Steuerung und das HMI-Panel mit einer direkten Verbindung zu den beiden Switches geführt. Um die Auswahl des Ports zu vereinfachen, sind die beiden Switches miteinander verbunden, so dass es keine Rolle spielt, an welchem der beiden Switches die verschiedenen Hardwarekomponenten angeschlossen werden. In den Gruppen eins und zehn des Produktionsnetzwerks ist keine Vernetzung der verschiedenen Komponenten erforderlich. Der Grund dafür ist, dass z.B. die Sensoren des Förderbandes direkt an die Eingangskarte der SPS gehen und somit ein analoges Signal ausgeben. Gruppe drei Condition Monitoring benötigt eine Ethernet-Verbindung, um das IoT-Gateway HUB-GM100 mit den anderen Komponenten zu vernetzen. Wie in der Abbildung 1 zu sehen ist, benötigt die Gruppe vier ebenfalls drei Ethernet-Schnittstellen. Jede Komponente wird separat angesprochen, um die Sicherheit bei der Übertragung gewährleisten zu können. Die drei Schnittstellen sind der installierte Roboter von Universal Robots, ein 1D/2D-Codeleser von ifm und ein RFID-Kompaktgerät ebenfalls von ifm. An der Bin Picking Station befindet sich ebenfalls ein Roboter von Universal Robots, der eine Vernetzung mit dem Produktionsnetzwerk benötigt. Um die richtigen Bauteile am Handarbeitsplatz zu montieren, wird ein Objekterkennungssensor installiert. Dieser ist auch unmittelbar an die beiden Switches angeschlossen. Gruppe acht verwendet eine Kombination aus Ethernet und IO-Link. Der Grund dafür ist, dass die beiden Profilsensoren von ifm nur über eine IO-Link-Schnittstelle verfügen. Daher muss die Vernetzung über einen IO-Link-Master von ifm erfolgen. Für die letzte Gruppe neun liegen derzeit noch keine Informationen zu den Schnittstellen vor, so dass die Konzeptionierung noch nicht durchgeführt werden kann.

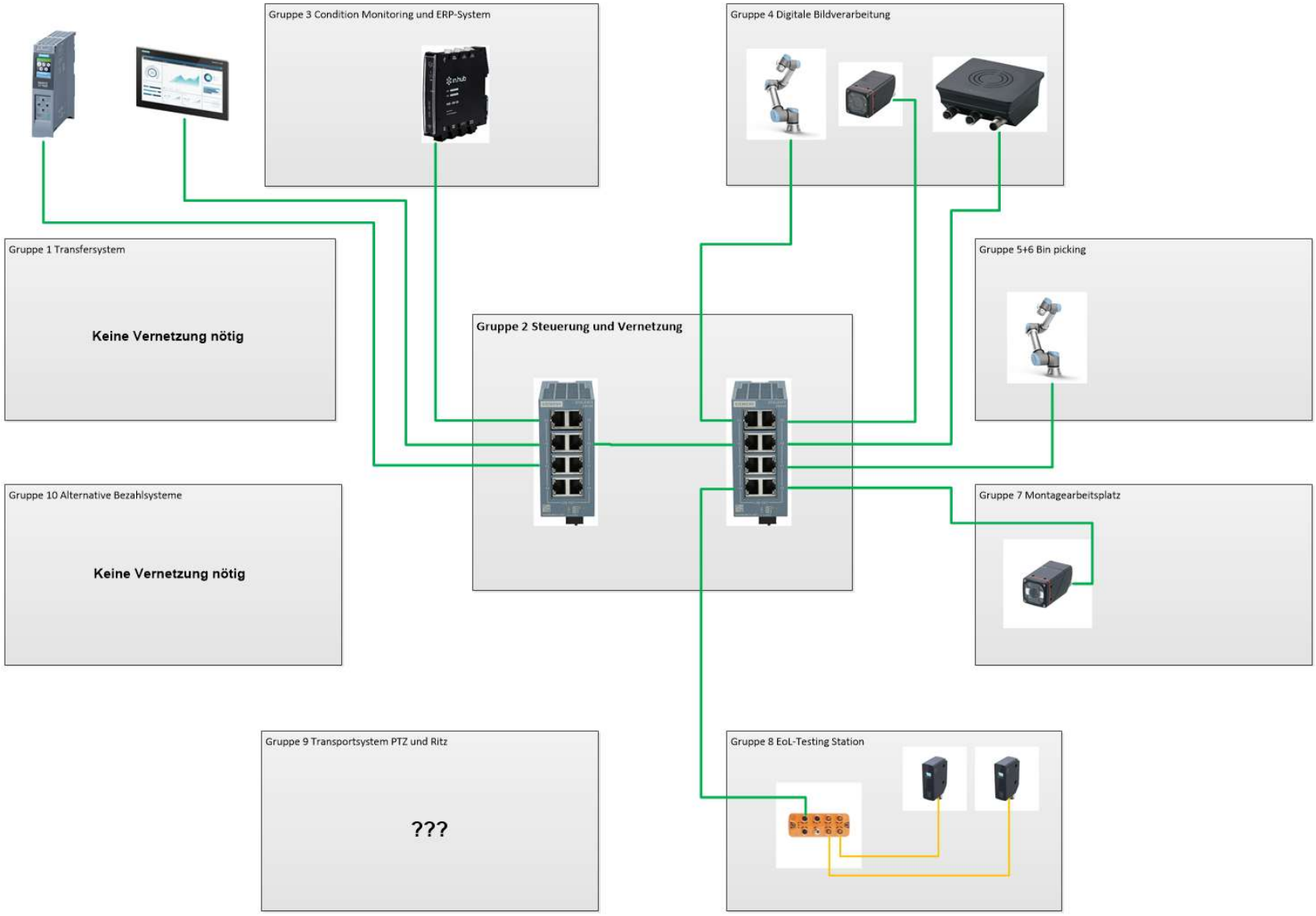


Abbildung 1: Steuerungsarchitektur

2.2 Auswahl der Hardware

Steuerung

- Hersteller: Siemens
- Baureihe: SIMATIC S7-1500
- Typ: S7 1513-1 PN S7-1500, CPU 1513-1 PN
- Schnittstelle: Profinet

Die Zentralbaugruppe (CPU) der SIMATIC S7-1500 Steuerung ist für das Ausführen des Anwenderprogramms sowie für die Kommunikation unter den einzelnen Anlagenkomponenten zuständig. Die Zentralbaugruppe verfügt über zwei Profinet Ports mit RJ45 Buchse. Sie kann problemlos mit den notwendigen Ein- und Ausgangsbaugruppen, sowie auch mit Analog- oder Safetybaugruppen erweitert werden. Das Display bietet sich für eine einfache Inbetriebnahme und spätere Diagnose des Systems an, auch wenn gerade kein Programmiergerät (PG) zur Verfügung steht. Die CPU kann mit der aktuellen Version V17.0 des TIA-Portal programmiert werden. In Verbindung mit einem HMI-Panel und geeigneten Sensoren/Aktoren sticht sie mit einer hervorragenden Diagnosefähigkeit für das gesamte Produktionsnetzwerk hervor. Die gewählte CPU 1513-1 PN gehört zu den Standard-CPUs der Siemens S7-1500 Reihe und wird vom Hersteller *„für Applikationen mit mittleren Anforderungen an den Programmumfang und die Bearbeitungsgeschwindigkeit, für dezentralen Aufbau über PROFINET IO“* beschrieben. [1]

Memory Card

Die 12MB Memory SD-Card dient als zusätzlichen Flash-EPROM Speicher. Mit diesem nicht flüchtigen Speicher werden Projektdateien gesichert und stehen auch nach einem Spannungsausfall weiterhin zur Verfügung. Die Memory Card kann auch zum Bereitstellen der Projektdateien für mehrere PLCs verwendet werden.

Ethernet-Switch

- Hersteller: Siemens
- Typ: Siemens SCALANCE XB008 Industrial Ethernet Switch 100 MBit/s
- Schnittstelle: Profinet

Der Industrial Ethernet Switch dient dem zentralen, sternförmigen zusammenführen aller Teilnehmer des Produktionsnetzwerks im Schaltschrank. Da die verfügbaren acht RJ45 Ports nicht ausreichend Anschlussstellen für die aktuell verwendeten Komponenten bieten, wird ein zweiter Switch zur Erweiterung der Ports verwendet. Somit ist auch die Möglichkeit zur Erweiterung der Anlage durch freie Reserve Anschlüsse geboten. Eine Ethernet Leitung verbindet den Switch mit der Steuerung und stellt somit die Kommunikationsmöglichkeit zu dieser her. [2]

Profinet Leitungen

Auch bei den Profinet Leitungen wird auf den Hersteller Siemens gesetzt. Hierfür werden vorkonfektionierte Kabel mit RJ45 Stecker, beziehungsweise ggf. mit M12-Stecker verwendet. Da die Anordnung der verschiedenen Arbeitsbereiche im Produktionsnetzwerk noch nicht final definiert ist, können nicht alle Leitungslängen endgültig dimensioniert werden. Für die Inbetriebnahme und erste Testversuche zur Verbindung und Kommunikation unter den einzelnen Teilnehmern zur CPU können bereits vorhandene Profinet Leitungen verwendet werden.

2.3 Bussysteme

AS-i

Bei dem Actuator-Sensor-Interface (AS-i) handelt es sich um ein Feldbussystem mit serieller Schnittstelle auf Master-Slave Ebene mit eindeutigen Adressen. Entwickelt wurde dieses System für den einfachen Anschluss von Sensoren und Aktoren auf Feldbusebene, um den Montageaufwand der herkömmlichen Parallelverdrahtung zu reduzieren. An einen AS-Interface Master, können bei der aktuellen Version 2.1 bis zu 62 Teilnehmer (Slaves) angeschlossen, und damit Daten für 248 Eingänge und 185 Ausgänge in max. 10ms ausgetauscht werden (echtzeitfähig). Mit der AS-i 3 Technologie, können bis zu 4 Bit Nutzdaten, und mit AS-i 5 bis zu 16 Bit Nutzdaten zyklisch gepollt werden. Die Kommunikation wird vom Master gestartet, indem er ein Datentelegramm an einen Slave sendet. Nach dem Erhalten eines Antworttelegramms schickt der Master ein Telegramm an den nächst höher adressierten Slave. Dieses Verhalten wird bis zum letzten Slave durchgeführt und startet anschließend wieder von vorne. Aufgrund dieses Verhaltens spricht man auch vom „Zyklischen Polling“. Für das System wird eine ungeschirmte Zweidraht-Flachleitung als Busleitung verwendet, bei der Ein- und Ausgangkomponenten einfach mit einer speziellen Durchdringungstechnik (Piercing-Technologie) angeschlossen werden. Diese spezielle Anschlussmöglichkeit verringert den Montageaufwand und die Fehleranfälligkeit, sowohl im Neuanlagenbau als auch für mögliche Erweiterungen oder Änderungen, enorm. Ein weiterer Vorteil durch diese Verdrahtungstechnik bietet sich in der flexiblen Auswahl der Topologie. Teilnehmer können in beliebiger Hierarchie unter verschiedenen Strukturen angeschlossen werden. Beispielsweise wäre eine Stern- oder Ringstruktur möglich, oder eine offene Baumstruktur mit weiterführender Linienstruktur wie in Abbildung 2 zu sehen ist. [3, 4]

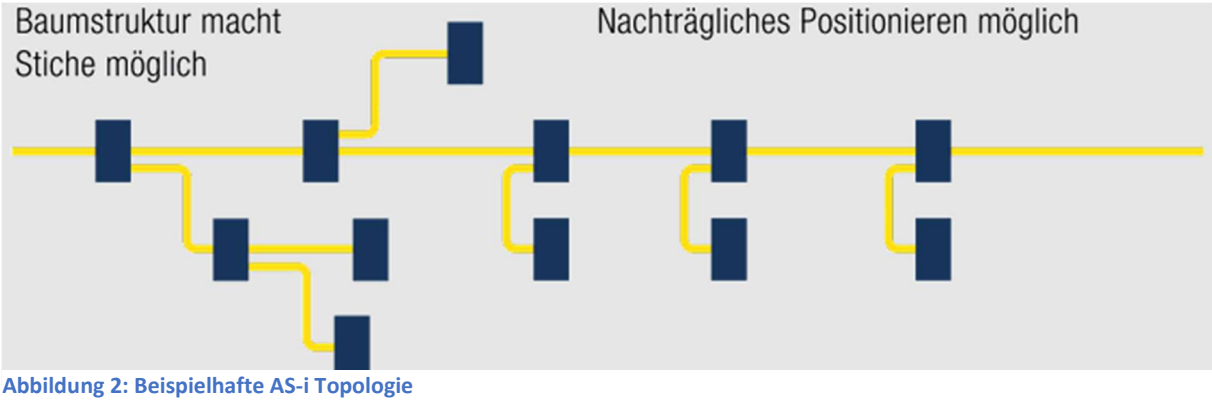


Abbildung 2: Beispielhafte AS-i Topologie

Die Zweidraht-Flachleitung dient sowohl der Datenübertragung als auch der Spannungsversorgung (24V) für die angeschlossenen Komponenten. Das üblicherweise gelbe Flachkabel für Datenaustausch und Spannungsversorgung (Querschnitt 1,5mm^2 →max. 8A), kann für Verbraucher mit höherem Energiebedarf mit dem schwarzen Flachkabel (Querschnitt 1,5mm^2-2,5mm^2 →max. 20A) für eine Hilfsspannungsversorgung ergänzt werden. Durch die spezielle Profilform des Kabels ist zusätzlich ein verpolsicherer Anschluss gewährleistet. Die Sensoren und Aktoren können dann jeweils mit M12-Verbindungsleitungen an den Modulen angeschraubt werden, oder direkt mit auf das Flachkabel gesteckt werden. Durch den Einsatz von Modulen ist man nicht ausschließlich auf die Nutzung von AS-i Sensoren/Aktoren begrenzt, sondern bleibt flexibel. Dadurch, dass nur eine AS-i Verbindung zum Schaltschrank führt, welche über einen AS-i Master an der Steuerung angeschlossen wird, kann der Verdrahtungsaufwand erheblich reduziert werden. Die Leitungslänge eines AS-i Netzwerkes ist inklusive aller Abzweige bei AS-i 3 zunächst auf 100m und bei AS-i 5 auf 200m begrenzt. Durch den Einsatz von Repeatern und Busabschlüssen kann die Entfernung zwischen zwei Teilnehmern in einem AS-i 3 Netzwerk auf bis zu 1000m erweitert werden. Hierfür dürfen maximal 2 Repeater in Reihe geschaltet werden. Ein weiterer Vorteil bietet AS-i durch die Möglichkeit Safety-Komponenten zu integrieren, welche über dieselbe Flachleitung zum Schaltschrank geführt werden können wie die restlichen Signale. Die Normierung für AS-Interface Systeme ist in der internationalen Norm IEC 62026-2: 2015 festgelegt. [5, 6]

Vorteile:

- Sehr einfache Montage → reduzierter Installationsaufwand und dadurch reduzierte Kosten, geringes Fehlerpotenzial und einfache Erweiterbarkeit
- Sensoren und Aktoren verschiedener Hersteller anschließbar
- Effiziente Energieversorgung und geringer Platzbedarf
- Nur ein Kabel für Datenübertragung und Energieversorgung
- Freie Wahl der Topologie
- Eindeutige Unterscheidbarkeit von Steuersignalen und Hilfsenergie
- Kurze Systemreaktionszeit
- Geringe Investitionskosten

Nachteile:

- Geringe Datenmenge pro Teilnehmer
- Max. 100 Meter einfache Leitungslänge ohne Terminierungswiderstand
- Single-Master System → Nur ein Master kann auf den Feldbus zugreifen

Profibus

Wie bei AS-i handelt es sich auch beim Process Field Bus (Profibus) um ein klassisches Feldbussystem, mit einem Buszugriff nach Aufforderung im Master-Slave Zugriffsverfahren und serieller Schnittstelle. Der Profibus überzeugt durch sein baukastenähnliches System, womit die gewünschten Anforderungen angepasst werden können. Im Detail können hierbei die Faktoren Kommunikationstechnologie, Gerätemanagement und Applikationsprofile individuell definiert werden. Profibus kann in drei Typen unterteilt werden. Hier gibt es zum einen den Profibus FMS (Field Message Specification), Profibus DP (Decentralized Peripherals) und den Profibus PA (Process Automation). Der Profibus FMS steht hierbei besonders für die objektorientierte Kommunikation und Parametrierung der Teilnehmer untereinander im Bussystem. Die Datenübertragung hierfür erfolgt grundsätzlich auf der kabelgebundenen RS-485 Schnittstelle, bei der die Datenübertragung grundsätzlich auf UART basiert. Mit derselben Schnittstelle arbeitet der meist bekannte und verwendete Profibus DP und wird genutzt um externe I/O Komponenten anzubinden, um mit der Steuerung zu kommunizieren. Beim Profibus PA steht die sichere Datenübertragung in explosionsgefährdeten und gefährlichen Bereichen im Vordergrund, weshalb hierfür auch oftmals Lichtwellenleiter (LWL) zur Datenübertragung zum Einsatz kommen.

Bei der Betrachtung der Busdefinitionen im OSI-Referenzmodell werden meist die Schichten 1, 2 und 7 herangezogen. In der ersten Schicht (Physical Layer / Bitübertragungsschicht) werden elektrische und mechanische Eigenschaften der Leitung definiert, weshalb sie zu den transportorientierten Schichten gehört. Das Übertragungsmedium stellt meist ein Buskabel Typ A mit einem D-SUB9 Stecker dar. Hierbei handelt es sich um eine abgeschirmte, verdrillte FC Standard Zweitdrahtleitung mit A- und B-Leiter. Der Profibus Stecker hat einen schaltbaren Abschlusswiderstand direkt integriert. Zur Vermeidung von Kommunikationsproblemen ist es wichtig auf die

richtige Busterminierung (Abschlusswiderstand ~ Wellenwiderstand) zu achten. Die Leitungslänge ist im Profibussystem auf maximal 1200m gegrenzt. Die Busstruktur kann maximal 32 Teilnehmer, beziehungsweise 126 Teilnehmer bei der Verwendung von bis zu neun Repeatern, aufnehmen. Dabei kann abhängig von der Leitungslänge eine Übertragungsrate von 9,6kbit/s – 12 Mbit/s erreicht werden. Hierfür müssen alle Teilnehmer separat, einheitlich eingestellt werden. Übliche Bustopologien sind hierfür eine Linien-, Stern- oder Baumstruktur.

In der zweiten Schicht des OSI-Modells (Sicherungsschicht) wird die einheitliche Verwendung des „Fieldbus Data Link“ (FDL) definiert und gehört damit auch zu den transportorientierten Schichten. Hier wird beschrieben wie die Datenübertragung und das Verbindungsmanagement aufgebaut ist, mit einheitlichen Definitionen für Datentelegramme und einheitlichen FDL Funktionen. Im Prinzip arbeitet der Profibus im Token Passing Verfahren mit Master-Slave Prinzip. Dafür kann man sich mehrere SPS-Stationen (Master) vorstellen, welche in einer Ringtopologie miteinander verbunden sind (siehe Abbildung 3). [7]

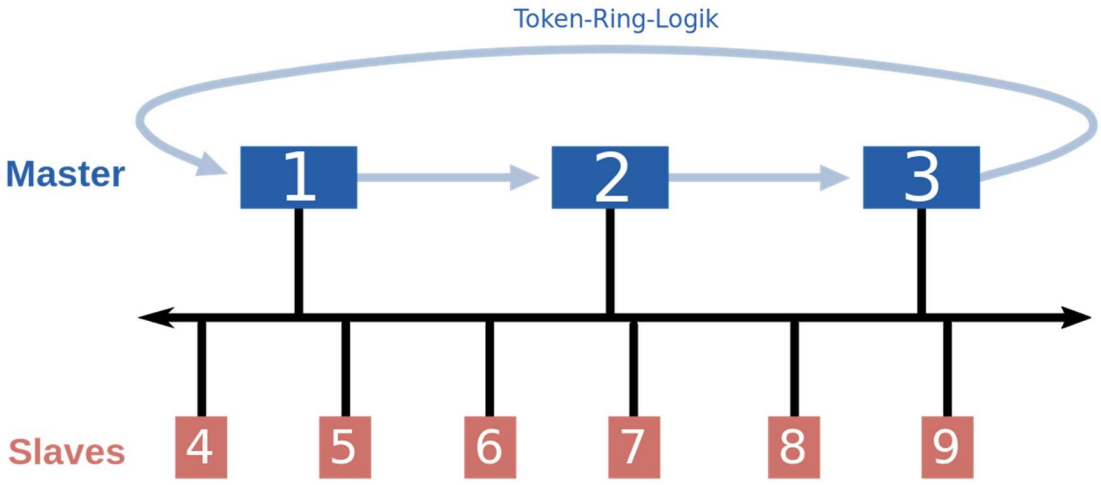


Abbildung 3: Beispielhafte Profibus Topologie

Von einem Master zum anderen wird ein sogenannter Token weitergegeben. Der Master mit dem Token, bekommt den Buszugriff an dem die Sensoren / Aktoren (Slaves) angeschlossen sind. Der Master pollt zyklisch alle Slaves und verarbeitet dann die erhaltenen Informationen. Der Vorteil durch das Token Passing Verfahren liegt darin, dass mehrere SPS-Stationen auf denselben Feldbus zugreifen können und somit nicht auf einen einzigen Master beschränkt ist.

Der Profibus DP wird über das DP-Protokoll in der siebten Schicht (Application Layer / Anwendungsschicht) beschrieben und gehört damit zu den anwendungsorientierten Schichten. Die aktuellste Version wird DP-V2 bezeichnet. Die Normierung für Profibussysteme ist seit 1999 in der IEC 61158/IEC 61784 festgelegt. [8–10]

Vorteile:

- Simple 2-Draht Technik
- Bewährtes System seit vielen Jahren

Nachteile:

- Langsamere Datenübertragung im Vergleich zu Profinet
- Begrenzter Anzahl an Teilnehmern

Profinet

Bei dem Profinet IO-System (Process Field Network) handelt es sich um eine Weiterentwicklung der bekannten Profibus Nutzerorganisation und orientiert sich somit stark am Profibus DP Master System. Profinet beschreibt jedoch im Gegensatz zu Profibus keine klassische Feldbus Variante, sondern einen auf Industrial Ethernet basierenden Kommunikationsstandard, zur echtzeitfähigen Integration von Feldbussystemen über TCP/IP und IT-Standard Protokolle. Die Datenübertragung erfolgt über ein klassisches geschirmtes Ethernet Kabel mit RJ45 Stecker oder M12-Stecker. Die Datenkommunikation erfolgt dabei mit bis zu 1Gbit/s oder 100Mbit/s. Bei Profinet Protokollen unterscheidet man drei verschiedene Arten.

- Profinet CBA (NRT)
- Profinet IO (RT)
- Profinet IO (IRT)

Profinet CBA (NRT) ist die erste Profinet Entwicklung mit dem Ansatz eines verteilten Automatisierungssystems, aber mit Buszykluszeiten von 50-100ms nicht echtzeitfähig. Diese Variante ist für einen azyklischen, bedarfsorientierten Datenaustausch zwischen PLCs (programmierbare logische Einheit) gemacht. Damit sollen Aufgaben auf mehrere PLCs aufgeteilt und anschließend in Teilen bearbeitet werden.

Mit Profinet IO (IRT) kann man Buszykluszeiten von nur 1ms erreichen. Allerdings wird für das relativ aufwändige Verfahren zusätzliche, spezielle Hardware benötigt und wird aus wirtschaftlichkeitsgründen somit nur verwendet, wenn eine dementsprechend hohe Performance unbedingt notwendig ist.

Profinet IO (RT) ist die gängigste Variante für Standardsysteme und gilt als direkter Nachfolger des Profibus DP. Es werden mit der Standardhardware zyklische Prozessdaten und Alarme im Bereich von ≤10ms abgerufen, wodurch das System echtzeitfähig ist. Profinet IO dient der Kommunikation zwischen der Steuerung und den dezentralen Feldgeräten. Neben reinen I/O-Daten können auch zusätzliche Statusinformationen, Bedarfsdaten und Parameter übertragen werden. [11]

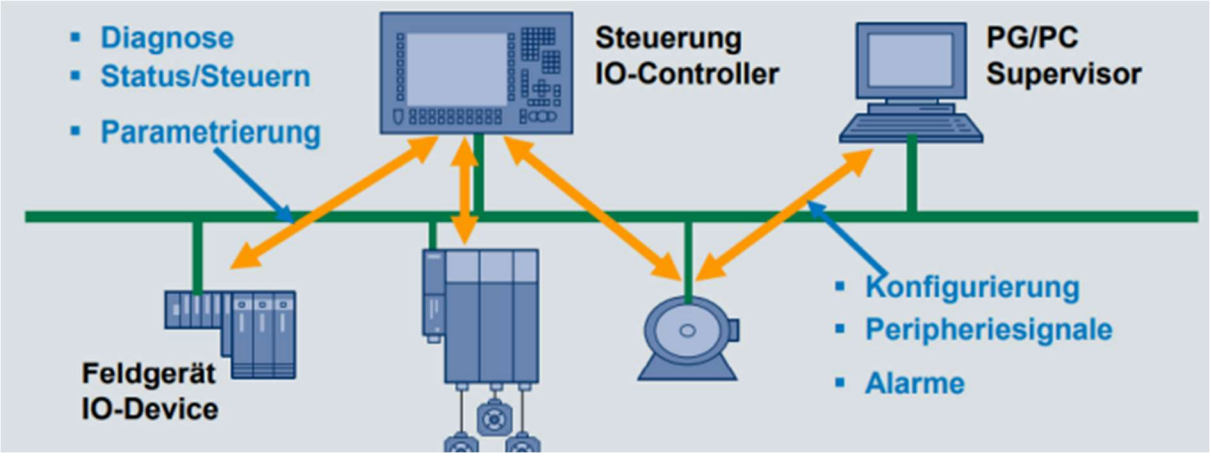


Abbildung 4: Verknüpfung der Profinet Geräte

Die Profinet Geräte werden in drei Kategorien eingeteilt (siehe Abbildung 4). Den IO-Controller (vgl. mit Profibus DP Master Klasse 1) stellt in der Regel die CPU der SPS dar und ist für den Programmablauf sowie den Datenaustausch und die Signalverarbeitung zuständig. Ein IO-Device (vgl. mit Profibus DP Slave) kann beispielsweise ein Switch, Sensor, Aktor oder anderes dezentral angeordnetes I/O-Feldgerät sein, welches dem IO-Controller zugeordnet ist und mit diesem einen zyklischen Nutzdatenaustausch als Prozessabbild der Steuerung durchführt. Der IO-Supervisor (vgl. mit Profibus DP Master Klasse 2) ist ein häufig nur temporär angeschlossenes Programmiergerät oder fest verbautes HMI-Panel und dient dem Entwickler zur Inbetriebnahme, Parametrierung oder Diagnose der Anlage beziehungsweise der einzelnen I/O-Devices.

Der Datenaustausch zwischen den Netzwerkteilnehmern erfolgt nach dem Provider-Consumer-Prinzip. Nach diesem Prinzip können der IO-Controller, sowie auch die IO-Devices bei einer Störung oder Anfrage selbstständig Daten versenden. Außerdem ist der Zugriff von mehreren Steuerungen auf dasselbe Feldgerät möglich. Die Adressierung der einzelnen Geräte erfolgt innerhalb des Netzwerks durch deren eigene MAC-Adresse, welche durch das DCP (Discovery and Configuration Protocol) eine IP-Adresse zugeordnet bekommt. Für die Einbindung eines Feldteilnehmers in das Netzwerk mittels Engineering Tool, wird zusätzlich die vom Hersteller zur Verfügung gestellte GSD-Datei (Gerätestammdatei) benötigt. Die Netzwerktopologie ist frei wählbar. Eine gängige Variante bietet eine Sternstruktur, indem alle Teilnehmer auf einen zentralen Switch geschalten werden. Im Feldeinsatz bieten sich aber auch Linienstrukturen an, vor allem, wenn man die Teilnehmer bis zum Endgerät

durchschleifen kann. Aber auch Ring- oder Baumstrukturen sind in bestimmten Fällen denkbar. Die Normierung für Profinet ist ebenfalls in der IEC 61158 / IEC 61784 festgelegt. [10, 12]

Vorteile:

- Bestehende Profibusnetze können einfach angebunden werden
- Mit Profibus Kenntnissen ist Profinet sehr einfach anzuwenden
- Modifizierbar und erweiterbar durch Modularisierung
- Flexibilität durch Nutzung von bekannten IT-Standards und Industrial Ethernet
- Sehr schnelle Datenübertragung und große Bandbreite
- Großes Angebot weltweit → gute Verfügbarkeit und Beständigkeit sowie geringe Anschaffungskosten

2.4 Vergleich AS-i, Profibus, Profinet

Die drei Bussysteme können in einzelne Bereiche aufgeteilt werden. Das Ebenenmodell (siehe Abbildung 5) stellt die Aufteilung grafisch in Form einer Pyramide dar. Es zeigt AS-i auf der Ebene der Feldkommunikation, Profibus zusätzlich auf Prozessleitebene und das Profinet bis zur Spitze auf die Ebene der IT-Kommunikation. [10]

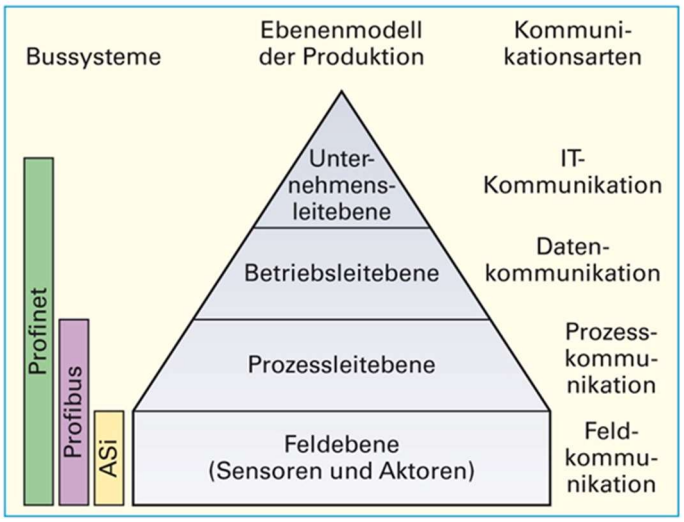


Abbildung 5: Ebenenmodell der Bussysteme

In der folgenden Tabelle der Organisation „*PROFIBUS International*“ wird ein Vergleich der Hauptmerkmale zwischen Profibus und Profinet dargestellt. [13]

	PROFIBUS	PROFINET
organization	PI	
application profiles	same	
concepts	Engineering, GSDs	
physical layer	RS-485	Ethernet
speed	12Mbit/s	1Gbit/s or 100Mbit/s
telegram	244 bytes	1440 bytes (cyclic)^
address space	126	unlimited
technology	master/slave	provider/consumer
connectivity	PA + others*	many buses
wireless	possible*	IEEE 802.11, 15.1
motion	32 axes	>150 axes
machine-to-machine	No	Yes
vertical integration	No	Yes
^with multiple telegrams: up to 2^{32}-65 (acyclic)		

Tabelle 1: Vergleich Profibus und Profinet

Folgender Auszug einer Vergleichstabelle des Herausgebers *„HMS Industrial Networks AB“* stellt die Hauptmerkmale der Feldbusse AS-Interface und Profibus gegenüber. [14]

	AS-Interface	Profibus
Anwendungs-bereiche	Sensor- / Aktorebeene	Feldebene
Besonderheiten	schnell, kostengünstig, ideal für rein binäre E/A-Signale	mehrere Varianten mit abgestufter Funktionalität: DP, DPV1, DPV2, PA
Reaktionszeiten	klein	mittel
Topologie	Linie, Stern, Baum	Linie
Übertragungs-medium	Kabel (2-adrig, ungeschirmt)	Kabel (2-adrig, geschirmt, verdrillt), Lichtwellen-leiter
Übertragungs-verfahren (Physical Layer)	alternierende Pulsmodulation	RS-485, LWL oder IEC 61158-2 (MBP)
Übliche Anschluss-techniken	Schneid-klemmtechnik	Sub-D (9-polig), M12 für IP65
Max. Teilnehmerzahl	62	126
Max. Ausdehnung je Segment	100 m	100 m (12 Mbit/s), 1200 m (9,6 kbit/s)
Energieversorgung der Teilnehmer über den Bus	ja, 30 Volt	DP: nein PA: optional
Einsatz im Exbereich	bedingt	DP: nein PA: ja

Tabelle 2: Vergleich AS-Interface und Profibus

2.5 Auswahl des Bussystems

Aufgrund der zu vernetzenden Teilnehmer des Produktionsnetzwerks Fallenbrunnen, fällt die Auswahl des Systems auf Profinet. Da bei allen Feldgeräten, sowie bei der Steuerung selbst Profinet Schnittstellen vorhanden sind, wird nur noch ein zentraler Ethernet Switch benötigt, um eine Kommunikation zwischen den Teilnehmern zu ermöglichen. Konfiguriert wird diese anschließend im TIA-Portal mit den GSD-Dateien der Hersteller. Profinet bietet außerdem die flexible Möglichkeit für Erweiterungen im Produktionsnetzwerk, was die Möglichkeit für Studienarbeiten über mehrere Jahre an nur einer Anlage bietet.

Des Weiteren ist die Einbindung an die Steuerung von IO-Link Devices mit Profinet problemlos möglich. Auch im Produktionsnetzwerk Fallenbrunnen wird unter anderem IO-Link Technik verwendet. Bei der EoL (End of Line) Testing Station werden zwei IO-Link Sensoren über einen IO-Link Master angeschlossen. Ein IO-Link System besteht aus einer CPU, einem oder mehreren IO-Link Mastern und einem oder mehreren IO-Link Devices. Hierbei handelt es sich nicht um einen Feldbus, sondern lediglich um eine Punkt zu Punkt Kommunikation zwischen dem IO-Link Device (Sensor bzw. Aktuator) und dem IO-Link Master. Der IO-Link Master wird dann ebenfalls mit einer Profinet Leitung an den Switch angeschlossen und muss zusätzlich mit einer 24V DC Spannungsquelle versorgt werden. Die Kommunikation wird über die Einbindung der GSD-Dateien im TIA-Portal hergestellt. [4]

3 Software

3.1 IEC 61131-3

Die IEC 61131-3 enthält die Vorschriften für den Programmierer von speicherprogrammierbaren Steuerungen. Da die Steuerungen immer komplexer werden, wird dem Programmierer ein Leitfaden an die Hand gegeben, der die Programmierung viel einfacher und effizienter macht. Die IEC-Norm verpflichtet den Programmierer nicht dazu, nach dieser Vorschrift zu arbeiten, aber sie ist ein Leitfaden, nach dem er arbeiten kann. Diese Richtlinien können die Entwicklungszeit von Programmen verkürzen. Die häufige Verwendung der Norm erleichtert es dem Benutzer, sich in andere Projekte einzuarbeiten. Es ist also nicht notwendig, jedes Mal eine neue Programmiersprache zu lernen. Ein weiterer Vorteil, der sich aus dem Standard ableiten lässt, ist die Vergleichbarkeit der verschiedenen Steuerungssysteme. Außerdem können die Programme portabler gestaltet werden, da die Hersteller alle die gleichen Programmiersprachen verwenden und somit einheitlich sind. Außerdem hängt die Umsetzung der Norm vom Hersteller ab, der angibt, in welchem Umfang sie umgesetzt wird.

3.2 Programmierbausteine

Das Programm wird in Programmiereinheiten (auch POEs genannt) beschrieben. Die Bausteine sind in drei verschiedene Module unterteilt. Die funktionsreichste Bausteineinheit besteht aus dem Programm, die nächstuntergeordnete Bausteineinheit ist die Funktionsbausteineinheit. Der Funktionsbaustein mit dem geringsten Funktionsumfang ist die Funktion. Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen POEs funktional beschrieben.

POE-Typ	Schlüsselwort	Bedeutung
Programm	PROGRAM	Hauptprogramm mit Zuordnung der SPS-Peripherie, globalen Variablen und Zugriffspfaden
Funktionsbaustein	FUNCTION_BLOCK	Baustein mit Ein- und Ausgangsparameter, ist der zur Programmierung hauptsächlich benutzte POE-Typ
Funktion	FUNCTION	Baustein mit Funktionswert, Ein- und Ausgangsparameter zur Erweiterung des SPS-Operationsvorrats

Tabelle 3: Programmierbausteine

FUN

Bei den FUN´s handelt es sich um den einfachsten Programmbaustein. Er wird auch häufig als Gedächtnisloser Baustein bezeichnet. Das heißt, dass er eingehende Parameter auswertet und gibt aus diesen einen Funktionswert für den Ausgangsparameter an. Wichtig dabei ist aber, da der FUN kein Gedächtnis hat, ist die Funktion nur in diesem Schritt verfügbar. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass die Funktion mit den gleichen Eingängen immer das gleiche Ergebnis ausgibt. Daher werden FUN´s für die Strukturierung der Programme genutzt. So ist es möglich das die FUN´s in dem Programm öfters vorkommen können.

FB

Die FB´s können im Wesentlichen mit den FUN´s verglichen werden, bis auf den Vorteil, dass sie ein Gedächtnis haben. Dies ist erkennbar das hinter jedem FB eine Instanz hinterlegt ist und so der FB seine Werte merken kann. Durch diese Datenstruktur kann der FB die mehrfachen Signale auf verschiedene Ausgänge unterscheiden und verteilen. Wie der FUN wird der FB auch für die Strukturierung des Programmes genutzt. Dies ist erkennbar das die Bausteine im Programm wiederverwendet werden und so öfters im Programm auftauchen. Der Unterschied zum FUN ist, dass für jeden weiteren FB eine neue Instanz angelegt werden muss. Grund hierfür ist, dass der FB ansonsten auf die gleiche Datenstruktur zugreifen würde.

PROG

Der POE-Typ PROG ist das sogenannte Hauptprogramm dieser drei Programmbausteine. Bei diesem Baustein werden alle Variablen und physikalischen Adressen wie Ein- und Ausgänge der SPS deklariert. Das heißt, dass in diesem Programmbaustein das ganze Programm gesteuert wird und somit der Baustein ebenfalls wie bei dem FB ein Gedächtnis hat. [15]

3.3 TIA-Portal

Das TIA Portal ist eine Automatisierungssoftware von Siemens und wird Totally Integrated Automation Portal genannt. Das TIA Portal integriert nicht nur die Basissoftware wie STEP 7 oder WIN CC, sondern verfügt auch über zusätzliche Funktionalitäten, die nur mit dieser Software verfügbar sind. Diese Software wird für das Engineering von innovativen Maschinen eingesetzt, um die Maschinen zu entwerfen, zu entwickeln, zu fertigen und in Betrieb zu nehmen. Sie ermöglicht einen vollständigen Zugang zur digitalisierten Automatisierung, so dass Maschinen von der Planung bis zur Inbetriebnahme in einer Software verfolgt werden können. Mit TIA können Projekte und Anlagen flexibler, schneller und produktiver geplant und realisiert werden. Im TIA Portal greifen innovative Simulationswerkzeuge, nahtlos integriertes Engineering und transparente Anlagenbedienung perfekt ineinander. Das bedeutet, dass Systemintegratoren, Maschinenbauer und Anlagenbetreiber gleichermaßen von der Automatisierungssoftware profitieren. Das hat den Vorteil, dass jeder, der mit der Anlage in Berührung kommt, die Betriebs-, Maschinen- und Anlagenprozesse einfach optimieren kann. So wird mit der TIA-Software eine transparente Bedienung möglich. Die verschiedenen Hardwarekomponenten der Anlage können in der Software vernetzt werden und bilden so eine Schnittstelle. Darüber hinaus können alle Einstellungen der verschiedenen Komponenten direkt in der Automatisierungssoftware vorgenommen und somit einfach über eine gemeinsame Plattform bedient werden. Darüber hinaus können, ähnlich wie bei STEP 7, die verschiedenen Komponenten programmiert und auch auf das System übertragen werden. Dies kann über eine Kabelverbindung oder eine drahtlose Verbindung erfolgen. Ein weiterer Vorteil des TIA-Portals ist, dass die verschiedenen Einstellungen und Programme einfach online getestet werden können. Mit Hilfe zusätzlicher Funktionen kann das TIA-Portal auch genutzt werden, um eine Schnittstelle für Panels zu erstellen und in der Software zu simulieren. [16]

3.4 Einbindung der Komponenten (Test)

Im weiteren Verlauf der Studienarbeit sollen die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Hardwarekomponenten geschaffen werden. Um dies später leichter umsetzen zu können, wird ein Test mit einer bestehenden Komponente durchgeführt. Der Test dient der Planung der späteren Umsetzung, d.h. es wird an der Hardwarekomponente getestet, wie die Schnittstelle zur SPS hergestellt werden kann. Hierfür wurde der IO-Link-Master von ifm verwendet.

Der erste Schritt zur Einrichtung der Schnittstelle zwischen IO-Link-Master und SPS ist der Download der Gerätebeschreibungsdatei (GSMDL). Diese Datei ist auf der Seite des Herstellers, in diesem Fall auf der ifm-Seite, zu finden und kann als Zip-Datei heruntergeladen werden. Diese Datei enthält die Informationen, die von der SPS benötigt werden, um später die Schnittstelle einrichten zu können. Diese Datei enthält die Einstellmöglichkeiten des Gerätes, die Betriebsanleitung, die GSDML-Datei und die Funktionen der Hardwarekomponente.



Abbildung 6: Gerätebeschreibungsdatei (GSDML)

Der nächste Schritt ist das Anlegen eines neuen Projekts im TIA Portal, in dem die zu verwendende Zentralbaugruppe implementiert wird. Sobald die CPU im Programm ist, kann mit dem Einfügen der benötigten Hardware begonnen werden. Um die zuvor heruntergeladene Datei zu öffnen, muss diese zunächst in TIA installiert werden. Dies ist über das Menü Extras möglich, in dem ausgewählt werden kann, dass die Gerätebeschreibungsdateien (GSMDL) verwaltet werden können. Sobald das Fenster der Gerätebeschreibungsdateien geöffnet ist, können diese abgerufen werden. Dazu muss der entsprechende Quellpfad aufgerufen werden, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Anschließend können die verschiedenen GSMDL-Dateien im unteren Feld angezeigt werden. Die gewünschte zu installierende Datei muss dann ausgewählt und mit der grünen Schaltfläche Installieren ausgeführt werden. Es öffnet sich ein Fenster mit einem Ladebalken, der anzeigt, wie lange die Installation dauern wird. Es können mehrere Dateien gleichzeitig installiert werden.

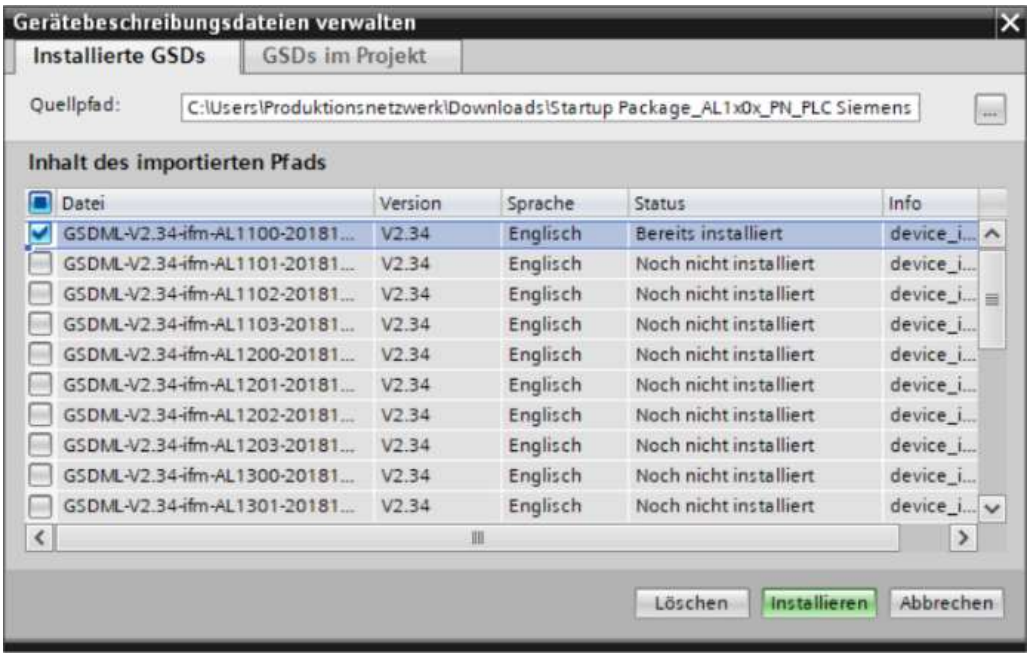


Abbildung 7: Gerätebeschreibungsdateien verwalten

In diesem Schritt kann in der Menüleiste der Hardwarekatalog (Abbildung 8) ausgewählt werden. Es werden alle Siemens-Komponenten angezeigt und können somit auch selektiert werden. Zusätzlich können die verschiedenen Feldgeräte über den Reiter Weitere Feldgeräte ausgewählt werden. So kann die gewünschte Hardwarekomponente anhand der zuvor installierten Gerätebeschreibungsdatei unter dem Reiter ifm electronic gefunden werden. Das bedeutet, dass der installierte IO-Link-Master unter dem Unterpunkt PROFINET IO eingeordnet wird. Das hat zur Folge, dass alle Komponenten, die über die GSMDL-Datei für die Profinet-Komponenten installiert werden, unter diesem Reiter geöffnet werden können. Ist nun z.B. eine Gerätebeschreibungsdatei eines ifm-Sensors installiert, so kann diese auch in diesem Katalog aufgerufen werden. Der einzige Unterschied ist, dass der Sensor unter dem Punkt Sensor zu finden ist.



Abbildung 8: Hardware-Katalog

Der letzte Schritt bei der Integration der Schnittstellen ist das Verbinden der Komponenten. Dazu muss nur noch die gewünschte Hardwarekomponente per Drag & Drop in die Netzwerkansicht gezogen werden. Die SPS und der IO-Link-Master werden dann in der Übersicht eingefügt und müssen lediglich mit einer Leitung verbunden werden. Für diese Leitung kann ebenfalls ausgewählt werden, um welche Verbindung es sich handelt. Da es für den IO-Link-Master zwei Möglichkeiten gibt, wird eine grüne Profinet-Verbindung hergestellt (siehe Abbildung 9). Werden nachträglich weitere IO-Link-Geräte hinzugefügt, muss am Master eine gelbe IO-Link-Verbindung gewählt werden. Danach muss nur noch eine IP-Adresse für die verschiedenen Komponenten gewählt werden. Diese IP-Adresse muss sich im gleichen Netzwerk befinden wie die der SPS. Dadurch wird die Kommunikation zwischen den Komponenten sichergestellt.

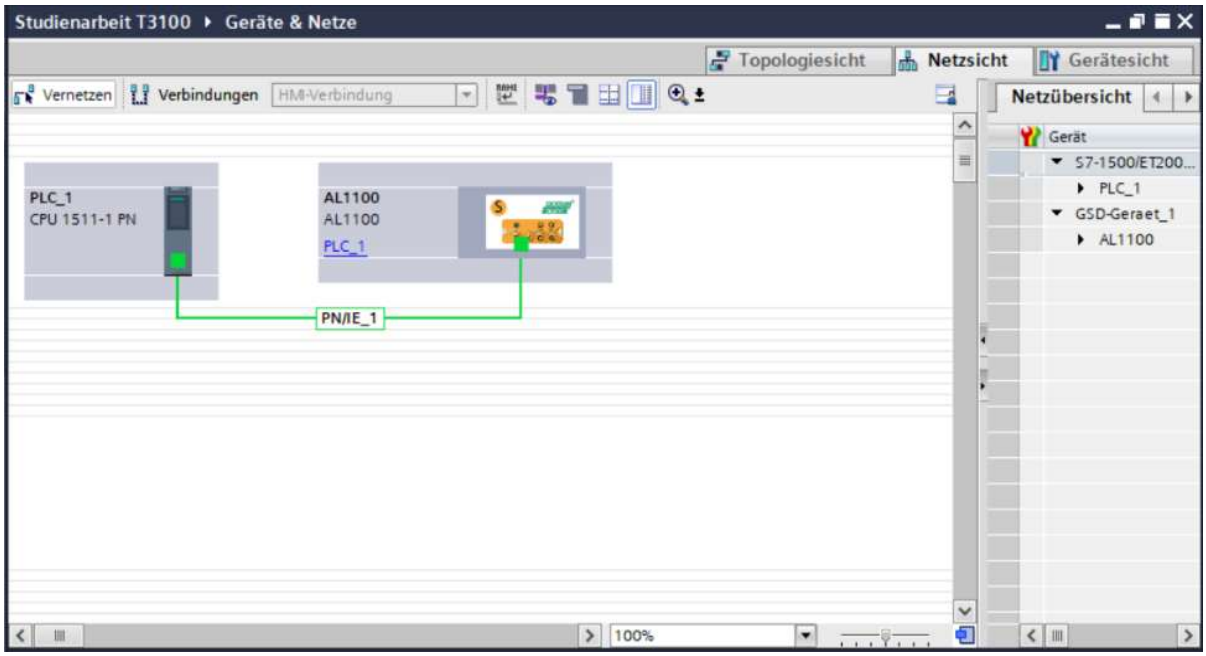


Abbildung 9: Netzsicht im TIA-Portal

4 Diskussion

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Ziel des ersten Teils der Studienarbeit erreicht wurde. Auch wenn die Bearbeitung nicht wie geplant verlief. Der Grund dafür war, dass die Informationen, die wir von den anderen Gruppen benötigten, erst zu einem späten Zeitpunkt vorlagen. Grund dafür ist, dass die Gruppen zunächst ihr eigenes Konzept erarbeiten mussten. Daher konnten uns die Informationen über die Verbindung und die Schnittstellen erst im Nachhinein übergeben werden. Sobald die meisten Informationen vorlagen, konnten wir im zweiten Teil mit der Planung für die spätere Umsetzung beginnen. Das bedeutet, dass im ersten Schritt die benötigte Hardware ausgewählt werden konnte. Für die Hardware wurde dann das passende industrielle Bussystem ausgewählt. Dieses musste mit der Hardware der verschiedenen Gruppen abgeglichen werden, um die gemeinsame Vernetzung zu gewährleisten. Bis auf die Gruppe mit dem Transportsystem zwischen dem PTZ und der Lernfabrik, wurde gemeinsam eine passende Lösung gefunden. Sobald die Steuerungsarchitektur mit den Bussystemen Profinet und IO-Link feststand, konnte der nächste Schritt unternommen werden. Der nächste Schritt betraf dann die Software. In diesem Schritt musste vor allem die Softwareumgebung mit dem TIA Portal installiert werden. Diese wurde auf einem Laptop installiert, der allen Gruppen in diesem Projekt zur Verfügung steht. Sobald die Softwareumgebung einsatzbereit war, konnte der Test für die Schnittstellen beginnen. Der Test simulierte die Verbindung zwischen einem IO-Link-Master und der SPS. Die Simulation verlief reibungslos und somit ist die Implementierung der verschiedenen Schnittstellen zwischen den Hardwarekomponenten und der SPS gegeben.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Vernetzung und Anbindung voll im Zeitplan liegt und keine Konflikte für den zweiten Teil der Studienarbeit darstellt. Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass die Gruppe diese Projektarbeit im Hinblick auf die Zielerreichung als Erfolg betrachtet.

5 Ausblick

Das weitere Vorgehen im zweiten Teil der Studienarbeit bezieht sich hauptsächlich auf die Umsetzung der zuvor geplanten Vernetzung. Zunächst muss das Konzept und die Anbindung mit der Gruppe des Transportsystems zwischen dem PTZ und der Lernfabrik besprochen werden. Sobald die Informationen vorliegen, kann die Steuerungsarchitektur vollständig ausgefüllt werden. Des Weiteren kann, sobald die Komponenten montiert sind, die Profinet-Verkabelung zum Switch erfolgen. Der vorerst erste Schritt besteht darin, die passende Kabellänge zu ermitteln, damit später die entsprechenden Kabel bestellt werden können. Anschließend werden die Schnittstellen der verschiedenen Hardwarekomponenten über das TIA-Portal verknüpft. Dies wurde bereits in einem Test durchgeführt und sollte keine größeren Schwierigkeiten bereiten. Sobald die Vernetzung zwischen den Komponenten und der SPS abgeschlossen ist, kann mit der Einstellung der verschiedenen Komponenten begonnen werden. Dies geschieht in Absprache mit den verschiedenen Gruppen, um die Bedürfnisse aller Beteiligten zu berücksichtigen. Wenn es die Zeit erlaubt, sollte eine HMI im Produktionsnetzwerk implementiert werden. Um verschiedene Prozesse zu veranschaulichen oder um Anpassungen am System vorzunehmen.

Anhang

Produktionsnetzwerk: Steuerung und Vernetzung von Anlagen und Management Systemen (2033)



Literatur

[1] SIEMENS, *Standard-CPUs.* [Online]. Verfügbar unter: https://mall.industry.siemens.com/mall/de/WW/Catalog/Products/10045649.

[2] Conrad, *Siemens SCALANCE XB008 Industrial Ethernet Switch 100 MBit/s.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.conrad.de/de/p/siemens-scalance-xb008-industrial-ethernet-switch-100-mbit-s-197894.html.

[3] Bihl+Wiedemann, *AS-Interface – Einfach automatisieren.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.bihl-wiedemann.de/de/applikationen/as-interface.html?gclid=EAIaIQobChMImvHr6Pi5_AIVk-d3Ch35XworEAAYASAAEgIrtvD_BwE.

[4] Dr. Thorsten Kever, „Industrielle Bussysteme IO-Link, ASi, CANopen“.

[5] BS1 Kempten, *ASi Bussprotokoll.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=P0VfldLmuY.

[6] Josef Griesbauer, *AS Interface, AS-I-Bus, PROFIBUS FMS/DP/PA, CAN, CSMA/CR, Identifier | Prof. Griesbauer.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=ohhqEdK1Bco.

[7] Wikipedia, *Datei:Profibus-Topo.svg.* [Online]. Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Profibus-Topo.svg.

[8] Dr. Thorsten Kever, „Skript Industrielle Bussysteme Profibus“.

[9] Klaus Tkotz, Siegfried Schmitt, Konstantin Häberle, Bernd Schiemann, Dieter Isele, Heinz O. Häberle, Rudolf Krall, Hans Walter Jöckel, Verena Häberle, Gregor Häberle, Dietmar Schmid, *Tabellenbuch Elektrotechnik,* 29. Aufl. Europa Lehrmittel.

[10] Werner Klee, Klaus Tkotz, Olaf Reichmann, Monika Burgmaier, Horst Bumiller, Bernd Feustel, Walter Eichler, Christian Duhr, Ulrich Winter, Jürgen Schwarz, Thomas Käppel, *Fachkunde Elektrotechnik,* 29. Aufl. Europa Lehrmittel.

[11] Dr. Thorsten Kever, „Skript Industrielle Bussysteme Profinet“.

[12] bürkert, *PROFINET: der sichere Kommunikationsstandard in industriellen Netzwerken.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.buerkert.de/de/Service-Support/Support/Glossar/PROFINET-der-sichere-Kommunikationsstandard-in-industriellen-Netzwerken#:~:text=PROFINET%20ist%20ein%20auf%20Industrial,die%20Integration%20von%20Feldbus%2DSystemen.

[13] Endress+Hauser, *Alles, was Sie zu PROFIBUS-Netzwerke und ihre Verwendung mit IIoT-Services wissen müssen!* [Online]. Verfügbar unter: https://netilion.endress.com/blog/de/profibus-netzwerke-und-ihre-verwendung-mit-iiot-services/.

[14] Feldbusse.de, *Vergleich der Feldbussysteme.* [Online]. Verfügbar unter: https://www.feldbusse.de/Vergleich/vergleich_feldbusse.shtml.

[15] M. Tiegelkamp und K. H. John, *SPS-Programmierung mit IEC 61131-3*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009.

[16] SIEMENS, *Totally Integrated Automation Panel - Always ready for tomorrow.* [Online]. Verfügbar unter: https://new.siemens.com/de/de/produkte/automatisierung/industrie-software/automatisierungs-software/tia-portal.html?gclid=EAIaIQobChMIjpviuP65_AIVz-x3Ch3y5gX0EAAYBCAAEgIQgfD_BwE&acz=1.