



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische Berufe

# Arbeitsblätter Einführung in **PROFINET**

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30580

## **Autor**

---

Thomas Lücke, Dipl.-Ing (Univ) Dipl.-Ing (FH), OStR, 56410 Montabaur

## **Lektorat**

---

Alexander Barth, Dipl.-Ing (Univ), 42781 Haan-Gruiten

## **Umschlaggestaltung**

---

Media Creativ, 40724 Hilden

Das Titelfoto basiert auf einer digitalen Vorlage der SCHAEFER KALK GmbH & Co KG, 65623 Hahnstätten.

## **Bildquellenverzeichnis** (Seite/Bildnummer, Tabellenummer)

© Siemens AG 2012, Alle Rechte vorbehalten, 80333 München [www.automation.siemens.com/bilddb/](http://www.automation.siemens.com/bilddb/)  
(9/1; 11/2; 15/1; 27/1; 28/1; 31/1; 33/2; 35/1; 37/1 + 2; 38/1)

© PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.; alle Rechte vorbehalten, 76131 Karlsruhe [www.profibus.com](http://www.profibus.com)  
(Cover: PROFINET-Logo)

## **Danksagung**

---

Ich danke folgenden Institutionen/Firmen/Personen für die Bereitstellung und Inbetriebnahme von Hard- und Software:

**SCHAEFER KALK GmbH & Co KG, Dr. Holger Drescher, Volker Ax, Andreas Hies, Max Geis, 65623 Hahnstätten,**  
[www.schaeferkalk.de](http://www.schaeferkalk.de)

Die SCHAEFER KALK GmbH & Co KG, vertreten durch Dr. Holger Drescher und Volker Ax, spendete einen Teil der benötigten Hardware. Besonders danken möchte ich dem Ausbilder Andreas Hies, der mit seinen Auszubildenden das Experimentalrack entwickelt, zusammengebaut sowie dokumentiert hat und Max Geis, der die Inbetriebnahme der Hard- und Software durchgeführt hat.

**Siemens AG, Edgar Eiser, Frank Hermann (56068 Koblenz); Juergen Scheid, Toni Hoier (68165 Mannheim); Ludwig Eble, Michaela Welnhofner (80333 München) und dem Siemens Support Dienst** [www.siemens.de](http://www.siemens.de)

Die Siemens AG, vertreten durch Edgar Eiser, Frank Hermann, Jürgen Scheid, Toni Hoier, Ludwig Eble und Michaela Welnhofner, stellten die Software und die vielen Bilder zur Verfügung und gaben mir technischen Support.

**TechSmith Corp., Anton Bollen, Woodlake (USA)** [www.techsmith.de](http://www.techsmith.de)

Die TechSmith Corporation, vertreten durch Herrn Anton Bollen, stellte die Software *Snagit* kostenfrei zur Verfügung mit der die Screenshots erstellt und durch den Austausch der Screenshots von Softwaremeldungen die technische Beratung durchgeführt wurde.

**rkt; Frau Brigitte Kaip, Herr Rainer Kaip (42799 Leichlingen)** [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)

Frau Brigitte Kaip und Herr Rainer Kaip haben in unermüdlicher Kleinarbeit mein Manuskript und die anschließenden Korrekturen durch eine ideenreiche Satz- und Bildgestaltung in eine professionelle Form gebracht.

Das vorliegende Buch wurde auf der Grundlage der aktuellen amtlichen Rechtschreibregeln erstellt.

ISBN 978-3-8085-3058-0

1. Auflage 2013

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag genehmigt werden.

© 2013 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Layout, Satz und Bildbearbeitung: rkt, 42799 Leichlingen, [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)

Druck: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

# Hard- und Softwarevoraussetzungen

## Software/Hardware

Für die Inbetriebnahme wird die Software Siemens *Simatic Step 7 V5.5 SP 1 Student* verwendet, welche die Betriebssysteme *Windows XP Professional SP3*, *Vista Ultimate* und *Business/Server 2003 SP2* oder *Windows 7 Professional* benötigt (© eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation).

Die Hardware ist auf einem Rasterblech aufgebaut (**Tabelle 1, Umschlag-Innenseite vorne**).

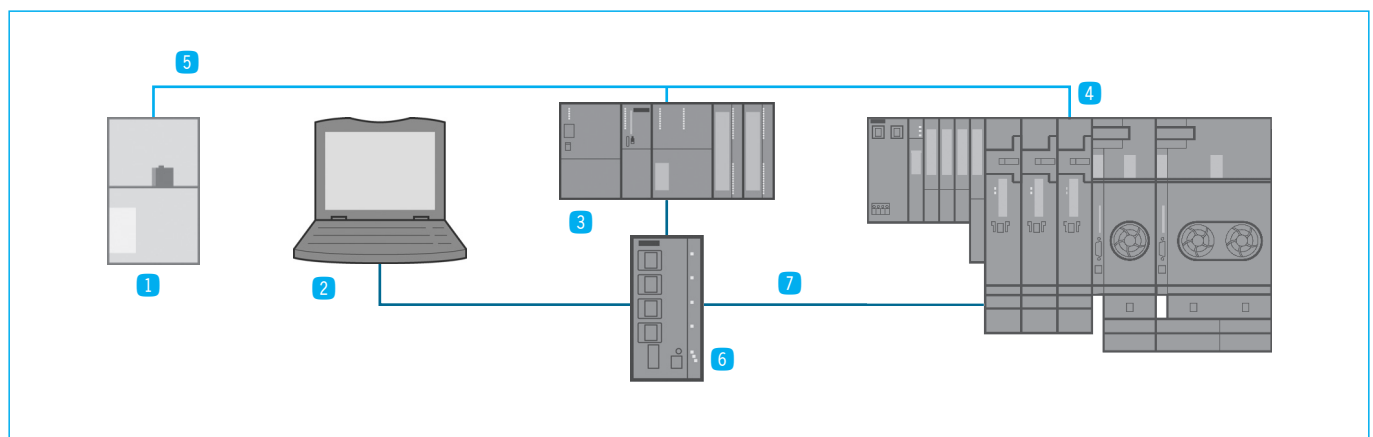
Folgende PROFINET-Komponenten sind neben einem Standard-PC mit Netzwerkanschluss erforderlich:

Hersteller	
Homepage	

Gerät (Anzahl)	Typ	Bestellnummer	Version
Laststromversorgung			
SPS/CPU			
Kommunikationsprozessor			
4-Port-Switch <sup>1)</sup>			

### Feinmodulares Dezentrales Peripheriegerät ET 200S, bestehend aus:

IO-Device Interfacemodul	
Powermodul (2 ×)	
Digitaleingabemodul (5 ×)	
Digitalausgabemodul (5 ×)	
Topologie	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7



<sup>1)</sup> **Hinweis:** Aus Kostengründen kann auf den Einbau eines Switches verzichtet werden.

# Inhaltsverzeichnis

---

## Theoretische Grundlagen

<b>1</b>	<b>Allgemeine Netzwerke</b>	5
1.1	Grundlagen	5
1.2	Physikalische Topologie	7
1.3	Zugriffsprotokolle	8
1.4	Passive Netzkomponenten / Übertragungsmedien	9
1.5	Aktive Netzkomponenten	13
1.6	TEST 1: Allgemeine Netzwerke	14
<b>2</b>	<b>Netzwerke der Automatisierungstechnik (IE/PROFINET)</b>	15
2.1	Vernetzungshierarchie in der Automatisierungstechnik	15
2.2	Industrial Ethernet (IE)	16
2.3	Merkmale von PROFINET	17
2.4	PROFINET IO und PROFINET CBA	17
2.5	OSI-7-Schichtenmodell	18
2.5.1	Standard-Ethernet im OSI-7-Schichtenmodell	18
2.5.2	PROFINET im OSI-Schichtenmodell	19
2.6	Telegramme im Ethernet	20
2.7	Applikations-/Kommunikationsbeziehungen in PROFINET	22
2.8	Adressierung im Ethernet	23
2.9	TEST 2: Netzwerke der Automatisierungstechnik	26
<b>3</b>	<b>SIMATIC-Systemgeräte in PROFINET</b>	27
3.1	SIMATIC IO-Controller CP 343-1 Advanced	27
3.2	SIMATIC IO-Device ET 200S	31
3.3	SIMATIC Switch SCALANCED XF204	33
3.4	SIMATIC Leitungen und Steckverbinder	37
3.5	Netzwerkfunktionalitäten der SIMATIC Systemkomponenten	38
3.6	TEST 3: SIMATIC-Systemgeräte in PROFINET	39

## Projektierung der Hard-/Software

<b>4</b>	<b>Projektierung einer PROFINET-Anlage</b>	40
4.1	Hardwarekonfiguration	40
4.2	Softwarekonfiguration	61
4.3	Musterprogramm (Förderbandanlage)	65
4.4	TEST 4: Projektierung einer PROFINET-Anlage	69
<b>5</b>	<b>Anlage</b>	70
5.1	SIMATIC SCALANCED XF204 WEB Based Management	70
5.2	Kurzanleitung	72

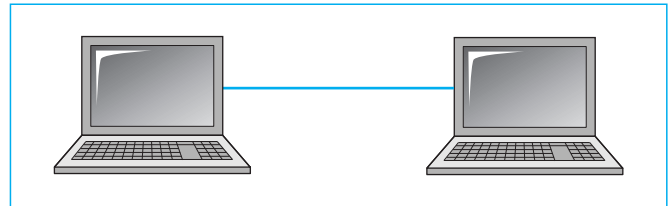
# 1 Allgemeine Netzwerke

## 1.1 Grundlagen

Ein Netzwerk besteht in der einfachsten Form, z. B. aus zwei PCs oder Laptops, die über eine gemeinsame Leitung miteinander verbunden sind (**Bild 1**).

In der Netzwerktechnik werden für die Netzwerkteilnehmer die Fachbegriffe aus **Tabelle 1** benutzt.

Geben Sie jeweils eine Definition an.



**Bild 1: Netzwerk aus zwei Laptops**

Tabelle 1: Fachbegriffe für Netzwerkteilnehmer	
Begriff	Erklärung
Host <sup>1)</sup>	PC, der an ein Netzwerk angeschlossen ist.
Client <sup>2)</sup>	PC, der Dienste im Netzwerk nutzt.
Server <sup>3)</sup>	PC, der Dienste im Netzwerk zur Verfügung stellt.

<sup>1)</sup> Der Begriff wird in der Informatik mit sehr unterschiedlichen Bedeutungen geführt.

<sup>2)</sup> von engl. *client* = Kunde    <sup>3)</sup> von engl. *to serve* = dienen

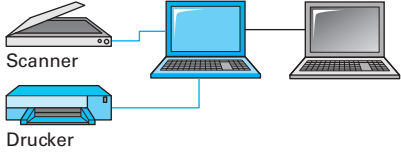
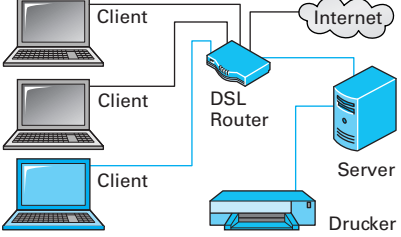
**Tabelle 2** enthält einige Gründe für die Vernetzung von IT-Systemen.

Erläutern Sie die Funktionen mit je einem Beispiel und nennen Sie gegebenenfalls einen Vorteil bzw. Nachteil.

Weitere Funktionen sind z. B. das Prozessor-Sharing, der Informationsaustausch oder ein gemeinsamer Sicherungsverband.

Tabelle 2: Gründe für eine Vernetzung (Auswahl)	
Funktion/Erläuterung	Vorteile <b>V</b> / Nachteile <b>N</b>
Ressourcen-Sharing <u>Peripheriegeräte werden von mehreren Hosts genutzt, z. B. Drucker.</u>	<b>V</b> <u>kostengünstig bei teuren Geräten</u> <b>N</b> Wartezeiten bei hoher Auslastung; Geräte nicht unmittelbar am Arbeitsplatz verfügbar
Software-Sharing <u>Server-Software kann von mehreren Hosts genutzt werden, z. B. CAD-Programm.</u>	<b>V</b> Software muss nur einmal installiert werden (Zeit- und Kostenersparnis) <b>N</b> <u>Totalausfall des Netzes bei Ausfall des Servers</u>
Data-Sharing <u>Server-Daten können von mehreren Hosts genutzt werden, z. B. Schülerdaten.</u>	<b>V</b> Einmalige Ersteintragung des Datenbestandes; leichtere Pflege, bei Veränderung der Daten <b>N</b> <u>hoher Aufwand für Sicherung des Datenbestandes</u>

Netzwerke können in folgende zwei Typen unterteilt werden (**Tabelle 1**). Erklären Sie jeweils die Funktionen.

Tabelle 1: Grundtypen von Netzwerken		
Typ	Erklärung/Funktion	Aufbau
Peer-to-Peer-Netzwerk <sup>1)</sup> (P2P)	Jeder Host kann in diesem Netzwerk sowohl Client als auch Server sein.	
Client-Server-Netzwerk	In diesem Netzwerk sind ein oder mehrere Hosts Server, die anderen Hosts arbeiten als Clients.	

<sup>1)</sup> von engl. *peer* = Gleichrangiger

Je nach örtlicher Ausdehnung können bis zu vier Netzwerktypen unterschieden werden (**Tabelle 2**).

Geben Sie den genauen Wortlaut der Abkürzungen an.

Beschreiben Sie die wesentliche Eigenschaft der Netzwerke hinsichtlich ihrer örtlichen Ausdehnung und nennen Sie je ein Beispiel.

Tabelle 2: Einteilung der Netzwerke nach örtlicher Ausdehnung		
Typ	Name	Eigenschaft (örtliche Ausdehnung) / Beispiel
PAN <sup>1)</sup>	Personal Area Network	Örtlich meist auf einen Raum begrenztes Netzwerk / Büroraum
LAN	Local Area Network	Örtlich, meist auf ein Gebäude begrenztes Netzwerk / Gemeindeverwaltung
MAN	Metropolitan Area Network	Regionales Netzwerk, welches den Bereich einer Stadt oder ein größeres Werksgelände umfasst / Stadtverwaltung mit mehreren Standorten
WAN	Wide Area Network	Weitflächiges Netzwerk, welches sich über mehrere 100 km erstreckt / Landesregierung mit mehreren Standorten

<sup>1)</sup> Die Einteilung der Netzwerktypen erfolgt häufig in drei Klassen ohne den Typ PAN.

### 1.2 Physikalische Topologie

Die physikalische Topologie (Lehre von der Lage und Anordnung) kennzeichnet den realen Aufbau und die Verbindungen eines Netzwerkes.

Hosts können auf fünf häufig vorkommende Arten zu einem Netzwerk verbunden werden (**Tabelle 1**).

Geben Sie jeweils in Tabelle 1 die Namen an.

Tabelle 1: Physikalische Topologie von Netzwerken <sup>1)</sup>		
Name/Bild	Beschreibung	✓ = Vor-, ✗ = Nachteile
<b>Bus</b> 	<p>Alle Hosts sind über eine gemeinsame Leitung miteinander verbunden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ leichte Erweiterbarkeit; Keine Störung bei Ausfall eines Hosts.</li> <li>✗ geringe Netzwerkerweiterung; es kann immer nur ein Teilnehmer senden, da sonst Kollisionen entstehen; Totalausfall bei Ausfall der Busleitung.</li> </ul>
<b>Ring</b> 	<p>Die Hosts sind über eine Leitung ringförmig verbunden. Jeder Host leitet die Daten verstärkt weiter. Die Daten passieren den Ring nur in einer Richtung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ leichte Erweiterbarkeit; keine Kollisionen.</li> <li>✗ geringe Netzwerkerweiterung; es kann immer nur ein Teilnehmer senden; Totalausfall bei Ausfall der Busleitung; Störung bei Ausfall eines Hosts.</li> </ul>
<b>Stern</b> 	<p>Alle Hosts sind über einen Switch an einen zentralen Server (Knotenrechner) angeschlossen; häufig Stadt- und Firmennetze.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ leichte Erweiterbarkeit; Keine Störung bei Ausfall eines Hosts.</li> <li>✗ Totalausfall bei Ausfall des Switches; hoher Verkabelungsaufwand.</li> </ul>
<b>Baum</b> 	<p>Ausgehend von einer Wurzel (Zentrale) werden alle Hosts über Knoten erreicht. <b>Hinweis:</b> Diese Struktur kann auch als erweiterter Stern ausgelegt werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ leichte Erweiterbarkeit.</li> <li>✗ Totalausfall bei Ausfall der Wurzel (Zentrale).</li> </ul>
<b>Vermascht</b> 	<p>Jeder Host ist mit mindestens einem anderen Host verbunden. Bei dieser Topologie sind viele redundante (nicht notwendige) Verbindungen vorhanden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ sehr hohe Ausfallsicherheit; keine zentrale Verwaltung.</li> <li>✗ aufwendige Installation; hohe Kosten.</li> </ul>

<sup>1)</sup> In der Praxis sind weitere Bauteile wie z.B. Switches für eine Funktionalität erforderlich.

### 1.6 Test 1: Allgemeine Netzwerke

**1 Geben Sie eine Definition für folgende Begriffe an: a) Client b) Server**

- a) Netzwerkteilnehmer, der Dienste im Netzwerk nutzt.  
b) Netzwerkteilnehmer, der Dienste im Netzwerk zur Verfügung stellt.

Die Anforderung eines Clients an einen Server nennt man *Request* und die Antwort des Servers auf einen Request *Response*.

**2 Wie nennt man Netzwerke, in denen Hosts die Funktionen von Client und Server übernehmen können?**

Peer-to-Peer Netzwerk (P2P)

In diesem Netzwerktyp gibt es weder einen Netzverwalter noch einen zentralen Server. Jeder Netzteilnehmer bestimmt selber, welche Ressourcen er im Netz zur Verfügung stellt.

**3 Nennen Sie die Namen und die Abkürzung der vier Netzwerktypen, die man nach örtlicher Ausdehnung unterscheiden kann.**

Local Area Network, LAN

Metropolitan Area Network, MAN

Wide Area Network, WAN

Personal Area Network, PAN

**4 Erklären Sie den Begriff Physikalische Topologie.**

Die physikalische Topologie beschreibt die Struktur und Anordnung des hardwaremäßigen Aufbaus eines Netzwerkes.

Größere Netze werden aus geografischen und/oder organisatorischen Gründen in der Praxis in Subnetze (kleinere Netze) unterteilt.

**5 Beschreiben Sie den Aufbau eines Busnetzes und nennen Sie Vorteile und Nachteile.**

Alle Hosts sind über einen gemeinsamen Leiter, genannt *Bus*, miteinander verbunden.

**V:** leichte Erweiterbarkeit; keine Störung bei Ausfall eines Hosts

**N:** geringe Netzwerkausdehnung; es kann immer nur ein Teilnehmer senden; Totalausfall bei Ausfall der Busleitung

Busse gibt es in den Ausführungen paralleler Bus (mehrere Datenleitern + Adressleitern + Steuerleitern) und serieller Bus (meist zwei Leiter).

**6 Welche Sendeberechtigung haben Busteilnehmer bei einem nichtdeterministischen (stochastischen) Buszugriff?**

Alle Busteilnehmer haben die gleiche Sendeberechtigung.

Es ist bei gleichzeitigem Buszugriff ein Kollisionsmechanismus erforderlich.

**7 Wie nennt man ein gängiges Busverfahren, bei dem ein Sendefreizeichen nacheinander an alle sendenden Busteilnehmer weitergegeben wird?**

Das Token-Passing-Verfahren.

Bei diesem Verfahren gibt es eine fest vorhersagbare Zeitdauer, in der eine Nachricht ihr Ziel erreicht.

**8 Welches Netzwerkzugriffsverfahren zeigt das Ablaufschema in Bild 1?**

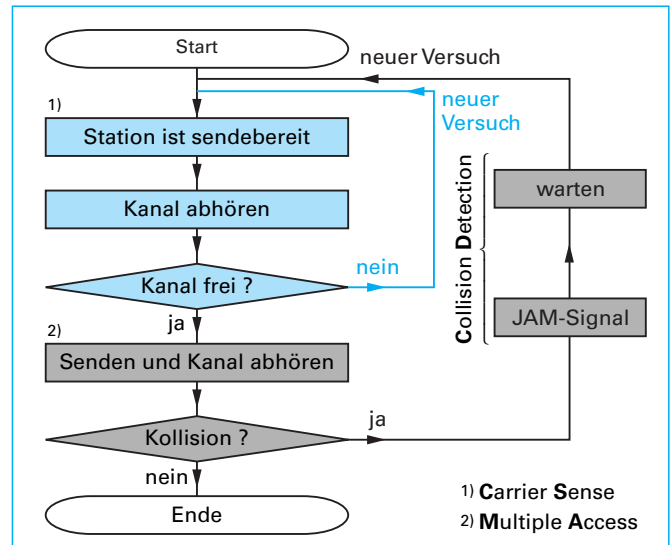


Bild 1: Ablaufschema

Das Ablaufschema zeigt das CSMA/CD-Verfahren. Das JAM-Signal wird von jenen Hosts gesendet, die an der Kollision beteiligt sind. Es sorgt dafür, dass die sendenden Hosts ihre Übertragung der Daten abbrechen.

**9 Erklären Sie den Begriff Twisted-Pair-Leitung.**

Bei der Twisted-Pair-Leitung sind die Adern eines Adernpaares miteinander verdreht. Es gibt sie mit zwei oder vier Adernpaaren.

Twisted-Pair-Leitungen benötigen zum Anschluss an aktive Netzkomponenten RJ-45-Stecker (von engl. *regular jack* = genormter Stecker).

**10 Wie erfolgt die Datenübertragung bei Vollduplex-Betrieb?**

Diese Betriebsart ermöglicht das gleichzeitige Senden und Empfangen von Daten.

TP-Leitungen müssen dazu zwei Adernpaare besitzen.

**11 Nennen Sie Vorteile der Datenübertragung mit Lichtwellenleitern.**

- a) sehr hohe Übertragungsgeschwindigkeit,
- b) abhörsicher,
- c) kein Nebensprechen,
- d) keine Beeinflussung durch äußere elektromagnetische Störfelder.

**12 Welche Bandbreite kann man bei  $B \cdot l = 1 \text{ GHz} \cdot \text{km}$  über eine Gesamtstrecke  $l$  von 8 km realisieren?**

$$f = B \cdot \text{km} / l = 1000 \text{ MHz km} / 8 \text{ km} = 125 \text{ MHz}$$

Die Bandbreite verhält sich umgekehrt proportional zur Entfernung. Das bedeutet, wird z.B. die zu übertragende Frequenz verdoppelt, so wird die Entfernungsstrecke halbiert.

**13 Nennen Sie die zwei grundsätzlichen Betriebsarten von WLAN.**

- a) Ad-Hoc-Modus
- b) Infrastruktur-Modus

Beim Einsatz mehrerer Access-Points entstehen sogenannte Funkzellen (Sendebereiche). Beim Wechsel von einer Funkzelle in die andere Funkzelle erfolgt ein automatisches Roaming (Wechsel).



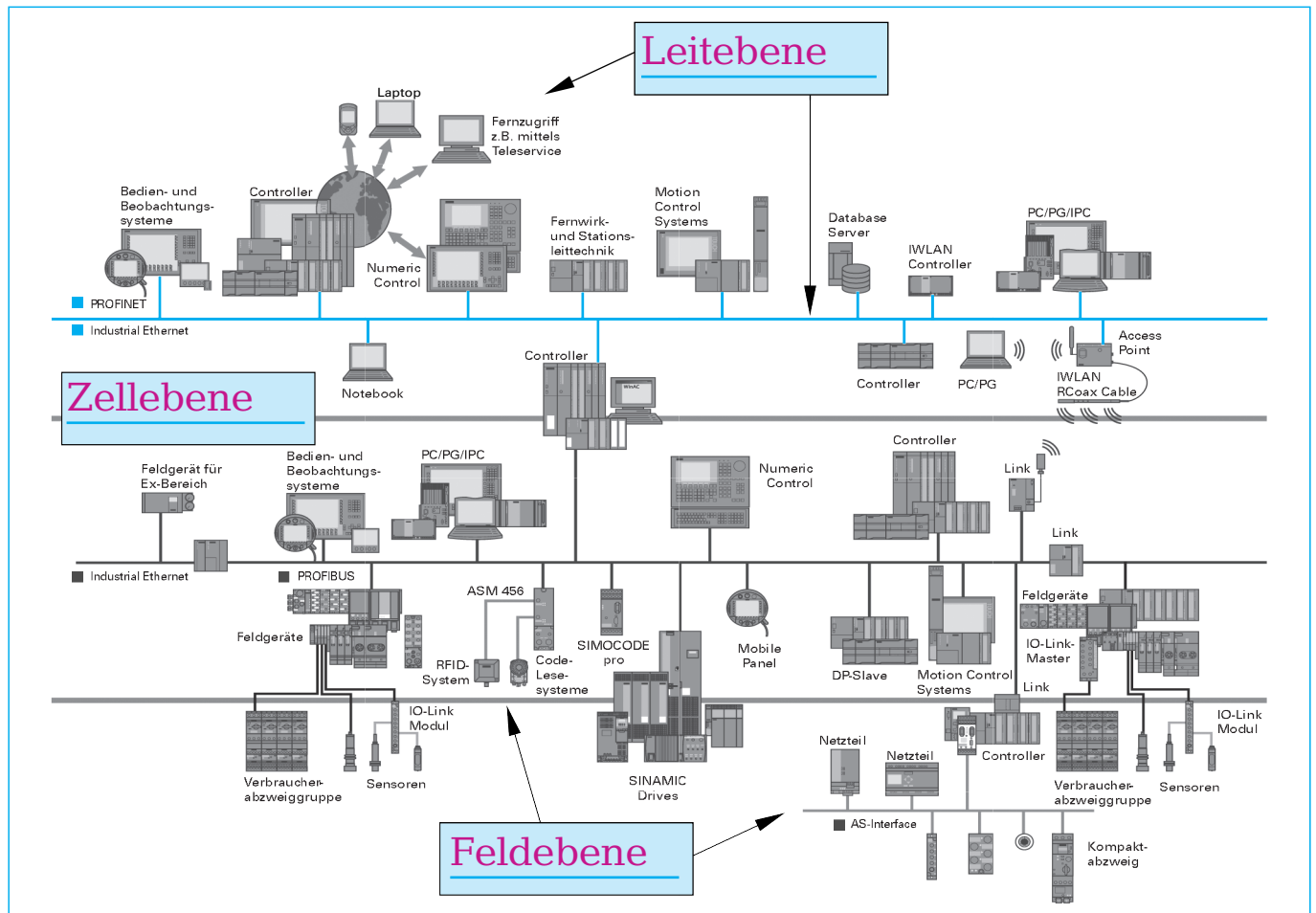
## 2 Netzwerke der Automatisierungstechnik (IE/PROFINET)

### 2.1 Vernetzungshierarchie in der Automatisierungstechnik

In der Automatisierungstechnik werden nicht nur einzelne Sensoren und Aktoren über ein Bussystem miteinander verbunden, auch Daten müssen zwischen verschiedenen Fertigungszellen oder Abteilungen ausgetauscht werden.

Diese Aufgaben werden einer mehrstufigen Automatisierungshierarchie (pyramidenförmige Rangordnung) zugeordnet und sowohl vertikal als auch horizontal mit verschiedenen Vernetzungstechniken verknüpft.

Die Anzahl, die Bezeichnung und das eingesetzte Bussystem der Ebenen variieren (**Bild 1**).



**Bild 1: Vernetzungshierarchie in der Automatisierungstechnik**

Tragen Sie die Namen der Ebenen aus **Tabelle 1** in Bild 1 ein und nennen Sie die Funktion der einzelnen Ebenen.

Tabelle 1: Aufgabenverteilung in der Vernetzungshierarchie	
Ebene	Funktion/Aufgabe
Leitebene	Anbindung an das Internet. Produktionsstand erfassen. Lagerbestand erfassen. Wareneinkauf disponieren.
Zellebene	Datenaustausch zwischen SPS, Industrie-PCs und Geräten zum Bedienen und Beobachten.
Feldebene	Sensoren erfassen physikalische Größen, Aktoren wandeln Datentelegramme in anwendungsbezogene Aktionen um.

### 2.2 Industrial Ethernet (IE)

In der Automatisierungstechnik erfolgt die Vernetzung zunehmend mit dem *Industrial Ethernet* (IE), welches eine Erweiterung des Standard-Ethernets aus der Bürowelt darstellt.

Das Industrial Ethernet wird von verschiedenen Herstellern in unterschiedlichen Varianten auf dem Markt angeboten.

Standardisiert sind die Netzwerkkomponenten, wie z. B. Leitungen, Stecker oder Switches, während z. B. die Busprotokolle unterschiedlich sein können.

Ermitteln Sie für die in **Tabelle 1** angegebenen Typen des Industrial Ethernets die Homepage der Nutzerorganisationen, die für das jeweilige System Standards festlegen und geben Sie jeweils einen bekannten Hersteller an.

Tabelle 1: Untervarianten des Industrial Ethernet		
Industrial Ethernet	Homepage der Nutzerorganisation	Hersteller
PROFINET ( <b>P</b> rocess <b>F</b> ield <b>E</b> thernet) oder ( <b>P</b> ROFIBUS <b>E</b> THERNET)	<a href="http://www.profibus.com">www.profibus.com</a>	Siemens
EtherCAT ( <b>E</b> thernet for <b>C</b> ontrol <b>A</b> utomation <b>T</b> echnology)	<a href="http://www.ethercat.org">www.ethercat.org</a>	Beckhoff
Powerlink	<a href="http://www.ethernet-powerlink.org">www.ethernet-powerlink.org</a>	B&R
Modbus TCP-IDA ( <b>I</b> nterface for <b>D</b> istributed <b>A</b> utomation)	<a href="http://www.modbus.org">www.modbus.org</a>	Schneider Electric
HSE ( <b>H</b> igh <b>S</b> peed <b>E</b> thernet)	<a href="http://www.fieldbus.org">www.fieldbus.org</a>	Softing
JetSync	<a href="http://www.jetter.de">www.jetter.de</a>	Jetter
SERCOS ( <b>S</b> ERial <b>R</b> eal-Time- <b>C</b> ommunication <b>S</b> ystem)	<a href="http://www.sercos.de">www.sercos.de</a>	Rexroth
EtherNet/IP (IP = <b>I</b> ndustrial <b>P</b> rotocol)	<a href="http://www.odva.org">www.odva.org</a>	Rockwell

**Hinweis:** ODVA = Open DeviceNet Vendor Association

**Hinweis:**

Die Zuordnung einzelner Systeme zum Industrial Ethernet ist nicht immer eindeutig, da es sich teilweise nur um Erweiterungen des Ethernet Standards handelt.

Die Variante mit dem größten Marktanteil ist PROFINET, die von der PROFIBUS-Nutzerorganisation e.V. (PNO) verwaltet wird.

Deren Homepage bietet im Bereich Downloads erste Informationen (**Bild 1**).



**Bild 1: Homepage der PROFIBUS-Nutzerorganisation**

### 2.3 Merkmale von PROFINET

PROFINET basiert auf dem seit Jahren bewährten Ethernet-Standard mit einigen besonderen Merkmalen. Nennen Sie einige Eigenschaften (weitere Funktionalitäten von PROFINET siehe Kapitel 3.5).

- Echtzeitfähiges Ethernet (Real-Time-Ethernet)
- Sicherheitskonzept für relevante Befehle, z. B. NOT-AUS
- Datenraten von 10 Mbit/s bis 100 Mbit/s
- Integration bestehender Feldbussysteme, z. B. PROFIBUS
- Nutzung von IT-Diensten, z. B. Störungs-E-Mail
- Netzkomponenten für den Einsatz in „rauer“ Industrieumgebung (Staub, Feuchtigkeit, hohe Temperaturen usw.)
- Robuste und einfache Anschlusstechnik
- Hohe Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Ausfallsichere Netze durch schnelle Redundanz und redundante Stromversorgung
- Optimierte, offene Kommunikation zwischen Automatisierungskomponenten, z. B. TCP/IP

### 2.4 PROFINET IO und PROFINET CBA

PROFINET wird in zwei Funktionsklassen unterteilt.

Geben Sie in **Tabelle 1** die Bedeutung der Abkürzungen **IO** und **CBA** an.

Tabelle 1: Funktionsklassen von PROFINET	
PROFINET IO	PROFINET CBA
IO: <b>InOut</b>	CBA: <b>Component Based Automation</b>
Ein IO-Controller <sup>1)</sup> (SPS) steuert den Datenaustausch mit den IO-Devices (Feldgeräten). Mithilfe eines IO-Supervisors (PG <sup>2)</sup> /Laptop wird das System konfiguriert.	Funktionale Gliederung komplexer Automatisierungsanlagen in autonom arbeitende Teilanlagen (technologische Module). Der Anwender projiziert nur die Vernetzung der Ein-/Ausgangsvariablen der fertig programmierte Teilprogramme.
<p>The diagram shows an IO-Controller (SPS) and an IO-Supervisor (PG/Laptop) connected to an IO-Device (M1) through a PROFINET network.</p>	<p>The diagram illustrates a central PROFINET network connecting two autonomous plant components: 'Teilanlage 1' (Befüllen) and 'Teilanlage 2' (Palettieren).</p>

<sup>1)</sup> von engl. *to control* = „beherrschen“, „die Herrschaft oder Kontrolle haben“    <sup>2)</sup> PG = Programmiergerät

### 2.5 OSI-7-Schichtenmodell

#### 2.5.1 Standard-Ethernet im OSI-7-Schichtenmodell

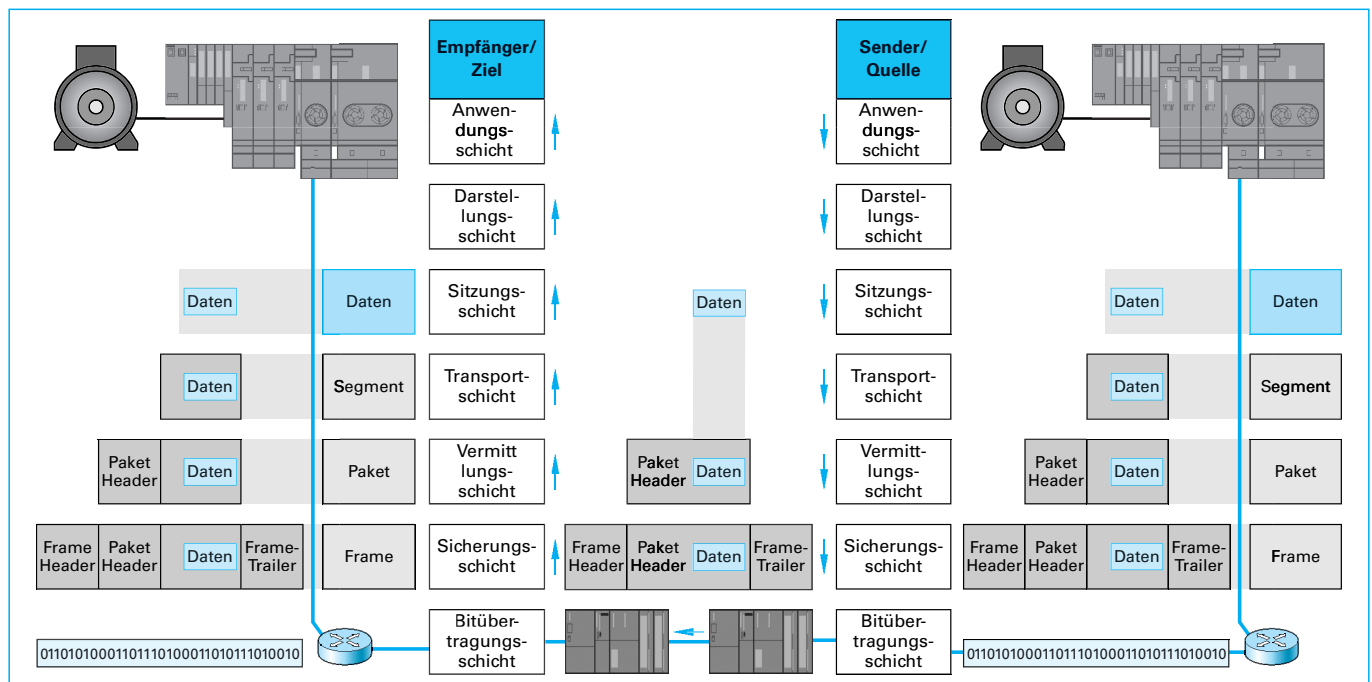
Die ISO (*International Standardization Organization*) hat das OSI-7-Schichtenmodell (*Open Systems Interconnection*) entwickelt, damit die Kompatibilität und Kommunikation von Netzen untereinander möglich ist.

Ergänzen Sie in der **Tabelle 1** die deutsche und englische Bezeichnung der Schichten/Layer.

Tabelle 1: Das OSI-7-Schichtenmodell				
	Nr.	Schicht	Funktion	Schicht/Layer
Anwendungsprotokolle	7	A	Bindeglied zwischen Benutzer und Netz, z. B. mittels eines Browsers	<u>Anwendung/Application</u>
	6	P	Übersetzt Daten vom sendenden Host und empfangenden Host in ein einheitliches Datenformat	<u>Darstellung/Presentation</u>
	5	S	Aufbau, Verwaltung und Beendigung der Verbindung zwischen den Hosts	<u>Sitzung/Session</u>
Transportprotokolle	4	T	Segmentierung der Daten vom sendenden Host und Zusammensetzen der Daten beim empfangenden Host	<u>Transport/Transport</u>
	3	N	Verbindungsaufbau zwischen den Hosts über IP-Adressen	<u>Vermittlung/Network</u>
	2	D	Bündelung von Bits in Datenpakete; Behebung von Übertragungsfehlern; Adressierung über MAC-Adressen	<u>Sicherung/Data Link</u>
	1	P	Festlegung der physikalischen Datenübertragung der Bits, z. B. Leitungen, Stecker, Spannungspegel usw.	<u>Bitübertragung/Physical</u>

Informationen, die zwischen den Busteilnehmern verschickt werden sollen, durchlaufen beim Sender eine Datenkapselung nach dem OSI-7-Schichtenmodell (**Bild 1**).

Jede OSI-Schicht fügt hierbei eine Protokollinformation an den Anfang (Header) und an das Ende (Trailer) und reicht anschließend die gesamte Schicht weiter nach unten. Beim Empfänger findet in umgekehrter Reihenfolge eine Entkapselung statt.



**Bild 1: Prinzip der Datenkapselung**

### 3 SIMATIC-Systemgeräte in PROFINET

#### 3.1 SIMATIC IO-Controller CP 343-1 Advanced

Der SIMATIC CP 343-1 Advanced ist die Kommunikationsbaugruppe der Simatic S7-300 mit PROFINET Funktionalität.

Der CP 343-Prozessor entlastet die SPS-CPU von Kommunikationsaufgaben.

Sie sollen mithilfe der im Internet verfügbaren Informationen und der vorhandenen Hardware, die in den nachfolgenden Tabellen abgefragten Informationen ergänzen.

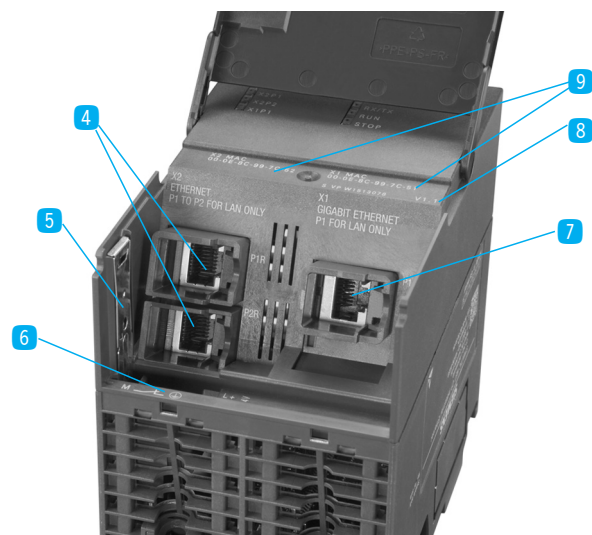
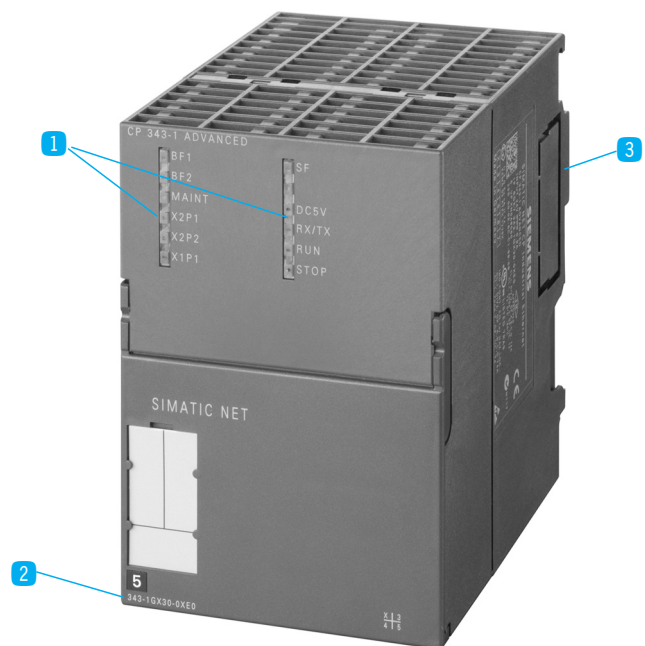
Recherchieren Sie den Dateinamen für das deutsche Gerätehandbuch des SIMATIC IO-Controllers CP 343-1 Advanced:

[GH\\_cp343-1gx30\\_0.pdf](#)

Geben Sie die Bedeutung der nummerierten Elemente des SIMATIC CP 343-1 Advanced an (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Vorderseite des CP-343-1 Advanced

- 1 LED-Anzeigen
- 2 Versions-Typ
- 3 Verbindung Rückwandbus
- 4 PROFINET-Schnittstelle  
2 x 8-polige RJ45-Buchse
- 5 Schieber Erdungs-/  
Massekonzept
- 6 Anschluss Spannungs-  
versorgung
- 7 Gigabit-Schnittstelle  
1 x 8-polige RJ45-Buchse
- 8 Firmwareversion
- 9 MAC-Adressen



Die Anzeige auf der Frontplatte besteht aus 11 LEDs zur Anzeige des Betriebs- und Kommunikationszustandes (Bild 1).

Ergänzen Sie in der **Tabelle 1** die fehlenden Angaben (Kurzbezeichnung der LED/Bedeutung).

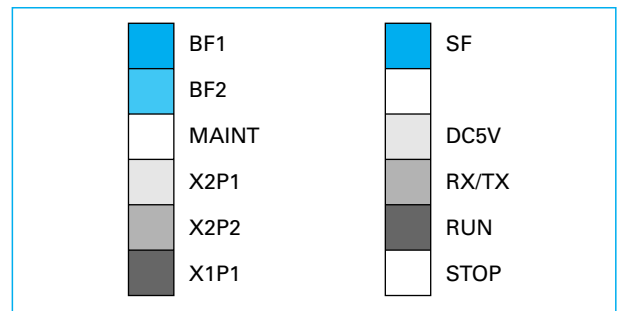


Bild 1: LED-Anzeigen

Tabelle 1: Bedeutung der LEDs		
Nr.	LED	Bedeutung
1	SF	<b>Sammelfehler</b>
2	<b>BF1</b>	Busfehler Gigabit-Schnittstelle
3	BF2	<b>Busfehler PROFINET IO (PROFINET-Schnittstelle)</b>
4	MAINT	<b>Wartung erforderlich (Diagnosepuffer)</b>
5	<b>DC5V</b>	DC 5 V Spannungsversorgung über den Rückwandbus (grün = OK)
6	<b>RX/TX</b>	Azyklischer Telegrammverkehr, beispielsweise SEND/RECEIVE (nicht relevant für PROFINET IO-Daten)
7	RUN	Betriebszustand RUN
8	STOP	Betriebszustand STOP
9	X2P1/X2P2	<b>Link-Status von Ethernet-Port 1/2 (PNO-Schnittstelle)</b>
10	<b>X1P1</b>	Link-Status der Gigabit-Schnittstelle

Ergänzen Sie in **Tabelle 2** für eine gegebene LED-Anzeigenkombination den CP-Kommunikationszustand.

Tabelle 2: LED-Anzeige über den Kommunikationszustand			
LED-Legende: ● = Ein ○ = Aus ★ = Blinkend (0,5 Hz)			
Nr.	RX/TX (grün)	X2P1/X2P2/X1P1 (grün/gelb)	CP-Kommunikation (IE = Industrial Ethernet)
1	★		<b>CP sendet/empfängt über IE.</b> <i>Hinweis:</i> PROFINET IO-Dienste werden hier nicht signalisiert.
2		○	<b>Port hat keine Verbindung zu IE.</b>
3		● (grün)	<b>Port hat Verbindung zu IE (Link-Status).</b>
4		★ (grün-gelb)	LED blinkt gelb bei grünem Ruhelicht: <b>Port sendet/empfängt über PROFINET IO.</b> <i>Hinweis:</i> Hier werden portspezifisch alle empfangenen/gesendeten Telegramme signalisiert, also auch diejenigen, die nur durch den Switch durchgeleitet werden.
5		● (gelb)	<b>Datentransfer am Port über IE.</b>



Ergänzen Sie in **Tabelle 1** den Betriebszustand und den Status der LEDs.

Tabelle 1: LED-Anzeige über den Betriebszustand					
LED-Legende: ● = Ein ○ = Aus ★ = Blinkend (0,5 Hz) ∅ = nicht relevant					
Nr.	SF (rot)	BF1/2 (rot)	RUN (grün)	STOP (gelb)	CP-Betriebszustand
1	●	∅	○	●	Anlaufend nach Netz „EIN“ oder Angehalten (STOP) mit Fehler (In diesem Zustand sind die CPU oder intelligente Baugruppen im Rack über PG-Funktionen weiterhin erreichbar.)
2	○	○	★	●	<u>Anlaufend (STOP ⇒ RUN)</u>
3	○	○	●	○	<u>Laufend (RUN)</u>
4	○	○	●	★	<u>Anhaltend (RUN ⇒ STOP)</u>
5	○	○	○	●	<u>Angehalten</u>
6	∅	●	∅	∅	Keine LAN-Leitung angeschlossen oder doppelte IP-Adresse erkannt.
7	∅	★	●	∅	Der CP ist als PROFINET IO-Device projektiert; es erfolgt kein Datenaustausch mit dem PROFINET IO-Controller (nur BF2).
8	●	★	●	∅	Der CP (als PROFINET IO-Controller projektiert) hat mindestens ein IO-Device als gestört erkannt (nur BF2).
9	●	○	●	○	<u>RUN mit externem Fehler von IO-Devices</u> Ereignisanzeige im Zusammenhang mit der MRP-Funktion; Detailinformationen liefert der CP-Diagnosepuffer.
10	★	★	★	★	<u>Baugruppenfehler/Systemfehler</u>

Der SIMATIC IO-Controller CP 343-1 Advanced nutzt, je nach Protokoll, neben den von Seite 19, Tabelle 3 bekannten Ports weitere lokale reservierte Portnummern, die für andere Anwendungen nicht genutzt werden dürfen.

Ergänzen Sie in **Tabelle 2** die speziellen Portnummern.

Die Informationen können Sie dem Gerätehandbuch des CP 343-1 Advanced mit der Bestellnummer 6GK7 343-1GX21-0XE0 entnehmen.

Dies ist die Vorgängerversion des aktuellen SIMATIC IO-Controller CP 343-1 Advanced.

**Hinweis:** Sie ist auf dem PROFINET-Rack 1 verbaut.

Tabelle 2: Reservierte Portnummern für TCP/UDP			
TCP		UDP	
Port-Nummer	Protokolle	Port-Nummer	Protokolle
20, 21	FTP	<u>161</u>	SNMP_REQUEST
25	SMTP	<u>34964</u>	PN IO
80	HTTP	<u>65532 – 65535</u>	NTP
<u>102</u>	RFC1006		
<u>135</u>	RPC-DCOM		

### 4 Projektierung einer PROFINET-Anlage

#### 4.1 Hardwarekonfiguration

##### Phasen der Projektierung und Inbetriebnahme

Sie sollen nun ein erstes einfaches Projekt in Betrieb nehmen. Die Projektierung und Inbetriebnahme durchläuft verschiedene Phasen (**Bild 1**). Bei abweichender Software- bzw. Hardwareversion kann es in der folgenden Beschreibung zu größeren Abweichungen kommen. Außerdem können einzelne Phasen auch optional oder automatisch/manuell während der Inbetriebnahme (automatisch/nichtautomatisch) durchgeführt werden.

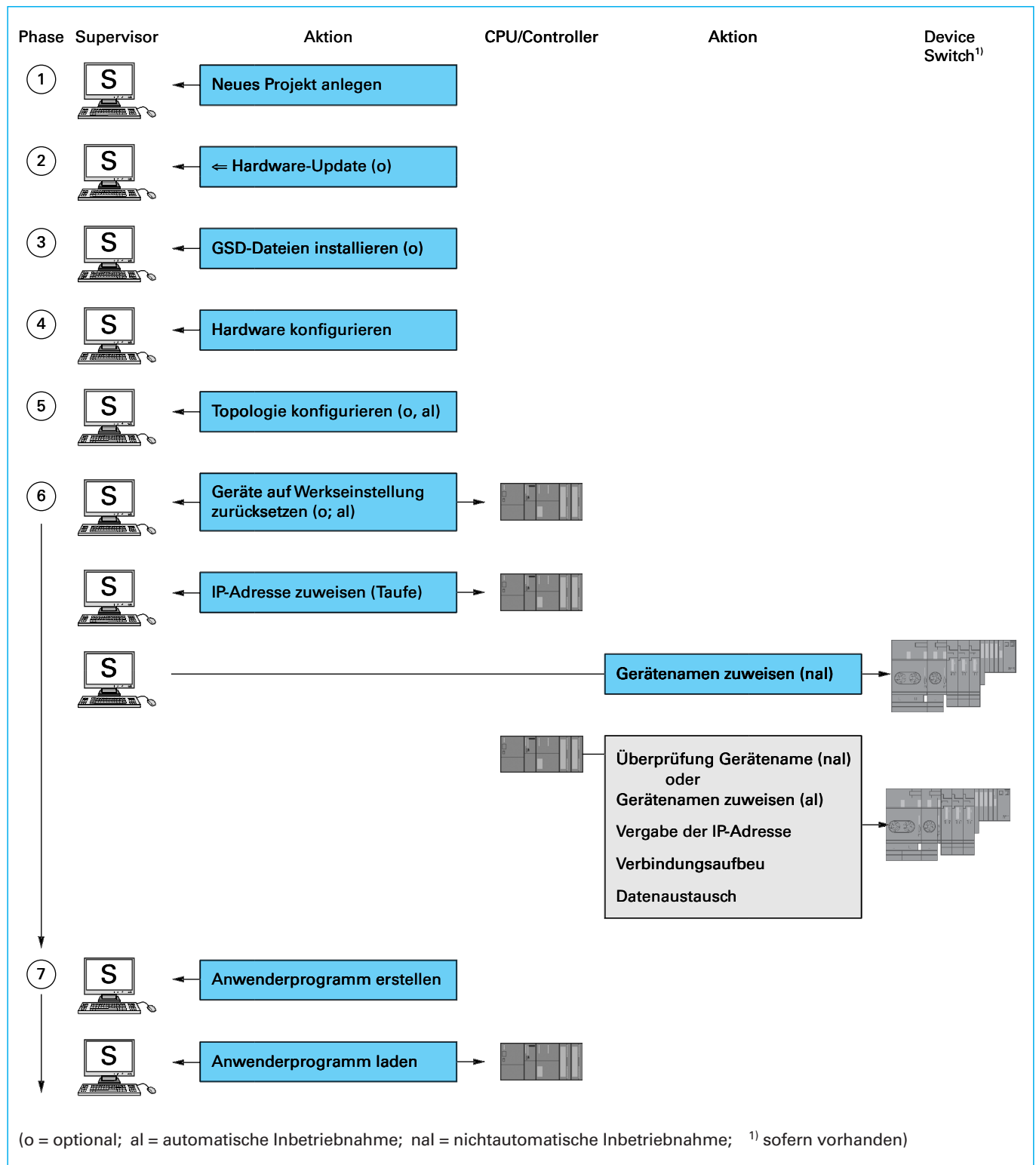


Bild 1: Phasen der Projektierung und Inbetriebnahme

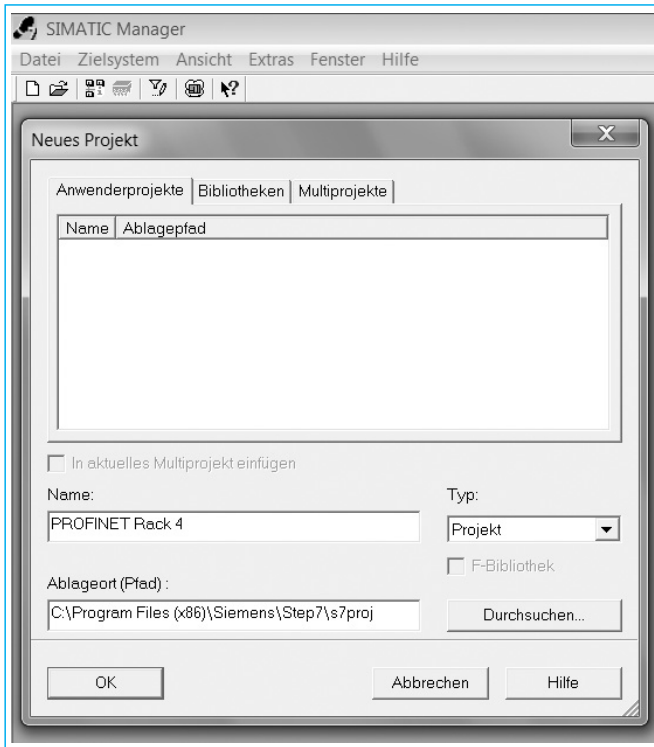


### Phase 1: Neues Projekt anlegen

Starten Sie SIMATIC Step 7 und aktivieren im SIMATIC Manager den Befehl **Datei** ⇒ **Neu**.

In dem Folgedialog **Bild 1** vergeben Sie eine Projektname und bestätigen Sie den vorgegebenen Ablaufort

**C:\Program Files(x86)\Siemens\Step7\s7proj.**



**Bild 1: Projektname und Speicherort festlegen**

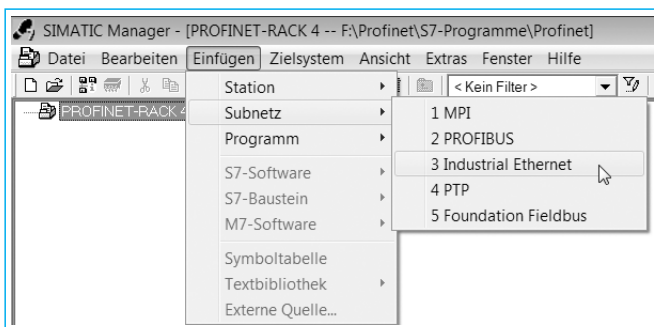
Projektname: **PROFINET Rack 4**

#### Hinweis:

Sofern ihre Festplattenpartition mit einem Wiederherstellungsschutz bei Neustart ausgestattet ist, sollten Sie eine ungeschützte Partition, z. B. **d:** oder einen externen Datenträger, z. B. USB-Stick auswählen.

Markieren Sie das Projekt mit der linken Maus-Taste (im folgenden LMT genannt) und aktivieren Sie die Befehlssequenz

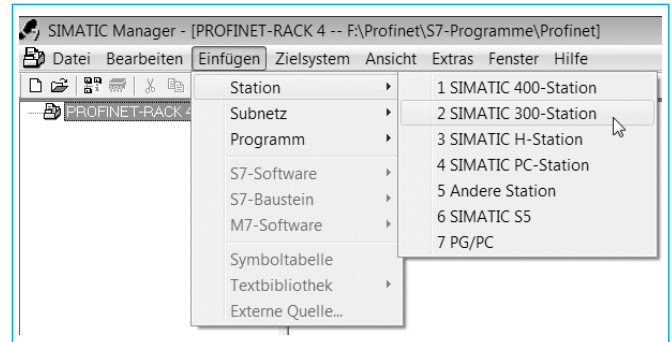
**Einfügen** ⇒ **Subnetz** ⇒ **3 Industrial Ethernet** (**Bild 2**).



**Bild 2: Einfügen Industrial Ethernet**

Markieren Sie erneut das Projekt mit der LMT und aktivieren Sie die Befehlssequenz

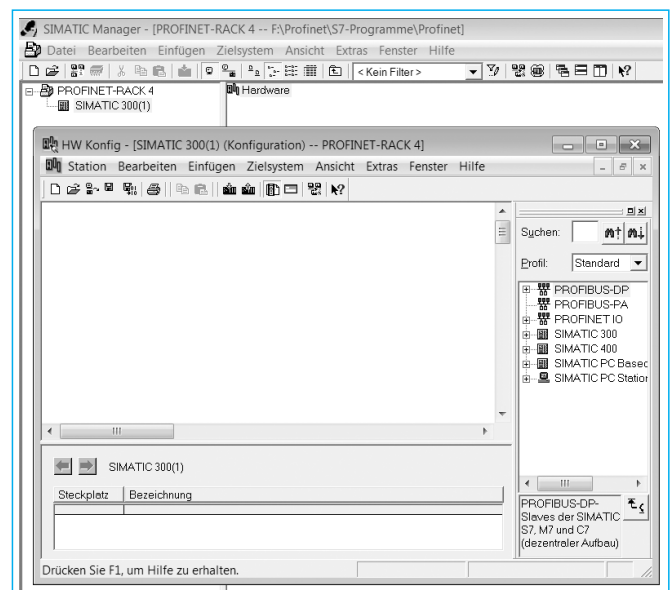
**Einfügen** ⇒ **Station** ⇒ **2 SIMATIC 300-Station** (**Bild 3**).



**Bild 3: Einfügen SIMATIC 300-Station**

Öffnen Sie nun im linken Software-Fenster die Baumstruktur, bis Sie mit der LMT die **SIMATIC 300(1)** markieren können.

Öffnen Sie durch einen Doppelklick mit der LMT im rechten Software-Fenster auf den Button **Hardware** den **Hardwarekonfigurator (HW Konfig)** (**Bild 4**).



**Bild 4: Hardwarekonfigurator**

### Phase 2: Hardware-Update (optional)

STEP7 bietet Ihnen die Möglichkeit, in zwei Schritten neue Hardwarekomponenten, wie z. B. CPUs, in den Hardwarekatalog nachzuinstallieren.

#### Hinweis:

Trotz Durchführung eines HW-Updates kann es später vorkommen, dass die Firmwareversion in der Hardware einen neueren Ausgabestand hat als die im Hardwarekatalog angezeigte Version.

Da Abwärtskompatibilität besteht, übernehmen Sie später aus dem Hardwarekatalog die letzte aktualisierte Version.

#### Schritt 1:

##### Herunterladen des Updates aus dem Internet

Wählen Sie den Menübefehl **Extras** ⇒ **HW-Updates installieren** (Bild 1).

Im Folgedialog bestätigen Sie das **Anlegen eines Verzeichnisses** für das HW-Update mit **OK** (Bild 2).

Daraufhin können Sie im Auswahlordner (Bild 3) einige Einstellungen vornehmen, wie z. B. den **Ablageordner** festzulegen.

Nachdem Sie die Vorgaben mit **OK** bestätigt haben, werden Sie zur Sicherheit vor Anlegen des Ablageordners nochmals aufgefordert das Anlegen mit **OK** zu bestätigen (Bild 4).

Im Folgedialog haben Sie die Möglichkeit festzulegen, ob das HW-Update über Internet oder von Datenträger erfolgen soll (Bild 1, folgende Seite).

Bestätigen Sie mit dem Button **Ausführen** die Internetvariante, da diese Quelle die aktuellsten Daten enthält.

Step7 markiert als Voreinstellung im folgenden Fenster alle Systemgeräte zum Download.

Bei langsamen Internetverbindungen sollten Sie die von Ihnen aktuell verbauten Systemgeräte in folgenden Schritten (**folgende Seite**) selektieren:

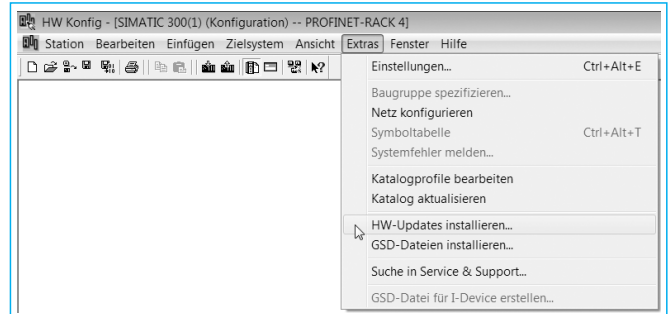


Bild 1: Befehl Hardware-Update installieren

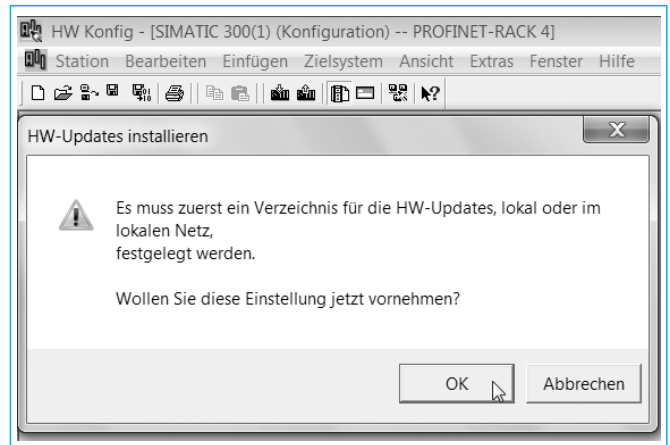


Bild 2: Verzeichnis HW-Updates festlegen

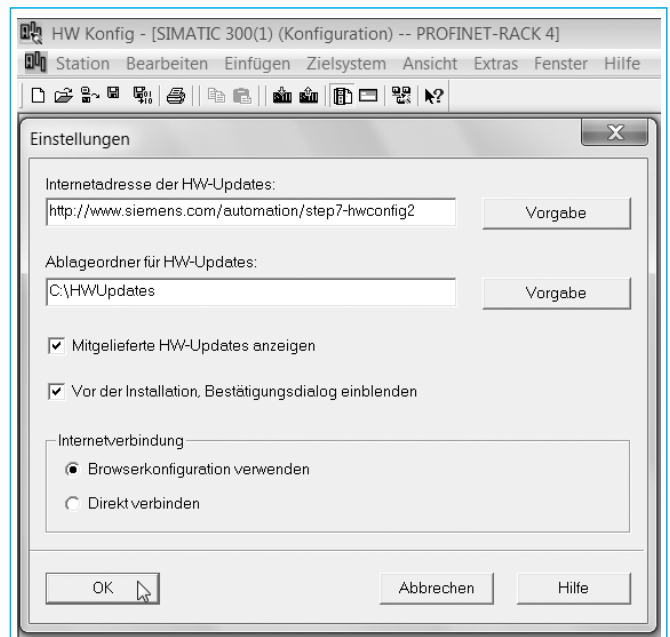


Bild 3: Einstellungen des HW-Updates

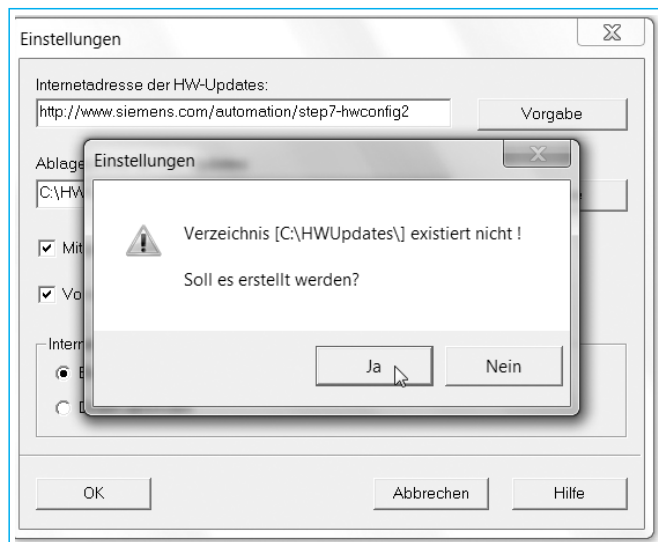


Bild 4: Bestätigung Verzeichnis HW-Updates festlegen

### 4.3 Musterprogramm (Förderbandanlage)

Sie sollen nun ein kleines Abschlussprojekt als Prüfungsvorbereitung realisieren.

#### 1 Beschreibung des Prüfungsauftrages

Die dargestellte Förderbandanlage der SCHAEFER KALK GmbH & Co KG dient der Befüllung von Lastkraftwagen mit Abraum, der im Steinbruch anfällt. Für diese Befüllanlage soll das Team Elektrotechnik den Schaltschrank, bestehend aus Leistungsteil, Steuerungsteil und der Bedieneinheit realisieren. Sie bekommen den Auftrag, die SPS-Steuerung zu projektieren.

#### 2 Technologieschema

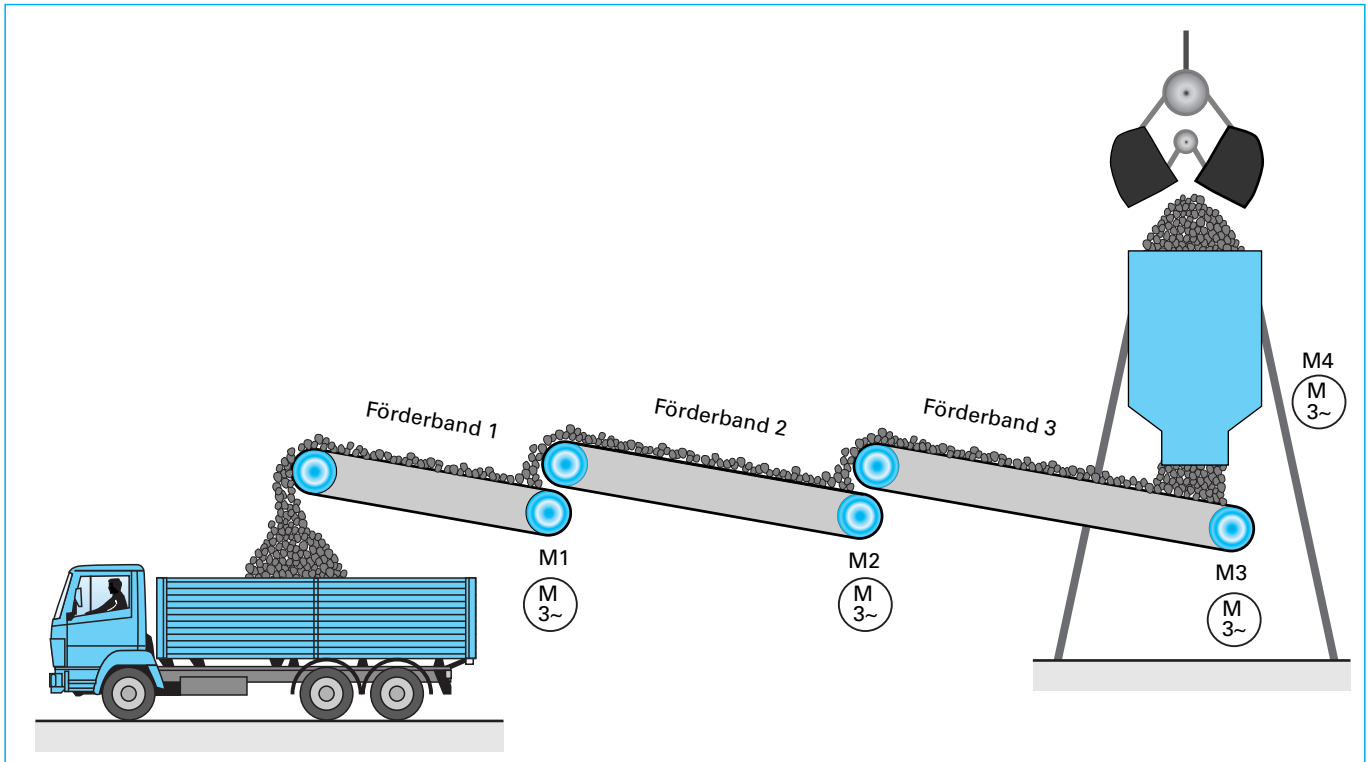


Bild 1: Technologieschema

#### 3 Funktionsbeschreibung

Die Förderbandanlage wird mit S0 betriebsbereit (P1) geschaltet. Ist ein Lkw in der Befüllstation (B4, P2) kann mit S1 der Befüllvorgang gestartet werden. Eine Stauung des Fördergutes auf den Transportbändern ist durch eine geeignete Ein- und Ausschaltfolge zu vermeiden, wobei die An- und Auslaufzeit der Förderbänder aufgrund Ihrer unterschiedlichen Längen verschieden sind (5 s, 10 s, 15 s). Der Auslaufvorgang startet mit einer Verzugszeit (2 s), wenn der Lkw zu mindestens 80% befüllt ist (B5, P4); danach wird die Anlage ausgeschaltet. Jeder Motor wird durch ein Motorschutzrelais (B1 bis B3) überwacht. Auf beiden Seiten der Förderbänder sind jeweils Reißleinen-Notschalter (S3, S2) installiert. Im Störfall sollen alle Förderbänder sofort abgeschaltet werden und über eine Meldeleuchte P3 ein Alarm signalisiert werden. Zusätzlich wird aus Sicherheitsgründen die Anlage mit S0 abgeschaltet und der LKW verlässt die Verladestation. Nach Behebung der Störung wird diese mit einem Taster S4 quittiert.

Das eigentliche Anwenderprogramm ist als Funktion FC1 zu hinterlegen, welche vom OB1 aufgerufen wird. Es soll eine Ablaufsteuerung in FUP umgesetzt werden und dabei in der Startroutine mit einem Richtimpuls- und Betriebsmerker gearbeitet werden.

#### 4 Grafset-Plan (Bild 1, folgende Seite)

#### 5 Symboltabelle: Ergänzen Sie die Symboltabelle (Tabelle 1, übernächste Seite).

#### 6 Lösung zur Ablaufsteuerung in der Darstellung FUP:

Eine mögliche Lösung finden Sie im Downloadbereich zu diesen Arbeitsblättern unter [www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de).

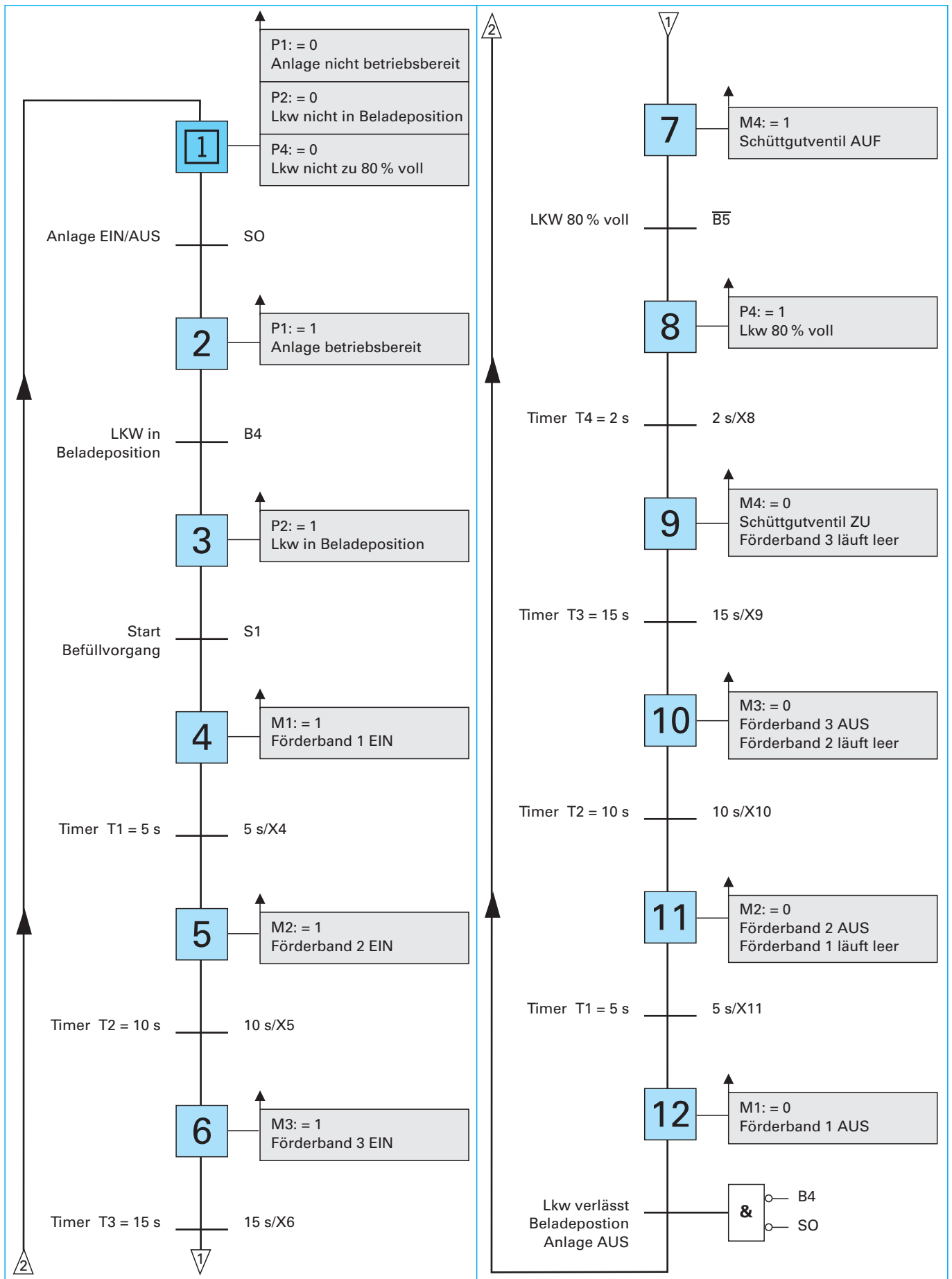


Bild 1: GRAFCET-Plan

**Tabelle 1: Symboltabelle (Teil 1)**

Symbol	Adresse	Datentyp	Kommentar
P1	<a href="#">A2.0</a>	BOOL	Meldeleuchte <b>Anlage betriebsbereit</b>
P2	<a href="#">A2.1</a>	BOOL	Meldeleuchte <b>Fahrzeug in Beladeposition</b>
P3	<a href="#">A3.0</a>	BOOL	Meldeleuchte <b>Störung</b>
P4	<a href="#">A3.1</a>	BOOL	Meldeleuchte <b>Lkw 80% voll</b>
M1	<a href="#">A0.0</a>	BOOL	Förderband 1 (Lastschütz Q1)
M2	<a href="#">A0.1</a>	BOOL	Förderband 2 (Lastschütz Q2)
M3	<a href="#">A1.0</a>	BOOL	Förderband 3 (Lastschütz Q3)
M4	<a href="#">A4.0</a>	BOOL	Schüttgutventil
S0	<a href="#">E0.0</a>	BOOL	Schalter <b>Anlage EIN/AUS</b>
S1	<a href="#">E0.1</a>	BOOL	Taster <b>Start</b> (NO)
S2	<a href="#">E124.4</a>	BOOL	Taster <b>Reißleinen-Notschalter links</b> (NC)
S3	<a href="#">E124.5</a>	BOOL	Taster <b>Reißleinen-Notschalter rechts</b> (NC)
S4	<a href="#">E2.0</a>	BOOL	Taster <b>Störung Quittierung</b> (NO)
B1	<a href="#">E124.1</a>	BOOL	Motorschutzrelais M1 (NC)
B2	<a href="#">E124.2</a>	BOOL	Motorschutzrelais M2 (NC)
B3	<a href="#">E124.3</a>	BOOL	Motorschutzrelais M3 (NC)
B4	<a href="#">E1.0</a>	BOOL	Endschalter <b>Fahrzeug in Beladeposition</b> (NO) (ja = 1)
B5	<a href="#">E1.1</a>	BOOL	Taster <b>Lkw 80% voll</b> (NC) (ja = 0)
Merker Motorsch_NOT_AUS	<a href="#">M120.0</a>	BOOL	Merker <b>Motorschutz und NOT-AUS</b>
Betriebsmerker	<a href="#">M110.0</a>	BOOL	Betriebsmerker
Richtimpulsmerker	<a href="#">M111.0</a>	BOOL	Richtimpulsmerker

**Tabelle 2: Symboltabelle (Teil 2)**

Symbol	Adresse	Datentyp	Kommentar	Symbol	Adresse	Datentyp	Kommentar
T1	<a href="#">T1</a>		Timer T1 = 5 s	T2	<a href="#">T2</a>		Timer T2 = 10 s
T3	<a href="#">T3</a>		Timer T3 = 15 s	T4	<a href="#">T4</a>		Timer T4 = 2 s
Schritt 1	<a href="#">M100.1</a>	BOOL	Schritt 1	Schritt 7	<a href="#">M100.7</a>	BOOL	Schritt 7
Schritt 2	<a href="#">M100.2</a>	BOOL	Schritt 2	Schritt 8	<a href="#">M100.8</a>	BOOL	Schritt 8
Schritt 3	<a href="#">M100.3</a>	BOOL	Schritt 3	Schritt 9	<a href="#">M101.1</a>	BOOL	Schritt 9
Schritt 4	<a href="#">M100.4</a>	BOOL	Schritt 4	Schritt 10	<a href="#">M101.2</a>	BOOL	Schritt 10
Schritt 5	<a href="#">M100.5</a>	BOOL	Schritt 5	Schritt 11	<a href="#">M101.3</a>	BOOL	Schritt 11
Schritt 6	<a href="#">M100.6</a>	BOOL	Schritt 6	Schritt 12	<a href="#">M101.4</a>	BOOL	Schritt 12