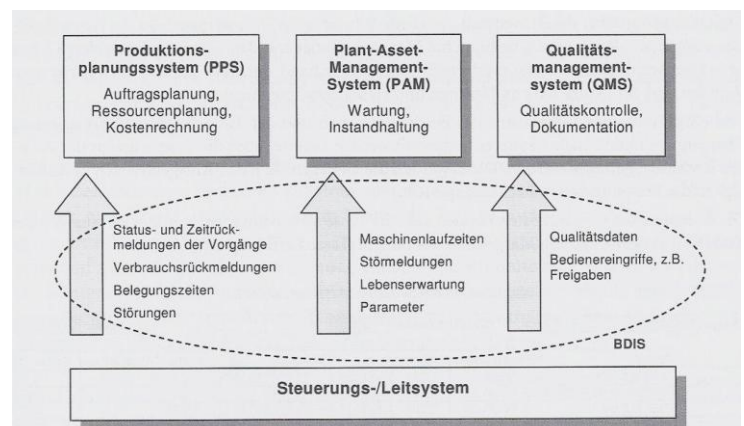




1.4) a. Welche Aufgaben erfüllen ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning)?

Script I Seite 8

Solche übergeordneten Unternehmensleitsysteme werden auch als ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning) bezeichnet.

In einem ERP-System werden u.a. alle die Produktion betreffenden Daten verwaltet. Hierzu erhält es vom Betriebsdateninformationssystem (BDIS) verdichtete Prozess- bzw.

Fertigungsrückmeldungen bezüglich Materialverbrauch, Kosten, Wartung und Qualität.

Für die Automatisierung von Prozessen ist es die Aufgabe eines ERP-Systems, auf Basis der vom BDIS zur Verfügung gestellten Daten die Produktionsabläufe zu planen und anzustoßen.

b. Was bedeutet MES (Manufacturing Execution System)? Script I Seite 9+10

Durch grobe Vorgaben werden die benötigten Ressourcen im ERP-System reserviert.

Abb. 01.04 zeigt, dass ERP- und MES-System gewissermaßen als Produktionsregler arbeiten. Das bedeutet, dass sie ständig die Abweichung der Soll- und Ist-Daten überwachen und entsprechend die Produktionsplanung anpassen.

Bei Abweichungen des Betriebsgeschehens vom vorgesehenen Ablauf reagiert das MES mit Umplanung oder Meldung, dass manuelle Vorkehrungen getroffen werden müssen.

1.5) a. Erläutern Sie warum ein modernes auf PPS basierendes Produktionssystem ein vollautomatisiertes Lager mit einer betriebsübergreifenden Datensteuerung bedarf? Script I Seite 10

Die Produktionsplanung und -steuerung muss sich darauf verlassen können, dass die benötigten Einsatzmaterialien rechtzeitig zu Produktionsbeginn bereitgestellt werden.

Deshalb sind voll automatisierte Lager mit einer betriebsübergreifenden Datensteuerung aus heutigen Betrieben nicht mehr wegzudenken, denn sie sind ein entscheidender Produktionsfaktor.

Wenn sich nun durch die Materialbedarfsrechnung ergibt, dass das Lager aufgefüllt werden muss, sind im Lagerverwaltungssystem zwei Prozesse zu aktivieren. Zum einen muss die fehlende Menge über den Einkauf nachbestellt werden, zum anderen ist die daraufhin gelieferte Ware einzulagern.

b. Was versteht man unter einer chaotischen Lagerhaltung? Script I Seite 10+11

Heutzutage werden Waren meistens nicht einfach einem festen Lagerplatz zugeordnet, sondern durch eine chaotische Lagerhaltung wird die Lagerfachposition situationsabhängig festgelegt.

Um z.B. Auslieferzeiten zu minimieren, werden häufig bestellte Waren in der Nähe des Warenausgangs positioniert, seltener bestellte Waren werden davon weiter entfernt eingelagert. Anders ausgedrückt wird der Transportweg optimiert.

So ermöglicht eine chaotische Lagerhaltung die optimale Nutzung des verfügbaren Lagerraums. Daraufhin steuert die SPS den Warenaufzug an die ausgewählte Lagerplatzposition und lagert die neuen Materialien ein.

2.1 a. Was versteht man unter horizontaler Integration? Buch SPS S.20; Script I Seite 12

Die Verknüpfung/ Vernetzung der Feldgeräte (Aktoren + Sensoren) innerhalb einer Ebene wird als horizontale Integration bezeichnet. Bsp. die Kommunikation innerhalb der Feldebene.

b. Was versteht man unter vertikaler Integration? Buch SPS S.20; Script I Seite 12

Die Verknüpfung / Vernetzung der Feldgeräte zwischen den Ebenen wird als vertikale Integration bezeichnet. Bsp. Die SPS greift auf Steuerungsebene und Prozessleitebene zu.

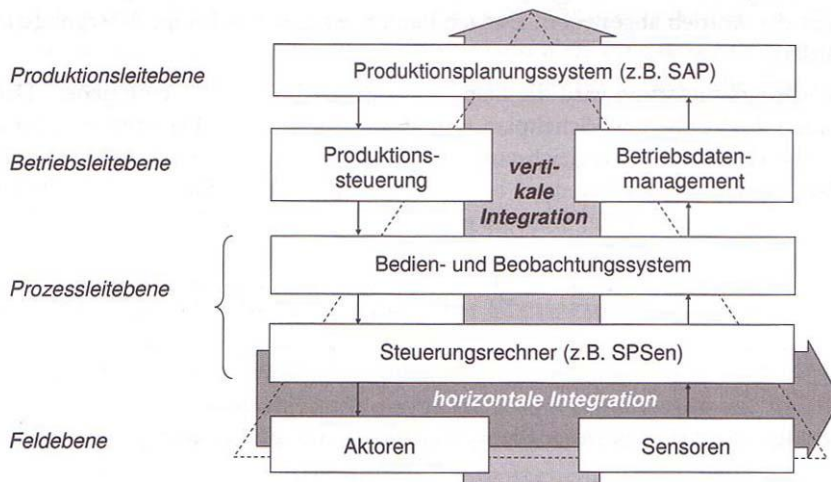
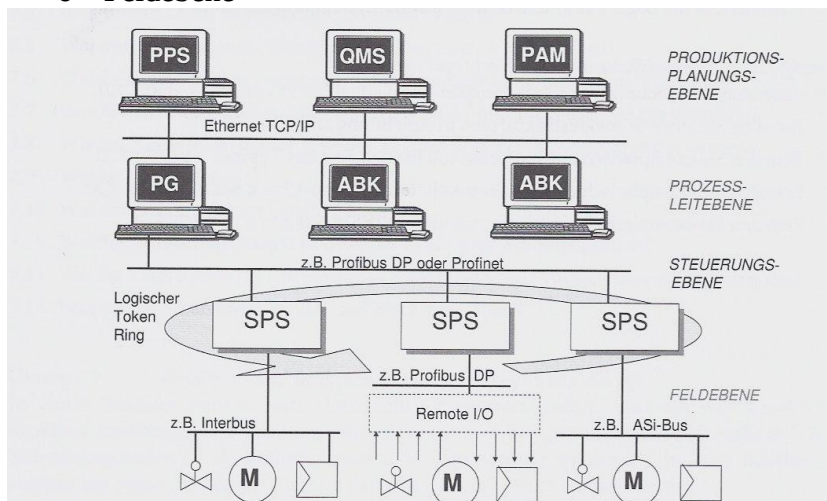


Bild 1.10: Automatisierungsebenen in Produktionsbetrieben und Bestrebungen zur Integration der Komponenten.

2.2 a. Welche vier Ebenen der Fabrikautomatisierung unterscheidet man?

Script I Seite 12

- Produktionsplanungsebene
- Prozessleitebene
- Steuerungsebene
- Feldebene



2.3 a. Nennen Sie die Ihnen bekannten Feldbussysteme. Script II Seite 15

Tabelle 2.2: Feldbussysteme und ihre Eigenschaften (Auswahl).

Bussystem	Einsatzfelder	Eigenschaften
ASI-Bus (Aktor-Sensor-Interface)	Ankopplung einfacher Sensoren und Aktoren, wie Lichtschranken, Ventile, Lampen etc., zumeist in der Fertigungstechnik.	• Kostengünstig. • Schnelle Übertragung weniger binärer Daten. • Übertragung von Energie und Daten über dasselbe Kabel.
Profibus (Process Field Bus)	Profibus-DP für Datenaustausch mit dezentraler Peripherie wie Antrieben, Ventilen und Messumformern in Fertigungs- und Verfahrenstechnik.	• Schneller, zyklischer Datenaustausch der SPS mit dezentralen Feldgeräten (Zykluszeit < 10 ms). • Auch Datenaustausch zwischen SPSen im Multi-Masterbetrieb möglich.
	Profibus-PA für Anwendungen in explosionsgefährdeten Umgebungen in der Prozessautomatisierung.	• Vergleichsweise langsame Datenübertragung. • Gewährleistet Eigensicherheit der angekoppelten Sensoren und Aktoren, indem die Versorgungsspannung unterhalb der Zündenergie von explosiven Gasen gehalten wird.
Profinet (Process Field EtherNet)	Profinet-IO (Input Output) zur Ansteuerung von Sensoren und Aktoren durch eine zentrale Steuerung in der Fertigungstechnik.	• Zykluszeiten unter 1 ms im isochronen Modus möglich. • Kompatible Kabel- und Netzwerktechnik mit dem Ethernet der PC-Welt. • Relativ einfache Erweiterbarkeit.
	Profinet-CBA (Component Based Automation) zur Vernetzung von SPSen.	• Wie bei Profinet-IO, Zykluszeiten jedoch im Bereich von 50 ms.
EIB (Europäischer Installationsbus)	Kommunikation zwischen Sensoren und Aktoren zur Gebäudeautomatisierung.	• Steuerung erfolgt dabei über den Benutzer selbst oder über einen mit entsprechender Software ausgerüsteten Netzwerkcomputer.
SERCOS (Serial Realtime Communication System)	Kommunikation zwischen Steuerungen und Antrieben in der Fertigungstechnik.	• Synchronisierung digitaler Servoantriebe hochgenau und in Echtzeit. • Regelung von beispielsweise 40 Achsen mit einer Zykluszeit von 1 ms.
CAN-Bus (Controller Area Network)	Vernetzung von Steuergeräten in Automobilen.	• Ausdehnung abhängig von Übertragungsrate 40 m bei 1 Mbit/s, hohe Datensicherheit.

b. Worin liegt der Vorteil bei der Verwendung von Industrial Ethernet (z.B. Profinet) gegenüber den klassischen Feldbussystemen (z.B. Profibus)?

- Da Unternehmen üblicherweise bereits über ein Ethernet- LAN für die Vernetzung der Mitarbeiter- PCs verfügen, ist es mit Industrial Ethernet möglich, in das vorhandene LAN auch Geräte mit einzubeziehen, die für die Steuerung und Kontrolle von Produktionsprozessen benötigt werden.
- Einfache Erweiterbarkeit
- Zykluszeiten kleiner 1ms im isochronen Modus
- Hohe Übertragungsrate (100MBit gegenüber 1,5MBit des Profibus)
- W-LAN tauglich
- Wartungsfreundlich
- Planungsaufwand wird minimiert, da Ethernet Standard Bekannt ist bei Nutzern.

2.4 a. Wie erfolgt heute häufig der Datenaustausch zwischen der Steuerungsebene (SPSen) und der Prozessleitebene (ABKen)? Script II Seite 5

b. Welcher Standard hat sich für den vertikalen Datenaustausch in der Automatisierungstechnik durchgesetzt? Script II Seite 5

Industrial Ethernet und TCP/IP

2.5 a. Nennen Sie drei wichtige Buszugriffsverfahren.

- Buszugriff CSMA / CD (Ethernet)
- Token-Passing (Ethernet)
- Master-Slave (Profibus)

b. Erläutern Sie das Buszugriffsverfahren CSMA/CD. Script I Seite 23

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

Dieses sieht vor, dass jeder Teilnehmer zu jedem Zeitpunkt senden kann. Will ein Teilnehmer Daten senden, prüft er, ob bereits Daten auf dem Bus vorhanden sind.

Ist der Bus frei, beginnt der Teilnehmer zu senden. Der Sender überwacht dann den Bus und vergleicht seine gesendeten Daten mit den aktuellen Daten auf dem Bus. Sind die Daten nicht gleich, weil ein oder mehrere Teilnehmer ebenfalls den Bus benutzen, unterbrechen alle Sender ihre Übertragung und starten nach zufälligen Zeitabständen erneut.

c. Erläutern Sie das Buszugriffsverfahren Token-Passing. Script I Seite 21

Beim Token-Passing-Verfahren wird das Token wie ein „Staffelholz“ zwischen den Bus-Mastern weitergereicht. Will ein Bus-Master senden, markiert er den gerade noch freien Token als belegt, adressiert das Ziel und hängt seine Daten an.

Jede Station interpretiert dann die Adresse und reicht das Token weiter, wenn die Adresse nicht mit der eigenen Adresse übereinstimmt.

Die angesprochene Zielstation (die Adresse stimmt mit der eigenen Adresse überein) kopiert die gesendeten Daten in ihren Speicher, quittiert den fehlerfreien Empfang und hängt gegebenenfalls angeforderte Daten an das Token an.

Der Bus-Master, der mit der Übertragung begann, nimmt die Empfangsquittung und gegebenenfalls die Daten auf und gibt danach das Token wieder frei.

d. Erläutern Sie das Buszugriffsverfahren Master-Slave beim Profibus. Script I Seite 17

Nur der Master darf die Kommunikation anstoßen. Die Slaves antworten nur auf die Anforderungen des Masters. (4 Telegrammtypen sind bestimmend).

3.1 a. Nennen Sie die Ihnen bekannten SPS-Arten und erläutern Sie kurz ihr Wesen.

Script II Seite 7

Man unterscheidet heute drei verschiedene Bauarten von SPSen:

- *Hardware*-SPS,
- *Slot*-SPS und
- *Soft*-SPS

Eine Hardware-SPS ist die klassische SPS in Kompakt- oder Modulbauweise. Eine Hardware-SPS bedarf eines externen PCs als Programmiergerät.

Eine *Slot*-SPS ist eine Einsteckkarte für den PC, die alle Module einer SPS enthält. Anstatt einer CPU besitzt sie einen Co-Prozessor, auf dem ein eigenes multitaskingfähiges Betriebssystem mit einem multi-ported RAM (von PC und SPS geteilter Speicher, auf den beide zugreifen können) läuft.

Eine *Soft*-SPS ist reine Software. Sie läuft komplett auf der CPU des Host-PCs. Die Soft-SPS nutzt die Hardware des Host-PCs.

b. Nenne Sie die wichtigsten Vorteile von PC-basierten SPSen. Script II Seite 7+ 8

Die Vorteile der SPS im PC ergeben sich hauptsächlich dadurch, dass die rasante Entwicklung der PC-Leistung für SPSen genutzt werden kann:

- PC-basierte SPSen erreichen *höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten* als Hardware-SPSen.
- Ein PC kann zur *Steuerung, Programmierung und Visualisierung* verwendet werden. Somit ergeben sich preisgünstigere, einfachere und durchgängige Systemstrukturen, mit denen der Anwender gewohnt ist umzugehen.
- Es entstehen *offenere Systeme*, weil der Datenaustausch auf einer einheitlichen Plattform am Häufigsten unter Windows standardisiert wird. Somit wird die Ankopplung von Bedien- und Beobachtungssystemen sowie von übergeordneten Planungssystemen an die SPS vereinfacht.

c. Nenne Sie die wichtigsten Nachteile von PC-basierten SPSen. Script II Seite 8

Neben diesen Vorteilen muss der PC aber auch die *harten, industriellen Anforderungen* erfüllen, wie z.B.:

- hohe Verfügbarkeit der Hardware,
- Robustheit und Echtzeitfähigkeit des Betriebssystems,
- Erfüllung der Kommunikationsstandards für die E/A-Anbindungen,
- Funktionssicherheit, EMV (elektromagnetische Verträglichkeit),
- Unempfindlichkeit gegenüber rauen Umwelteinflüssen (Erschütterungen, Staub, Temperaturbereich) und
- Absicherung gegenüber Stromausfällen (USV).

Insbesondere bei der Soft-SPS besteht die Gefahr, dass die SPS-Programme von anderen im PC ablaufenden Programmen gestört werden könnten, was im industriellen Einsatz nicht toleriert werden kann. (auch Softwareupdates können zu Sicherheitsproblemen führen).

3.2 a. Wie erfolgt die Informationsverarbeitung innerhalb einer SPS? **Script II Seite 8**

Die Informationsverarbeitung in einer SPS verläuft zyklisch, also immer wiederkehrend. Das SPS-Programm wird zyklisch abgearbeitet. Auch hier findet sich das aus der Informatik bekannte EVA-Prinzip wieder (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe).

b. Erläutern Sie das E V A – Prinzip. **Script II Seite 8**

EVA-Prinzip wieder (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe).

Dabei beschreibt das EVA- Prinzip:

- das Einlesen der Sensordaten bzw. Eingabedaten (Datenpunkte aus der Anlage),
- das Verarbeiten der Eingabedaten und weitere Informationen im SPS-Programm und
- das Ausgeben der Stellsignale an die Aktoren bzw. das Ausgeben der Ausgabedaten an die Anlage.

3.3 a. Was bedeutet der Begriff Abbildspeicher? **Script II Seite 8**

Der Abbildspeicher ist eine Prozessbelegung zum Zeitpunkt X eines Abtastzeitpunktes.

b. In welche drei Teile lässt sich der Arbeitsspeicher (RAM) einer SPS einteilen? Was befindet sich in dem jeweiligen Speicherteil? **Script II Seite 9**

Der Arbeitsspeicher (RAM) lässt sich also in drei Teile gliedern:

- den *Datenspeicher*(PEA) mit Ein- und Ausgangsabbild und en verwendeten Variablen,
- den *Programmspeicher* mit den zyklisch abzuarbeitenden Anwenderprogrammen und
- den *Systemspeicher* mit den SPS-interne Systemprogrammen.

3.4 a. Wie werden Feldgeräte konventionell an die Ein- und Ausgänge einer SPS angeschlossen? **Script II Seite 10**

Der Anschluss der Feldgeräte (Sensoren und Aktoren) erfolgt über Kupferleitungen, die mittels Steck- oder Schraubverbindungen an die Kanäle der Ein- oder Ausgangs-Baugruppen angeschlossen werden.

b. Erläutern Sie grundsätzlich, wie binäre Signale innerhalb der binären Eingangs-Baugruppe verarbeitet werden, bevor sie in den Abbildspeicher gelangen.

Script II Seite 10

- Nach schließen des Schalters via 2 oder 4 Drahtleitung unterdrückt der RC-Filter ein prellen des Schalters bzw. unterdrückt Störsignale
- Das weiterführende Signal wird durch einen Optokoppler galvanisch getrennt und in der Triggerstufe mittels richtiger Zuordnung dem Wahrheitswert (Low oder High) zugeordnet.
- Dieser Wahrheitswert wird durch Steuersignale an den internen Bus weitergegeben.

c. Erläutern Sie grundsätzlich, wie analoge Signale innerhalb der analogen Eingangs-Baugruppe verarbeitet werden, bevor sie in den Abbildspeicher gelangen. Script II Seite 12

Über einen Messumformer wird das analoge Signal als Einheitssignal an die analoge Eingangsbaugruppe geführt. Das analoge Eingangssignal wird in einen A/D Umsetzer digitalisiert und nach der galvanischen Trennung durch Optokoppler als Datenwort im Eingangsabbild des Arbeitsspeichers (PEA) abgelegt.

3.5 a. Über welche Voraussetzungen müssen busfähige Feldgeräte verfügen? Script II Seite 14

Voraussetzung für eine Feldbusankopplung ist, dass alle Feldgeräte über einen Mikroprozessor mit busfähiger Schnittstelle verfügen.

b. Können konventionelle Feldgeräte über einen Feldbus an eine SPS angekoppelt werden? Wenn ja, wie? Script II Seite 14+15

Ja. Mit Hilfe dezentraler Ein- und Ausgabebaugruppen können nicht busfähige Feldgeräte mittels Remote- Input/ Output- System (RIO) angeschlossen werden

c. Nennen Sie die wichtigsten Vorteile der Feldbustechnik. Script II Seite 15+16

Die wichtigsten Vorteile der Feldbustechnik sind:

- Einsparung von Kabeln zwischen Anlage und Schaltraum,
- höhere Auflösung der Messwerte,
- Übertragung zusätzlicher Geräteinformationen (Grenzwerte, Zustände, Alarme, Betriebszeiten u.a.),
- zentrale Diagnosemöglichkeit (d.h. Fehlersuche von der Leitwarte aus),
- dezentrale Intelligenz (Rechenoperationen, wie z.B. Dosieren im Feldgerät),
- Platzeinsparung im Schaltraum,
- geringerer Montage- und Planungsaufwand,
- geringerer Nachrüst- und Änderungsaufwand und
- zentrale Konfigurierung der Bussysteme am PC.