

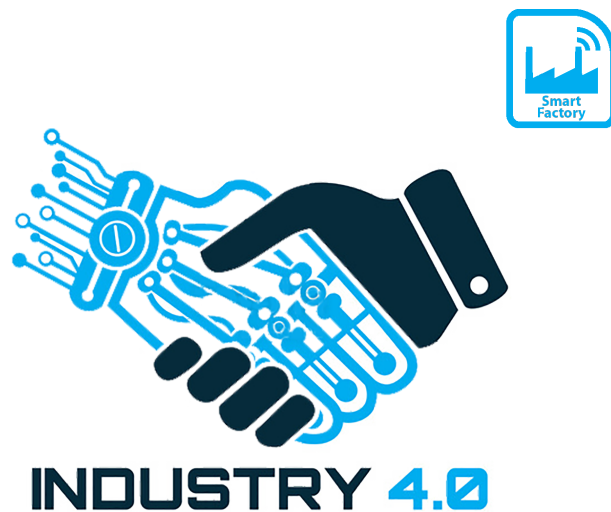
- Verständnisfragen mit Lösungen -

Industrie 4.0 - Smart Factory TWIE24

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. Stephan Sauter

Q4 2026



Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	2
1.1	Verständnisfragen	2
2	Automatisierung	4
2.1	Verständnisfragen	4
3	Grundlagen	6
3.1	Verständnisfragen	6
4	Grundkonzepte	9
4.1	Verständnisfragen	9
5	Referenzarchitekturen	12
5.1	Verständnisfragen	12
6	Engineering	14
6.1	Verständnisfragen	14
7	Digitaler Zwilling	16
7.1	Verständnisfragen	16
8	Sicherheit in der Smart Factory	18
8.1	Verständnisfragen	18
9	Nachhaltige Produktion	19
9.1	Verständnisfragen	19
10	Smart Logistics	22
10.1	Verständnisfragen	22
11	IO Link	24
11.1	Verständnisfragen	24
12	Predictive Maintenance	25
12.1	Verständnisfragen	25
13	Machine Learning	26
13.1	Verständnisfragen	26
14	Halbleiter	28
14.1	Verständnisfragen	28
15	Roboter in der Smart Factory	30
15.1	Verständnisfragen	30

KAPITEL 1

Motivation

1.1 Verständnisfragen

1. Nennen Sie drei Beispiele, wie sich die Zukunft durch Verwendung von CPS-Systemen negativ verändert:

a) Es werden digitale Angriffe über das öffentliche Netz wahrscheinlicher.

b) Die unternehmerischen Spielräume bei Entscheidungen werden durch die Automation und Vernetzung der Produktions- und Unternehmensabläufe verkleinert.

c) Durch die Vernetzung aller Produktionsanlagen können bereits kleine Zwischenfälle zu einem gesamten Ausfall der Produktionslinie führen.

2. Was bedeutet der technologische Wandel für die Beschäftigten?

Im weiteren Sinne wird der technologische Wandel zu einer neuen Definition von Arbeit einhergehen und die körperliche Arbeit wird gegenüber der geistigen Tätigkeit immer weiter zurückgestellt werden.

3. In welche beiden Bereiche kann man IoT generell unterscheiden?

Private Nutzung und industrieller Bereich.

4. Was versteht man unter "digitaler Transformation"?

Mit der „digitalen Transformation“ bzw. „digitalem Wandel“ wird der Übergang von analogen Prozessen hin zu digitalisierten Vorgängen hauptsächlich in der Industrie bezeichnet.

5. Welche vier Vorteile bietet Internet of Things in der Smart Factory den Unternehmen?

Die Unternehmen erhalten besseren Einblick in Ihre Prozesse und können somit z.B. Betriebsabläufe optimieren, Qualitätsmängel reduzieren und vorbeugende Instandhaltung implementieren.

6. In welchen Bereichen kann eine Steigerung der Produktivität in einer Smart Factory erreicht werden?

Die Produktionskosten müssen durch Optimierung von Ressourcen und Energieverbrauch gesenkt werden. Vorausschauende Wartung und Service verringern Unterhaltskosten der Anlagen. Die Produktionszeiten müssen gesenkt werden. Bestellprozesse müssen automatisiert und effizient ablaufen.

7. Wie wird der Begriff Cyber-physisches System (CPS) in Worten definiert?

CPS = eingebettetes System + intelligente Vernetzung

8. Was ist ein Cyber-physisches Produktions-System?

System intelligenter CPS-Produkte und CPS-Betriebsmittel.

9. In einer Smart Factory werden vermehrt Cyber-physische-Produktionssysteme eingesetzt. Durch welche Merkmale sind diese sogenannten CPPS gekennzeichnet?

- Erfassung physikalischer Daten durch Sensoren in Echtzeit
- Nutzung von weltweit vorhandener Daten und Dienste
- Speicherung und Analysieren der Daten
- Vernetzung über digitale Kommunikation (lokal/global)
- Einflussnahme auf reale Objekte durch Aktoren
- Nutzung von Mensch-Maschine-Schnittstellen

10. CPS-Plattformen sind die kommenden Wachstumstreiber in der Industrie. Was versteht man unter CPS-Plattformen?

CPS-Plattformen vernetzen Menschen, Objekte, Systeme durch Anwendungen und Dienste miteinander. Die Wertschöpfungsketten verändern sich und neue Geschäftsmodelle etablieren sich.

11. Nennen Sie 3 Vorteile, die die Flexibilisierung in der Produktion mit sich bringt.

Z.B. die schnellere Umsetzung von Innovationen, da Maschinen flexibel eingesetzt werden können (damit auch kürzere Markteinführungszeiten für neue Produkte). Durch Flexibilisierung kann die Versorgung der Produktion je nach Verbrauch gesteuert werden.

12. Wie kann die Steigerung der Produktivität in einem Unternehmen erreicht werden?

Durch die Einführung digitaler Technologien in allen Bereichen der Produktion. Damit kann die Produktivität und Flexibilität erhöht werden.

13. Was versteht man unter Smart Devices?

Durch eingebettete elektronische Intelligenz, können die teilnehmenden Geräte miteinander in Kontakt treten und Aufgaben vollautomatisiert ausführen.

KAPITEL 2

Automatisierung

2.1 Verständnisfragen

1. In welcher Richtung nimmt der Detaillierungsgrad bei der Automatisierungspyramide zu?

Der Detaillierungsgrad in der Automatisierungspyramide nimmt von oben nach unten zu (der Abstraktionsgrad nimmt entsprechend von oben nach unten ab).

2. Welche Aufgaben im Produktionsunternehmen hat die Unternehmensleitebene?

Sie fällt strategische Entscheidungen, die das Unternehmen als Ganzes betreffen.

3. Was kennzeichnet **zentrale** Steuerungen aus?

Es wird von einem gemeinsamen und optimierten Produktionsplan ausgegangen.

Ressourcen z.B. werden zentral festgelegt und zeitlich abgestimmt.

4. Die Abkehr von zentraler Planung in der Vergangenheit wird durch dezentrale Architekturen ersetzt. Was sind die Vorteile bei einer dezentralen Steuerung einer Fabrik?

Es kann kurzfristig und flexibel auf sich wechselnde Anforderungen reagiert werden.

5. Nennen Sie 5 Herausforderungen, auf die Produktionsunternehmen in Zukunft Lösungen finden müssen.

- Kontrollverlust über die eigenen Produktionsprozesse
- Sicherheit und digitale Angriffe
- Abhängigkeiten von großen Technologieunternehmen
- Produktionsausfälle
- Bedrohung von Arbeitsplätzen
- Gesellschaftliche Probleme (ungleiche Verteilung der Kapitals)

6. Was bedeutet die zukünftige Entwicklung für die Beschäftigten?

Im weiteren Sinne wird der technologische Wandel zu einer neuen Definition von Arbeit Arbeit einhergehen und die körperliche Arbeit wird gegenüber der geistigen Tätigkeit immer weiter zurückgestellt werden.

7. Geben Sie ein Beispiel, warum der zukünftige Arbeitsmarkt durch die voranschreitende Technologisierung eine wichtige Rolle in Zukunft spielen wird.

Z.B. der Wegfall von sehr vielen Arbeitsplätzen durch verstärkten Einsatz von Robotern in der produzierenden Industrie wird zu einer Umschichtung von Arbeitsaufgaben und Tätigkeitsfeldern führen. Viele andere Beispiele sind möglich.

8. Nennen Sie zwei Beispiele, wie der gesellschaftliche Wandel durch die Digitalisierung und Automatisierung in eine positive Richtung gelenkt werden kann.

Z.B. sollten die Vorteile, die durch den technologischen Fortschritt entstehen für die breite Masse der Gesellschaft verfügbar gemacht werden (Breitbandausbau, online Zugang zu Wissen etc).

Veränderte Entlohnung von Arbeit (bedingungsloses Grundeinkommen).

Ersetzen von körperlicher Arbeit durch Automatisierungssysteme.

9. Nennen Sie vier Vorteile, die ein Nutzer bei der Umstellung auf pay per use im Bereich Software.

- keine Anschaffungskosten
- keine Kapitalbindung
- keine Softwarepflege
- immer aktuellste Version

10. Nennen Sie zwei Bereiche, in denen der Mensch den Maschinen (noch) überlegen ist, und geben Sie jeweils ein Beispiel.

Tätigkeiten mit menschlichen Zügen wie Empathie und Kreativität bieten für die Menschen neue Chancen für Tätigkeiten. Z.B. In der Pflege, wo Zuneigung und Wärme benötigt wird, oder im künstlerischen/kreativen Bereich wie Musiker.

11. Geben Sie zwei Beispiele, in welchen Bereichen die Politik Weichen stellen kann, dass möglichst viele Menschen an der zukünftigen Arbeitswelt teilhaben können.

Die Politik muss sich z.B. im Bereich Bildung (einfacher Zugang zu Wissen, Änderung der Lehrpläne etc.) und bei Steuerfragen (Einkommens- und Vermögensverteilung) bewegen.

KAPITEL 3

Grundlagen

3.1 Verständnisfragen

1. Nennen Sie die zwei wichtigsten Auto-ID Techniken für Objekte:

a) RFID-Technik

b) Barcode-Technik

2. Für was steht die Abkürzung RFID?

RFID: Radio-Frequency Identification

3. Aus welchen beiden Komponenten ist ein RFID-System aufgebaut? Erläutern sie deren Funktionen.

Die RFID-Systeme sind aus Transpondern und vernetzten Lesegeräten aufgebaut.

Der Transponder ist hier ein Funketikett, das am Objekt platziert wird und auf Abfrage über Funkwellen seine Identität und entsprechende Informationen mitteilt. Mit dem Lesegerät kann dieser Gegenstand dann drahtlos erkannt und ausgelesen werden. Das Lesegerät sendet die erfassten Daten anschließend über das Internet zur Weiterverarbeitung weiter.

4. Welche beiden Barcode-Ausführungen finden bei der Identifizierung Anwendung?

a) 1D-Code (Strichcode)

b) 2D-Code (QR-Code)

5. Was bedeutet die Abkürzung (OMG)?

Object Management Group

6. Welche Modellierungssprachen kennen Sie?

a) UML (Unified Modelling Language)

b) SysML (Systems Modeling Language)

c) OWL (Web Ontology Language)

7. Was genau versteht man unter einem digitalen Objektgedächtnis und wie lautet die englische Abkürzung bzw. die Übersetzung?

Digitales Objektgedächtnis, DOME, für Digital Object Memory, ist ein Datenspeicher, in dem fortlaufend alle relevanten Informationen zu einem konkreten physischen Objekt gesammelt werden.

8. Was versteht man unter dem Begriff "Sensorfusion"?

Mit Sensorfusion werden mehrere unterschiedliche Sensoren verknüpft um mit ihren Daten zum einen eine Redundanz zu erhalten, zum anderen die Messdaten in der Qualität zu steigern. Somit können fehlerhafte Sensoren bzw. Signale erkannt werden und entweder korrigiert, oder zumindest Rückschlüsse auf den Systemzustand gewonnen werden.

9. Nach welchen Kriterien lassen sich Objektgedächtnisse je nach Ausstattung unterscheiden?

Nach aktiven und passiven Gedächtnissen

10. Erläutern Sie die Basistechnologie "Domänenmodell und Ontologien" bezüglich des autonomen Handelns.

Das relevante Wissen, um autonomes Handeln zu ermöglichen muss in Domänenmodellen beschrieben werden. Alle in einer Domäne vorhandenen Informationen werden in standardisierten Ontologien von Experten in hierarchischer Form erfasst und können übergreifend ausgetauscht werden.

11. Welche drei maschinenverarbeitenden Basistechnologien sind für das autonome Handeln und Kooperieren entscheidend?

Domänenmodell und Ontologien, Sensor- und Aktortechnologie, Kommunikationsinfrastruktur und -plattform)

12. Welche Herausforderungen gibt es, die die Sensor- und Aktortechnologien meistern muss?

Herausforderungen bestehen in der Sicherstellung der Funktionalität, Skalierbarkeit und selbstkonfigurierende Regelungskonzepte der Sensoren und Aktoren

13. Die steigende Verbreitung von Cyber-physischen Systemen (CPS) macht eine heterogene und hierarchisch organisierte Kommunikationsinfrastruktur notwendig. Welche drei nicht mobilen Haupt-Kommunikationsnetze kennen Sie und wie lauten deren Abkürzungen?

Die Kommunikationsnetze können unterschieden werden zwischen:

- persönliche Netze (Personal Area Networks, PAN)
- lokale Netze (Local Area Networks, LAN)
- Weitverkehrsnetzen (Wide Area Networks, WAN).

14. Um den größten Nutzen aus den Maschine-Maschine-Technologien zu ziehen, müssen vor allem die Herausforderung in der Mensch-Maschine-Schnittstelle bewältigt werden. Nennen Sie vier Herausforderungen.

- Generierung der nutzbringenden Informationen aus der großen Datenmenge für die verschiedenen Rollen in einem Unternehmen,
- Visuelle Darstellung der neu gewonnenen Informationen, um die Vorgänge für den Menschen transparent und nachvollziehbar zu gestalten,
- Aufbereitung der Informationen für verschiedene Displaygrößen (Smartphone, Tablet)
- Bereitstellung für unterschiedliche Betriebssysteme (Plattformunabhängigkeit).

15. Nennen Sie 5 verschiedene Datenklassen in einer Produktionsanlage, die für die Mensch-Maschine Interaktion eine Rolle spielen.

- Dokumentationen
- Engineeringdaten
- Anlagen/Maschinenparameter
- Auftragsdaten
- Prozessdaten

KAPITEL 4

Grundkonzepte

4.1 Verständnisfragen

1. Wie antworten Produktionsunternehmen auf Auftragsschwankungen?

Zum Beispiel können Unternehmen eigene, freie Fertigungskapazitäten anderen Produktionsunternehmen anbieten um Maschinenstillstände zu vermeiden und die Auslastung des eigenen Maschinenparks zu gewährleisten. Auftragsschwankungen können so beiderseits aufgefangen werden.

2. Wie können bei der auftragsgesteuerten Produktion die Produktions-Ressourcen optimiert werden?

Indem die Ressourcen dynamisch zusammengestellt werden. Erreicht wird dies durch Vernetzung (2 Punkte) auch über den Produktionsstandort hinaus. Notwendig dazu sind Standards über alle Prozesse hinweg.

3. Nennen Sie ein Beispiel, wie ein Unternehmen mittels der auftragsgesteuerten Produktion auf Auftragsschwankungen reagieren kann und erläutern Sie dies.

Zum Beispiel können Unternehmen eigene, freie Fertigungskapazitäten anderen Produktionsunternehmen anbieten um Maschinenstillstände zu vermeiden und die Auslastung des eigenen Maschinenparks zu gewährleisten. Auftragsschwankungen können so beiderseits aufgefangen werden.

4. Welche beiden klassischen Akteure sind im Wertschöpfungsprozess tätig?

- a) Produktprovider (Hersteller von Prod.anlagen/Service Provider)
- b) Kunde (Produktnutzer, Betreiber von Produktionsanlagen)

5. Welche Akteure kommen neu hinzu?

Neu ist der Plattform-Provider und besetzt den Platz zwischen Kunde und Produkt-provider

6. Welche Vorteile bietet die Technologisierung für den Arbeitgeber im Bereich Personalwesen? Nennen Sie hier 2 Beispiele.

- Vorteil: Flexibilisierung des Personalwesens

Beispiel: Mitarbeiter können ohne lange Einarbeitungszeit durch flachere Strukturen eingesetzt werden können

- Vorteil: Es können Reisekosten und Reisezeiten trotz voranschreitender Globalisierung eingespart werden

Beispiel: Telearbeit. Andere Vorteile und Beispiele sind möglich...

- Vorteil: Unternehmen profitieren durch die Attraktivität des Arbeitsplatzes

Beispiel: Es können dadurch die Attraktivität leichter gut ausgebildete Mitarbeiter gebunden werden.

7. Was bedeutet die Abkürzung MTI?

Mensch-Technik-Interaktion (MTI)

8. Was versteht man unter intelligenten Produkten?

Ein intelligentes oder auch smartes Objekt im Allgemeinen ist ein Objekt, das durch die Integration von Informationstechniken über die eigentliche Bestimmung des Objektes hinausgeht und weitere Funktionen und damit Einsatzmöglichkeiten erlaubt.

9. Warum ist Big Data wichtig bei den Smart Services?

Big Data-Systeme ermöglichen den Übergang von Smart Products zu Smart Data durch Echtzeitanalyse und Datenfusion. Erst damit können neue Geschäftsfelder erschlossen werden.

10. Nennen Sie 5 Bereiche in der Mensch-Technik-Interaktion in der Produktion, wo der Anwender im Mittelpunkt steht.

- Diagnose-Assistenz
- Physische Assistenz
- Maschinen
- mobiler Zugriff
- Planungsassistenz

11. Was versteht man unter "Predictive Maintenance"?

Die vorausschauende Wartung von Produktionsanlagen und deren Service.

12. Nennen Sie 5 Herausforderungen, die allgemein bei der Verwendung von intelligenten Produkten entstehen.

Mögliche Antworten:

-
- Produkte müssen Updatefähig sein
-
- Standards müssen offen sein (keine Insellösungen einzelner Unternehmen)
-
- neue Geschäftsmodelle ändern das Leistungsangebot
-
- Kein Produktverkauf ohne Services
-
- Kooperationen mit IT-Anbietern sind notwendig
-

13. Welchen Nutzen können die Kunden aus Smart Services ziehen? Nennen Sie außerdem ein Beispiel.

Man kann Schlüsse aus dem Verhalten der Nutzer ziehen (Echtzeit-Staumelder)

und diese den Kunden als Dienstleistungen anbieten.

14. Nennen Sie zwei Beispiele, wie durch die Sammlung von Daten in der Produktionslinie neue, individuelle Dienste möglich werden.

-
- Wartungstermine zum optimalen Zeitpunkt
-
- Rechtzeitige Bereitstellung der Prozessparameter am Fertigungsplatz
-

KAPITEL 5

Referenzarchitekturen

5.1 Verständnisfragen

1. Was versteht man unter Referenzarchitektur?

Als Referenzarchitektur wird im Allgemeinen in der Informatik ein idealtypisches Modell bezeichnet, das die Basis für alle weiteren Anwendungen und Spezialfälle als Grundlage dient und für die Klasse von zu modellierenden Modellen und Architekturen steht.

2. In welchen Bereichen finden Referenzarchitekturen im Produktionsprozess Verwendung?

a) Modellierung
b) Simulation
c) Optimierung
d) Visualisierung
e) Verteilung und Vernetzung der Daten

3. Welche Institutionen sind bestrebt die Referenzarchitekturen auf eine gemeinsame Basis zu stellen? Nennen Sie mindestens Drei.

z.B. die Bundesregierung, Fachverbänden (z.B. VDE/VDI), nationale und internationale Kooperationen bei den Unternehmen

4. Nennen Sie zwei Normierungsorganisationen auf nationaler (deutscher) Ebene und geben Sie die vollständige Bezeichnung an.

- DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
- DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik)

5. Nennen Sie drei internationale Normungsinitiativen.

- ISO
- IEC
- CEN

6. Welche Bereiche sind von Referenzarchitekturen im Produktionsprozess für Produkte, Fabriken und Prozesse im einzelnen betroffen?

- Modellierung
- Simulation
- Optimierung
- Visualisierung
- Verteilung und Vernetzung der Daten

7. Für was steht ISO?

ISO (International Organization for Standardization),
Internationale Organisation für Normung

8. Was bedeutet das RAMI 4.0 Modell in eigenen Worten?

Rami 4.0 ist eine dreidimensionale Landkarte), die beschreibt, wie man das Thema
Industrie 4.0 strukturieren kann. Es stellt sicher, dass sich alle Teilnehmer von
Industrie 4.0 verstehen können.

9. Nennen Sie 3 Ziele der RAMI4.0 Referenzarchitektur:

- a) Service orientierte Architektur
- b) alle Elemente und IT-relevanten Komponenten werden in einem Schichten und
Lebenszyklusmodell zusammengefasst
- c) komplexe Abläufe werden in überschaubare Pakete - inkl. Datenschutz und
IT-Sicherheitsaufgeteilt

10. In welche drei Achsen (Ebenen) lässt sich das RAMI 4.0-Modell grundsätzlich unterteilen und wie werden sie bezeichnet?

Senkrechte Achse: digitales Abbild der betrachtenden I4.0-Technologie, Schicht für Schicht
Waagrechte Achse: Value Stream, Wertschöpfungskette und Lebenszyklus
Diagonale Achse: Hierarchie Level, Funktionalitäten und Verantwortlichkeiten
innerhalb einer Fabrik.

11. Was versteht man unter dem Produktlebenszyklus?

Ein Konzept der Betriebswirtschaftslehre, das den Prozess von der Markteinführung bzw.
Fertigstellung eines marktfähigen Produktes bis zu seiner Herausnahme aus dem Markt
beschreibt.

12. Erläutern Sie den Begriff Schaufensterfabrik.

Damit testen die Unternehmen neue und selbstentwickelten Prozesse und Lösungen
unter realen Bedingungen. Es werden keine Testaufträge, sondern echte Kunden-
aufträge abgearbeitet.

KAPITEL 6

Engineering

6.1 Verständnisfragen

1. Was versteht man unter CASE?

CASE (Computer Aided Software Engineering).

2. Nennen Sie die 2 Klassen von Engineering Werkzeugen:

a) Upper CASE (Planning, Analysis, Design)

b) Lower CASE (Implementation, Testing, Maintenance)

3. Nennen Sie die beiden wichtigsten Bereiche in denen die Engineering Tools Vorteile bringen und nennen Sie jeweils zwei Beispiele.

Prozesse bringen Effizienz, Transparenz und Disziplin.

Methodik schafft Systematik und Unterstützung.

4. Nennen Sie 3 Ziele des Virtual Engineering:

a) Ermöglichung von schnellen Entwicklungszyklen

b) Erhalten von frühem Ergebnisfeedback

c) Stärkung von frühen Entwicklungsphasen

5. Was versteht man unter UCD?

User-Centered Design

6. Welchen Nachteil besitzt UCD bezüglich den Entwicklungskosten?

Es ist mehr Aufwand in den frühen Projektphasen nötig, da die Anforderungen und Bedürfnisse viel detaillierter erhoben und beschrieben werden.

7. Nennen Sie 5 Beispiele für intelligente Komponenten in Cyber-Physischen Systemen.

Sensoren, Aktoren, Mikroprozessoren, Datenspeicher, Software/Betriebssystem und eine digitale Bedienoberfläche

8. Nennen Sie 5 Beispiele, wie man ein Produkt nutzerfreundlich gestalten kann.

1. Nutzung von eigenem Wissen und von Quellen von außerhalb
2. Die einzelnen Teilaufgaben vereinfachen
3. Die Verwendung von Übersichts-Grafiken
4. Berücksichtigung von allen möglichen Anwenderfehlern damit der Benutzer die Fehler zurücknehmen kann.
5. Falls keine Lösung zu finden ist, an etablierten Standards halten

9. Was versteht man unter Requirements Engineering?

Es geht bei der Produktentwicklung zentral um das Verstehen und Beschreiben, was die Kunden wünschen oder benötigen.

10. Die Merkmale einer guten Spezifikation werden in einem sogenannten Pflichtenheft geführt, das die Anforderungsspezifikation, den Lösungsüberblick und die Elemente der Projektabwicklung enthalten soll. Geben Sie 5 Qualitätsmerkmale an.

- Adäquat – beschreibt das, was der Kunde will bzw. braucht
- Vollständig – beschreibt alles, was der Kunde will bzw. braucht
- Widerspruchsfrei – sonst ist die Spezifikation nicht realisierbar
- Verständlich – für alle Beteiligten, Kunden wie Informatiker
- Eindeutig – vermeidet Fehler durch Fehlinterpretationen
- Prüfbar – feststellen können, ob das realisierte System die Anforderungen erfüllt
- Risikogerecht – Umfang umgekehrt proportional zum Risiko, das man eingehen will

11. Was versteht man unter Modellierung?

Unter Modellierung versteht man die Schaffung eines virtuellen Abbilds eines realen bzw. physischen Systems. Oft spricht man auch vom digitalen Zwilling (digital Twin).

12. Welche Vorteile bieten intelligente Produkte?

Intelligente Produkte können aufbauend grundlegende Funktionen übernehmen.

Es werden neuartige Produktlösungen möglich, die eine bisher nicht gekannte, enge und direkte, sowie zeitlich unbegrenzte Beziehung zum Kunden herstellen.

13. In welche 3 Kernelemente kann man die Lösungen für intelligente Produkte einteilen?

- a) Physische Komponenten mit mechanischen oder elektrischen Bauteilen
- b) Intelligente Komponenten, wie Sensoren, Aktoren, Mikroprozessoren, Datenspeicher, Software/Betriebssystem, digitale Bedienoberfläche, Datenspeicher, Software/Betriebssystem.
- c) Vernetzungskomponenten, z.B. Schnittstellen, Antennen und Netzwerke, die die Kommunikation zwischen Produkt und Cloud sicherstellen.

KAPITEL 7

Digitaler Zwilling

7.1 Verständnisfragen

1. Wie wird ein digitaler Zwilling definiert?

Digitale Kopie von Anlagen, Prozessen und Produkten unserer physischen Welt, welche reale Daten analysiert und diese zur Verwendung auf eine virtuelle Ebene simuliert.

2. Welche unterschiedlichen Typen von digitalen Zwillingen gibt es?
Nennen Sie mindestens drei.

- Digitaler Produktzwilling
 - Digitaler Produktionszwilling
 - Digitaler Zwilling der Performance
-

3. Aus welchen drei Teilen besteht ein digitaler Zwilling?

- Reales Produkt
 - Digitales Abbild
 - Vernetzung beider Bereiche
-

4. Nennen Sie jeweils zwei Chancen bzw. Risiken bei der Verwendung digitaler Zwillinge.

Chancen: Fehler- und Störquellen werden eliminiert, schnellere und effizientere Produktentwicklung, Zeit- und Kosteneinsparung

Risiken: Datenexperten werden benötigt, unnötige Ausweitung der Komplexität bei bestimmten Produkten, methodisches Vorgehen ist notwendig.

5. Was für Möglichkeiten sind in der Zukunft denkbar?

Aubreitung auf alle Bereiche unseres Lebens, Effektivere Modellerstellung und Simulation von Prozessen, Verbesserung der Effizienz der Wirtschaft.

6. Nennen Sie 3 zukünftige Herausforderungen von digitalen Zwillingen:

- Konsistente Rahmen für den Einsatz müssen geschaffen werden,
- Digitaler Zwilling im gesamten Produktentwicklungsprozess muss neu definiert werden
- gesamtheitliches Verständnis zwischen den Schnittstellen schaffen
- effizienten Informationsfluss generieren

7. Was sagt der Digitalisierungsindex aus?

Erhebung des Digitalisierungsstandes von Unternehmen im Bereich Digitale
Transformation

8. Wie läuft der Optimierungszyklus beim digitalen Zwilling ab?

Daten vom realen Produkt erfassen
→ Daten auf digitales Abbild übertragen
→ gewünschte Eigenschaften simulieren
→ Verknüpfung zu realem Produkt herstellen
→ Produkt nutzen

KAPITEL 8

Sicherheit in der Smart Factory

8.1 Verständnisfragen

1. Welche beiden Risikobereiche kennen Sie bei Smart Factories?

a) Informationssicherheit (Spionage)

b) Betriebssicherheit (Sabotage)

2. Warum sind Produktionsanlagen sicherheitstechnisch besonders gefährdet?

Da eine Produktionsanlage nicht stillstehen darf, werden oft veraltete, aber zuverlässige Systeme verwendet, die nicht mehr den aktuellen Sicherheitsstands genügen und somit von außen leicht angreifbar sind.

3. Was ist das BMWi?

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie)

4. Nennen Sie 3 Handlungsvorschläge des BMWi gegen Hacker-Angriffe?

a) Die IT-Systeme, mobile Geräte und Dienste sollen stets aktuell sein und regelmäßig auf Viren geprüft werden.

b) Sicherheitsrichtlinien und IT-System-Notfallpläne sollen gut verständlich erstellt werden.

c) Verwendung von qualifizierter elektronischer Signatur, Verschlüsseln bei sensiblen Daten und Achtsamkeit beim Verschicken und Speichern.

5. Für welche 3 Bereiche sollen durch Kreativitätstechniken neue Lösungen gefunden werden?

a) Ideenfindung für neue Geschäftsmodelle

b) Innovative Produkte

c) Verbesserte Produktion

6. Wie nennt man die gesammelten Techniken die zu den Ideenfindungen führen?

Werkzeugkasten Industrie 4.0

KAPITEL 9

Nachhaltige Produktion

9.1 Verständnisfragen

1. Wie kann der Begriff Nachhaltigkeit beschrieben werden?

Eine Politik, deren Ziel die gleichwertige und gleichberechtigte Sicherstellung
und Verbesserung von ökologischer, ökonomischer und sozialer Leistungsfähigkeit ist.
Sie wird maßgeblich durch die verfügbaren und eingesetzten Technologien beeinflusst.

2. Was sind die Auswirkungen des verpassten Nachhaltigkeitsgedanken?
Nennen Sie mindestens drei.

- Atmosphäre heizt sich auf
- Meere sind überfischt
- Trinkwasser und fruchtbare Böden werden rar

3. Welche Arten von Nachhaltigkeit gibt es?

- Ökologische Nachhaltigkeit
- Ökonomische Nachhaltigkeit
- Soziale Nachhaltigkeit
- Technologische Nachhaltigkeit

4. Nennen Sie jeweils zwei Chancen bzw. Vorteile einer nachhaltigen Produktpolitik.

Chancen: Kostensenkung durch verbesserte Material- und Energieeffizienz
Steigerung der Attraktivität für Fachkräfte

Vorteile: Nachhaltige Unternehmen machen mehr Marge
Nachhaltigkeit wird zum Wettbewerbsvorteil

5. Was sind die Ziele einer nachhaltigen Produktion? Nennen Sie mindestens drei:

- Vermeidung von schädlichen Emissionen in die Umwelt
- Effiziente Nutzung von Energie und Ressourcen
- Abfallvermeidung und Schaffung von Stoffkreisläufen und Recycling

6. Nennen Sie 3 alternative Umwelt- und Effizienztechnologien:

- Elektro- und Brennstoffzellenantriebe
- Biokunststoffe und Verbundwerkzeuge
- Digitale Vernetzung der Systeme und Lieferketten

7. Erläutern Sie kurz das Konzept Product Carbon Footprint.

Product Carbon Footprint ist die etablierteste Methode zur Ermittlung der Klimawirkung eines Produkts. Während des gesamten Lebenszyklus - von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling oder der Entsorgung - entstehen klimarelevante Auswirkungen in Form von Treibhausgasemissionen. Der Product Carbon Footprint hilft, diese Auswirkungen zu identifizieren, zu analysieren und mit den richtigen Maßnahmen zu reduzieren oder (im Idealfall) ganz zu vermeiden. Bei der Berechnung des Carbon Footprints wird zudem zwischen direkten und indirekten Emissionen (Scope 1-3) unterschieden.

8. Was ist das Nachhaltige Supply Chain Management?

Nachhaltiges Supply Chain Management ist ein strategischer Ansatz, der darauf abzielt, ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit in den verschiedenen Phasen der Lieferkette zu fördern. Es geht darum, umweltfreundliche Praktiken, soziale Verantwortung und wirtschaftliche Effizienz miteinander zu verbinden, um eine nachhaltigere und verantwortungsbewusstere Lieferkette zu schaffen. Ein zentraler Aspekt ist die umweltfreundliche Beschaffung und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen entlang der Lieferkette. Ebenfalls wichtig: Förderung sozialer Verantwortung.

9. Erläutern Sie kurz die Kreislaufwirtschaft und nennen Sie drei Vorteile.

Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert.

Vorteile: Umweltschutz, Rohstoffabhängigkeit reduzieren, Mehr Arbeitsplätze schaffen und weniger Kosten für Verbraucher generieren.

10. Erläutern Sie kurz was das Stoffstrommanagement ist. Welche Schritte werden benötigt, um das Fließbild einer Stoffstromanalyse zu erstellen?.

Stoffstrommanagement ist das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffströmen oder Stoffsystemen. Ziel ist in erster Linie die Optimierung von Produktionsprozessen sowie die Steigerung von Energie- und Materialeffizienz.

Fließbilderstellung

1. Grobanalyse auf Betriebsebene
2. Festlegung des Untersuchungsrahmens
3. Benennung und Erfassung der Produktionsschritte
4. Erstellen des Fließbildes

11. Wieso ist Siemens ein Vorreiter in der Thematik Nachhaltigkeit? Welche Maßnahmen wurden getroffen, um die Emissionen zu senken? Nennen Sie drei.

Nachhaltigkeit nimmt eine zentrale Position in sämtlichen Unternehmensbereichen ein. Angefangen vom Portfolio bis hin zu den Geschäftstätigkeiten und der Unternehmensführung - sie ist integraler Bestandteil der Unternehmensidentität. Durch den Einsatz von grüner Energie, die Installation von Solarpanelen, der Reduzierung des Erdgasverbrauchs und der Implementierung einer nachhaltigen Fuhrparkpolitik konnten Emissionen gesenkt werden. Vor allem der Einsatz eigener innovativer Technologien im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung spielen zusätzlich eine große Rolle.

KAPITEL 10

Smart Logistics

10.1 Verständnisfragen

1. Nennen Sie vier Vorteile der digitalen Transformation im Logistikbereich:

a) Höhere Transparenz entlang der gesamten Supply Chain

b) Optimierung der logistischen Grundanforderungen (6R)

c) höhere Flexibilität und mehr Effizienz

2. Wie kann die Logistik den gestiegenen Kundenanforderungen gerecht werden?

Die Logistik muss schneller, interaktiver, zuverlässiger
und sicherer kommunizieren und agieren.

3. Nennen Sie drei Gestaltungsmöglichkeiten, wie die Logistik mithilfe von IT eine höhere Kundenorientierung erreichen kann:

a) Individualisierung von Logistiklösungen und Services für den Kunden

b) gezielte Zusammenführung einzelner Daten zur Gewinnung neuer
Informationen

c) effizientere Dienstleistungserbringung und Vermeidung von Verschwendung

4. Was kennzeichnet das Digitale Supply-Chain-Management?

Digitales Supply-Chain-Management verbindet mithilfe von Informations-
und Kommunikationstechnologie sämtliche Material-, Produkt-, Personen-
und Informationsflüsse vom Rohstoff bis zum Endkunden über
unterschiedlichste Logistikkanäle hinweg.

5. Wie unterscheiden sich Predictive Analytics und Prescriptive Analytics?

Predictive Analytics erstellt aus Big Data Prognosen über zukünftige

Ereignisse und deren Eintretenswahrscheinlichkeit.

Prescriptive Analytics geht einen Schritt weiter und leitet

situationsabhängige Handlungsempfehlungen ab.

KAPITEL 11

IO Link

11.1 Verständnisfragen

1. Auf welcher Automatisierungsebene sind IO-Link Sensoren und Aktoren angesiedelt?

Auf Feldbusebene

2. Wer entwickelt und verwaltet die Marke IO-Link?

Konsortium der Profibus Nutzerorganisation e.V. (PNO)

3. In welchen Betriebsarten können IO-Link Sensoren betrieben werden?

SIO und den COM Modus

4. Welche verschiedenen Daten enthält eine IODD?

Identifikationsdaten

Parameterdaten

Prozessdatenaufbau

Eventliste

Textverweise für Sprachdateien

5. Welche verschiedenen Daten werden zyklisch bzw. welche Datenpakete werden azyklisch gesendet?

zyklische Daten: Prozessdaten (z.B. Sensordaten)

azyklische Daten: nur auf Anfrage (z.B. Parameter- Prozessdaten)

6. Welche Vorteile bietet die IO-Link Technologie?

einheitliche Normung und Zugänglichkeit

einfache Verkabelung

Fernparametrierung

Einfacher Ersatz von Sensoren

Selbstdiagnose

KAPITEL 12

Predictive Maintenance

12.1 Verständnisfragen

1. Worin unterscheidet sich prädiktive von präventiver Instandhaltung?

Präventive Instandhaltung erfolgt in festen Intervallen, prädiktive Instandhaltung basiert auf Zustandsdaten und Prognosen.

2. Welche Rolle spielt das Industrial Internet of Things (IIoT)?

Das IIoT vernetzt Maschinen und Sensoren und ermöglicht die kontinuierliche Datenerfassung und -übertragung.

3. Was beschreibt die Remaining Useful Life (RUL)?

Die RUL gibt die verbleibende Nutzungsdauer einer Komponente bis zum Ausfall an.

4. Welche drei Prognoseansätze zur RUL-Bestimmung gibt es?

- Physikbasierte Ansätze
- Datengetriebene Ansätze
- Hybride Ansätze

5. Warum ist die Datenqualität für Predictive Maintenance entscheidend?

Unvollständige oder fehlerhafte Daten führen zu unzuverlässigen Prognosen.

6. Nennen Sie zwei Herausforderungen von Predictive Maintenance.

- Schwankende Betriebsbedingungen
- Hoher Daten- und Infrastrukturaufwand

KAPITEL 13

Machine Learning

13.1 Verständnisfragen

1. Wie wird Machine Learning definiert?

Ansatz, bei dem Systeme aus Daten lernen und Modelle zur Vorhersage neuer Daten ableiten.

2. Welche drei Schritte umfasst der grundlegende Lernprozess?

- Datensammlung und Aufbereitung
- Modelllernen
- Anwendung auf neue Daten

3. Warum ist die Generalisierungsfähigkeit eines Modells wichtig?

Das Modell soll nicht nur Trainingsdaten beschreiben, sondern auch neue Daten korrekt bewerten.

4. Welche drei Lernparadigmen werden unterschieden?

- Supervised Learning
- Unsupervised Learning
- Reinforcement Learning

5. Worin unterscheidet sich Supervised von Unsupervised Learning?

Supervised Learning nutzt gelabelte Daten, Unsupervised Learning arbeitet ohne Labels.

6. Warum ist eine hohe Datenqualität entscheidend?

Fehlerhafte oder unvollständige Daten führen zu unzuverlässigen Modellergebnissen.

7. Nennen Sie drei Modelltypen im Machine Learning.

- Lineare Modelle
- Entscheidungsbäume
- Neuronale Netze

8. Warum ist Information Fusion in der Industrie relevant?

Die Kombination mehrerer Datenquellen erhöht Robustheit und Genauigkeit von Vorhersagen.

KAPITEL 14

Halbleiter

14.1 Verständnisfragen

1. Wie wird Silizium im Skript nach Reinheitsgrad unterschieden und eingesetzt?

Roh-/Ferrosilizium: Reinheitsgrad von 98–99% für die Stahl- und Gusseisenproduktion.

Halbleitersilizium (Solar-Grade): Reinheitsgrad von 9N-11N für moderne Solarzellen.

Monokristallines Silizium (Semiconductor-Grade): Spitzenreinheit ab 11N für die Fertigung von Computerchips und Prozessoren.

Amorphes Silizium: ungeordnete Atomstruktur. Es wird für günstige Dünnschicht-Solarmodule oder Taschenrechner verwendet.

2. In welche drei Anwendungsbereiche wird die Smart Factory bezüglich Halbleitern unterteilt?

Sensorik: Erfasst geometrische Größen, Texturen und Umwelteinflüsse wie Temperatur oder Druck.

Aktorik: Setzt elektrische Signale mittels Halbleitern (z. B. Triacs) in mechanische

Steuerung: Verarbeitet Daten über leistungsfähige Signalprozessoren als Bindeglied zwischen Sensor und Aktor.

3. Was ist das primäre Ziel der Fotolithografie in der Chipfertigung?

Übertragen von Strukturen: Geometrische Informationen eines Entwurfs werden präzise als temporäre Maske auf den Wafer projiziert.

Vorbereiten nachfolgender Schritte: Sie ermöglicht die spätere gezielte Materialabtragung (Ätzen) und chemische Modifikation (Dotieren).

4. Welche Kernaufgaben übernehmen Wacker Chemie, Siltronic und ASML in der Lieferkette?

Wacker Chemie AG: Reinigt das in China geförderte Rohsilizium zu hochreinem Halbleitersilizium auf.

Siltronic: Verarbeitet das hochreine Silizium als einziger westlicher Produzent zu 300-mm-Wafern weiter.

ASML: Liefert die spezialisierten Lithografie-Anlagen, mit denen asiatische Auftragsfertiger (z. B. TSMC) die Chips belichten.

5. Was bedeutet die Abkürzung „RUL“ und welche drei Ansätze gibt es zu ihrer Bestimmung?

Bedeutung der RUL: Das Kürzel steht für Remaining Useful Life und beschreibt die verbleibende Nutzungsdauer einer Maschine bis zum Ausfall.

Physikbasierte Ansätze: Berechnen den Verschleiß mithilfe mathematischer und physikalischer Modelle.

Datengetriebene Ansätze: Nutzen historische Sensordaten und Machine-Learning-Modelle zur Mustererkennung.

Hybride Ansätze: Kombinieren die Stärken aus physikalischen Modellen und empirischen Sensordaten.

KAPITEL 15

Roboter in der Smart Factory

15.1 Verständnisfragen

1. Was ist die zentrale Rolle von Robotik in der Smart Factory?

Roboter machen Produktionsprozesse effizienter, flexibler und qualitativ hochwertiger und ermöglichen die enge Zusammenarbeit von Mensch, Maschine und digitalen Systemen.

2. In welchem Jahrzehnt wurden die ersten Industrieroboter vorgestellt?

In den 1960er-Jahren.

3. Wie definiert die ISO 8373:2021 einen Industrieroboter?

Als ein automatisch gesteuertes, wiederprogrammierbares, universell einsetzbares Manipulationsgerät, das in drei oder mehr Achsen programmiert werden kann und entweder ortsfest oder mobil für den Einsatz in industriellen Automatisierungsanwendungen genutzt wird.

4. Welche Freiheitsgrade besitzt ein starrer Körper im dreidimensionalen Raum und welche Bewegungen sind das?

Sechs Freiheitsgrade: drei Translationen entlang der x-, y- und z-Achse sowie drei Rotationen um diese Achsen.

5. Nenne drei typische Aufgaben von Industrierobotern in der Industrie.

Schweißen, Palettieren, Transportieren, Lackieren, Montage, Entgraten, Kleben

6. Welche Roboterart eignet sich besonders für Hochgeschwindigkeits-Pick-and-Place-Aufgaben in der Lebensmittelindustrie?

Delta-Roboter

7. Welche Vorteile bietet die Nutzung von Cobots in der industriellen Produktion?

Cobots arbeiten direkt mit Menschen zusammen, benötigen keinen
Schutzzaun, entlasten von körperlich belastenden Aufgaben und
ermöglichen flexible Fertigungsprozesse.

8. Welche Besonderheit haben Palettierroboter in Bezug auf ihre Werkzeughaltung?

Durch die Parallelogrammkinematik bleibt das Werkzeug immer
parallel zum Boden, wodurch schwere Lasten präzise gehandhabt
werden können.