

## Hinweise zur Lehrmittelausstattung im Zuge des Förderprogramms „Industrie 4.0“

Um Fach- und Nachwuchskräfte für die künftigen Anforderungen im Rahmen von „Industrie 4.0“ praxisnah ausbilden zu können, ist eine entsprechende Lehrmittelausstattung hilfreich. Sie soll möglichst vielfältige Aspekte neuer Handlungsfelder im Produktionsumfeld mit Blick auf reale Industriestandards bieten. Daneben ist die didaktische und methodische Eignung für den Einsatz im Unterricht ein weiteres entscheidendes Auswahlkriterium.

### 1. INTELLIGENTE PRODUKTIONSPROZESSE

Basis von neuen Produktionsprozessen werden sogenannte **Cyber-Physische Systeme (CPS)**<sup>1</sup> sein. Dies sind komplexe (Produktions-) Systeme, die sich durch einen hohen Vernetzungsgrad sowie intelligente, dezentrale Steuerungen auszeichnen. Der Verbund aus software- und hardwaretechnischen Komponenten, die eine Vielzahl von Produktionsdaten verarbeiten und speichern, bietet nicht nur neue technische Möglichkeiten sondern auch neue Geschäftsmodelle. Kundenspezifische Fertigung (Losgröße 1), vorausschauende Instandhaltung oder eine optimierte Produktionslogistik sind nur einige Beispiele.

Waren Sensoren und Steuerungen bisher auch schon über Feldbussysteme gekoppelt (horizontale Vernetzung), so bieten Cyber Physikalische Systeme nun einen durchgängigen Datenaustausch bis in die betriebswirtschaftliche Ebene von Unternehmen (vertikale Vernetzung).

In einem **ERP-System** (Enterprise Resource Planning - System), z. B. SAP oder Microsoft Dynamics NAV, wird der komplette Geschäftsprozess eines Unternehmens abgebildet. Aus der betriebswirtschaftlichen Ebene können so Ressourcen im Unternehmen ganzheitlich gesteuert und verwaltet werden. Dazu ist ein umfassender Datenaustausch auch mit der Fertigungsebene erforderlich. Durch die vertikale Vernetzung muss eine Interaktion zwischen Mensch und Fertigung nicht mehr vor Ort erfolgen. Über Internetzugriff oder Anbindung an eine Datencloud kann von überall in den Produktionsprozess eingegriffen werden. Fertigungsdaten werden mit RFID-Transpondern am Werkstück gespeichert. Intelligente Produkte steuern dadurch autonom die Fertigung.

---

<sup>1</sup> Synonym wird häufig auch Cyber Physikalische Systeme verwendet.

**ERP:**  
Enterprise Resource  
Planning (z. B. SAP)

**MES:**  
Manufacturing  
Execution System

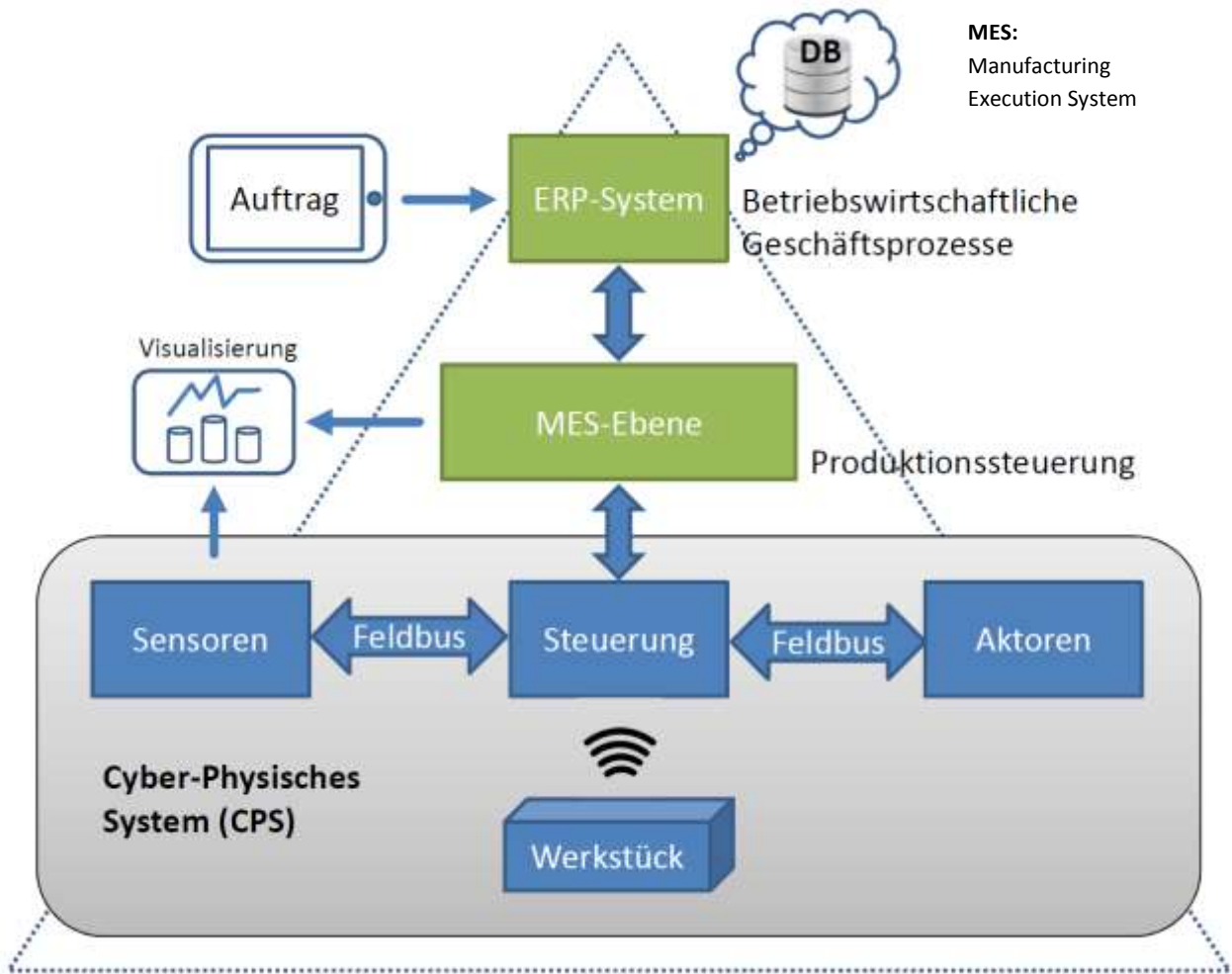


Abbildung 1: Vertikale Vernetzung in der Fertigung

Durch intelligente Produktionsprozesse ändern sich die Anforderungen und Handlungsfelder für die beteiligten Fachkräfte. Dies bedingt auch neue Inhalte in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Themen wie Vernetzung, die Analyse und Visualisierung von großen Datenmengen und ein geschäftsprozessorientiertes Handeln rücken immer mehr in den Vordergrund. Zudem werden auch überfachliche Kompetenzen, beispielsweise die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams oder das Entwickeln eigener Lösungsstrategien immer bedeutsamer.

Damit die hierfür erforderlichen Kompetenzen und Inhalte realitätsnah Gegenstand des Unterrichts werden, können Anpassungen der technischen Ausstattung der Berufsschulen, vor allem im Bereich der Mechatronik sowie der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, erforderlich werden.

## 2. TECHNISCHE AUSWAHLKRITERIEN

Ausgehend von einer Industrie 4.0-Arbeitsstation bis hin zu einer „Digitalen Lernfabrik“ sind verschiedene Ausbauvarianten möglich.

Die folgenden Punkte geben Hinweise, welche Merkmale für eine Industrie 4.0-Modellanlage wichtig sind, um den Ansatz eines sogenannten **Cyber-Physischen Produktionssystems (CPPS)**<sup>2</sup> darzustellen. Eine derartige Anlage soll eine ganzheitliche Betrachtung eines Produktionsprozesses und der damit verbundenen Handlungsfelder ermöglichen.

- Alle Teileinheiten der Anlage sind entsprechend des Geschäftsprozesses durchgängig vernetzbar.
- Die Anlage bietet die Möglichkeit, verschiedene Feldbussysteme einzusetzen.
- Die Teileinheiten der Anlage besitzen autonome intelligente Steuerungen.
- Steuerungen kommunizieren mit untergeordneter Sensorik/Aktorik und übergeordneten Systemen.
- Die Anlage bietet die Möglichkeit, individuelle Produkte oder Produktvarianten auf Kundenwunsch zu fertigen (Losgröße 1).
- Die Fertigungsdaten werden am Produkt oder Werkstückträger gespeichert.
- Die Werkstücke sind während des Produktionsprozesses eindeutig identifizierbar (z. B. mit RFID<sup>3</sup>-Technologie).
- Schnittstellen zu einem MES<sup>4</sup> oder einer Datenbank sind vorhanden (z. B. ODBC<sup>5</sup>, OPC UA<sup>6</sup>).
- Der Datenaustausch mit einem ERP<sup>7</sup>-System wird vorgesehen.
- Ein Produktionssauftrag kann aus einem übergeordneten System (Webshop, ERP-System, Datenbank) generiert werden.
- Produktionsdaten sind über das Internet abrufbar.
- Betriebs- und Sensordaten werden anwendergerecht visualisiert und können in einer Datenbank gespeichert werden.
- Auf einzelne Anlagenteile kann per Fernwartung (z. B. Web-Interface) zugegriffen werden.
- Das System bietet gut zugängliche und verständliche Diagnosemöglichkeiten.

---

<sup>2</sup> CPPS: Cyber-Physische Systeme in der Produktion werden als Cyber Physische Produktionssysteme bezeichnet.

<sup>3</sup> RFID: Radio Frequency Identification

<sup>4</sup> MES: Manufacturing Execution System

<sup>5</sup> ODBC: Open Database Connectivity, standardisierte Datenbankschnittstelle

<sup>6</sup> OPC UA: Open Platform Communications Unified Architecture, industrielles Kommunikationsprotokoll

<sup>7</sup> ERP: Enterprise Resource Planning (z. B. SAP, Microsoft Dynamics NAV)

Sicher können bei Neuanschaffungen nicht alle Kriterien in gleichem Maße berücksichtigt werden. Trotzdem ist es wichtig, schon bei der Planung der technischen Ausstattung zukünftige Technologien und Anforderungen zu bedenken und entsprechende **herstellerunabhängige Schnittstellen** vorzusehen. Um einen **langfristigen Einsatz im Unterricht** zu gewährleisten, empfehlen sich wartungsarme Systeme und ein flexibel erweiterbares bzw. anpassbares Anlagenkonzept.

Bei der Anschaffung von Einzelkomponenten oder Teilsystemen (z. B. Robotern, Antriebssystemen, Werkzeugmaschinen) sollte immer die Möglichkeit einer späteren **Vernetzung** in einer Gesamtanlage beachtet werden.

Um Gefährdungen im Unterricht auszuschließen, muss ein **Sicherheitskonzept** mit vertretbarem Aufwand umzusetzen sein, ohne dass dadurch der Unterricht eingeschränkt wird. Eine Unterstützung bei einer **Gefährdungsbeurteilung** durch den Lehrmittelhersteller ist vorteilhaft.

Ebenso sollte bei der Planung der Ausstattung berücksichtigt werden, ob die vorhandene **IT-Infrastruktur** für die Vernetzung der Anlage genutzt werden soll. Ist beispielsweise die Konfiguration und Inbetriebnahme von Netzwerkkomponenten oder Softwaresystemen Teil des Unterrichts, kann es notwendig sein, hierfür ein **eigenständiges Labornetzwerk** mit Server und die erforderliche Betreuung vorzusehen.

### 3. DIDAKTISCHE UND METHODISCHE EIGNUNG

Neben den technischen Kriterien bei der Auswahl der Lehrmittel ist die didaktische und methodische Eignung für einen erfolgreichen und nachhaltigen Einsatz im Unterricht ausschlaggebend.

Die nachfolgenden Fragestellungen unterstützen die dahingehende Bewertung geeigneter Lehrmittel:

- Ist eine klare Definition der zu vermittelnden Kompetenzen und Lerninhalte gegeben?
- Sind künftige Industrie 4.0-Handlungsfelder ausreichend berücksichtigt?
- Wird das geplante Unterrichtskonzept durch Anlagen-Dokumentation und Unterrichtsmaterialien unterstützt?
- Sind Aufgabenstellungen für unterschiedliche Kompetenzniveaus umsetzbar?
- Können auch Grundlagen (z. B. Umgang mit technischen Dokumenten, IT-Grundlagen), überfachliche (z. B. Problemlösefähigkeit) und interdisziplinäre Kompetenzen (z. B. Blick auf den Gesamtprozess) geschult werden?
- Eignet sich die Anlage für verschiedene Berufsbilder bzw. den Einsatz an Berufsschule und Fachschule?

- Ist eine Einarbeitung der Lehrkräfte in einem vertretbaren Zeitrahmen möglich und ist der Betrieb und die Instandhaltung beherrschbar?
- Werden schülerzentrierte und selbstorganisierte Lernformen durch die Ausstattung unterstützt?
- Ermöglicht die Ausstattung den Einsatz neuer Lernmethoden (z. B. digitale Lernplattformen, flipped classroom)?
- Ergeben sich Anknüpfungspunkte zu bereits vorhandener Ausstattung?
- Gibt es neben der Verwendung der realen Anlagen auch die Möglichkeit der Simulation?

Im Idealfall wird eine Industrie 4.0-Modellanlage berufs- und fächerübergreifend eingesetzt. Ein System, an dem die Lernenden Aufgaben in verschiedenen Anforderungsbereichen selbständig bearbeiten können, ist dem reinen Demonstrationszweck in jedem Fall vorzuziehen.