

MASTERARBEIT

Entwicklung von Lernkonzepten für eine Lehrveranstaltung in der univer- sitären Ingenieurausbildung

bearbeitet von:

Abid Juhic

Ausgegeben am: 25.11.2016

Eingereicht am: 11.05.2017

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
2 Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“	3
2.1 Technische Datenerfassung	3
2.2 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS).....	8
2.3 Netzwerktechnik.....	11
2.4 Feldbus, Datenaustauschformate.....	12
2.5 Skriptsprachen	17
2.6 Visual Basic for Applications (VBA)	19
2.7 Digitale Fabrik.....	20
2.8 Enterprise Application Integration – Service-Oriented Architecture (EAI – SOA).....	23
2.9 Logdateien	25
2.10 Datenerfassung (Sensoren).....	26
2.11 Petrinetze	27
3 Lernkonzepte.....	30
3.1 Lernformen.....	30
3.2 Anforderungen an Konzepte	31
3.3 E-Learning.....	33
3.4 Blended Learning	37
3.5 Peer Instruction & Clicker.....	39
3.6 Webinare	41
3.7 Mobile Learning	43
3.8 Inverted Classroom	44

3.9	Just in Time Teaching (JiTT)	46
3.10	Interaktives Lernen und interaktive Medien (Game-based-Learning)	47
3.11	WebQuests	48
3.12	Softwaregestütztes Lernen	50
3.13	Video / E-Lecture	53
4	Bewertung der Verwendbarkeit der Vorlesungsinhalte	55
4.1	Bewertungskonzept	55
4.2	Bewertung des Vorlesungsthemas „Technische Datenerfassung“	57
4.3	Bewertung des Vorlesungsthemas „Datenerfassung (Sensoren)“	57
4.4	Bewertung des Vorlesungsthemas „Speicherprogrammierbare Steuerungen“	58
4.5	Bewertung des Vorlesungsthemas „Grundlagen der Netzwerktechniken“	59
4.6	Bewertung des Vorlesungsthemas „Feldbus, Datenaustauschformate“	59
4.7	Bewertung des Vorlesungsthemas „Skriptsprachen“	60
4.8	Bewertung des Vorlesungsthemas „VBA Programmierung“	60
4.9	Bewertung des Vorlesungsthemas „Digitale Fabrik“	61
4.10	Bewertung des Vorlesungsthemas „EAI-SOA“	61
4.11	Bewertung des Vorlesungsthemas „Logdateien“	62
4.12	Bewertung des Vorlesungsthemas „Petrietze“	62
4.13	Fazit	63
5	Bewertung der Verwendbarkeit der Lernkonzepte	65
5.1	Bewertungskriterien	65
5.2	E-Learning (EL)	66
5.3	Blended Learning (BL)	66
5.4	Peer-Instruction und Clicker (PI)	67
5.5	Webinare (WN)	67
5.6	Mobile Learning (ML)	68
5.7	Inverted Classroom (IC)	68
5.8	Just in Time Teaching (JiTT)	69
5.9	Interaktives Lernen und Interaktive Medien (Game-based-Learning, GBL). 69	

5.10	Webquests (WQ)	70
5.11	Softwaregestütztes Lernen (SL)	71
5.12	Video / E-Lecture (VD).....	72
5.13	Fazit und kritische Bewertung der Ergebnisse	72
6	Konzepte für neue Übungen	75
6.1	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS).....	75
6.2	Visual Basic for Applications (VBA)	78
6.3	Datenerfassung – Petrinetze	80
6.4	Feldbus – Datenaustauschformate.....	83
6.5	Digitale Fabrik.....	84
6.6	Logdateien – Skriptsprachen	87
7	Zusammenfassung	90
8	Ausblick	92
9	Literaturverzeichnis	93
10	Eidesstattliche Versicherung	98

Abkürzungsverzeichnis

bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CAN	Controller Area Network
Ca.	Circa
CD	Collision Detect
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
CSV	Comma-separated values
DIN	Deutsches Institut für Normung
EAI	Enterprise Application Integration
EAN	European Article Number
EN	Europäische Norm
et al.	et alii (lat. „und andere“)
Evtl.	Eventuell
ftp	File Transfer Protocol
Ggf.	Gegebenenfalls
http	Hypertext Transfer Protocol
i. d. R.	in der Regel
JiTt	Just in Time Teaching
NFC	Near Field Communication
N.N.	Nomen nescio (lat. „den Namen weiß ich nicht“)
o. ä.	Oder ähnliches
o. g.	Oben genannt
o. V.	ohne Verlag
PDA	Personal Digital Assistant
PERL	Practical Extraction and Report Language
PHP	Hypertext Preprocessor
RFID	Radio-Frequency Identification
S.	Seite
SOA	Service Oriented Architecture
sog.	Sogenannte, sogenannter
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
VB	Visual Basic
VBA	Visual Basic for Applications
Vgl.	Vergleiche
WLAN	Wireless Local Area Network
z. Bsp.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausgewählte Auto-ID-Systeme und deren wichtigste Eigenschaften im Vergleich [KERN 2007, S. 14].....	3
Abbildung 2: Verschiedene Auto-ID-Systeme im Vergleich [KERN 2007, S. 15]	4
Abbildung 3: Verschiedene Barcodearten und ihre Verwendung [KERN 2007, S. 16] ..	5
Abbildung 4: Allgemeine Vor- und Nachteile von Barcodes [KERN 2007, S. 17].....	5
Abbildung 5: Beispiel für einen EAN-Barcode [KERN 2007, S. 18]	6
Abbildung 6: Komponenten eines RFID-Systems [LAMPE et al. 2005, S. 71]	7
Abbildung 7: Funktionale Grundstruktur eines SPS-Systems [DIN EN 61131-1:2003, S. 7].....	9
Abbildung 8: Vergleich verschiedener Feldbussysteme [TEN HOMPEL et al. 2008, S. 225].....	13
Abbildung 9: Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 581]	13
Abbildung 10: Parallele und serielle Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 581].....	14
Abbildung 11: Einteilung der Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 584].....	15
Abbildung 12: Übersicht gängiger Dateiformate [BÖHRINGER et al. 2011, S. 31].....	17
Abbildung 13: Verkürzung der Planungs- und Inbetriebnahmephasen durch Parallelisierung [VDI 4499 Blatt 2 2011, S. 7]	21
Abbildung 14: Fokus der Digitalen Fabrik im Strahlenkreuz der Unternehmensprozesse [VDI 4499 Blatt 1 2008, S. 3]	22
Abbildung 15: Abgrenzung der digitalen Fabrik zur virtuellen Fabrik [WESTKÄMPER et al. 2013, S. 109].....	22
Abbildung 16: Einordnung von SOA in das Business Engineering Modell [HEUTSCH 2007, S. 24].....	24
Abbildung 17: Überblick der EAI-/SOA-Architekturkonzepte [HAUSLADEN 2016, S. 75].....	25
Abbildung 18: Prinzipanordnung eines Sensors. 1 Eingangssignal, 2 Ausgangssignal [HESSE; SCHNELL 2014, S. 3]	27
Abbildung 19: Der Keksautomat im Ausgangszustand [REISIG 2010, S. 9]	29
Abbildung 20: Der Keksautomat nach dem Eintritt von t [REISIG 2010, S. 10]	29
Abbildung 21: Relevante Dimensionen des Lernbegriffs [MASKE 2012, S. 130].....	31
Abbildung 22: Lernszenarien im Rahmen des E-Learning-gestützten Selbststudiums [Seufert 2008, S. 225].....	35
Abbildung 23: Die vier Wellen des E-Learning [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 15].....	36
Abbildung 24: Methoden-, Medien- und Theoriemix des Blended Learning [WIEPCKE 2006, S. 69].....	38
Abbildung 25: Collaboration - jede Form virtueller Zusammenarbeit [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 8]	42

Abbildung 26: Bewertung verschiedener Lernszenarien anhand der Dimensionen Technologienutzung und Ortsunabhängigkeit [MASKE 2012, S. 132]....	44
Abbildung 27: Typen von Lernspielen [JESCHKE et al. 2011, S. 405]	48
Abbildung 28: Grundformen der Aufgaben und Arbeitsaufträge in WBT [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 76]	51
Abbildung 29: Ablaufschema für das Heizkonzept eines fiktiven Elektrofahrzeuges ...	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der programmierbaren Funktionen [DIN EN 61131-1:2003, S. 9]	9
Tabelle 2: Vor- und Nachteile des E-Learning [GERLACH, SQUARR 2015, S. 100].	34
Tabelle 3: Unterscheidung zwischen Online-Training und -Präsentation, angelehnt an [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 9 ff.]	42
Tabelle 4: Strategien zur Unterstützung des Inverted Classroom, angelehnt an [GREEN 2017, S. 225 ff.]	46
Tabelle 5: Zusammenfassung der möglichen Übungsthemen unter Zuhilfenahme des unter 4.1. erläuterten Bewertungskonzeptes. Angaben über Kombination und notwendige Kapazitäten für die jeweiligen Übungen.....	63
Tabelle 6: Die in Kapitel 4 erarbeiteten Übungsthemen und mögliche thematische Schwerpunkte als Grundlage für die Integration von Lernkonzepten.....	65
Tabelle 7: Zusammenfassung der Eignung der verschiedenen Lernkonzepte für die jeweiligen Übungsaufgaben 1-6 aufgrund der vorangegangenen Bewertungen.....	73

1 Einleitung

Immer noch wird Lernen mit der Aneignung von Sach- und Fachwissen, von Fertigkeiten und Qualifikationen gleichgesetzt. Diese Sichtweise genügt bei weitem nicht mehr den Anforderungen des globalen Wettbewerbes, gleichwohl diese Lernprozesse auch weiterhin notwendige Voraussetzung für Bildung sind. Benötigt werden weitergehende Kompetenzen, die Fähigkeit, neuen Problemstellungen selbstorganisiert Herr zu werden. Kompetenzen können jedoch nicht vermittelt werden, sie können nur selbst erworben werden. [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 2]

Wie Galileo Galilei bereits sagte: „*Man kann den Menschen nichts lehren, man kann ihm nur helfen, es in sich selbst zu finden.*“ [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 1]

Lernen dient nicht dem Selbstzweck. Vielmehr muss es den Lernenden in die Lage versetzen und es ihm ermöglichen, seine Herausforderungen sowohl im Berufs- als auch im Privatleben zu meistern. Die Veränderungen des Umfeldes menschlichen Handelns müssen sich zwangsweise auch in den Lernsystemen wiederfinden. Idealerweise nimmt das Lernsystem diese Veränderungen vorausschauend auf. Die Einflussfaktoren, die diese Veränderungen antreiben sind z. Bsp. die Lernkultur der Menschen im 21. Jahrhundert, die Vision des lebenslangen Lernens, der globale Wettbewerb sowie neue Lerntechnologien. [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 7 ff.]

Eine besondere Herausforderung für Hochschulen ist die zunehmende Vielfalt der Studienanfänger sowie die Ausdehnung des Hochschulbereichs. Etwa 50% eines Altersjahrganges, die den Weg an die Hochschule finden, sind Studienanfänger die im Vergleich zu früher Ihr Studium einerseits mit anderen Voraussetzungen, andererseits aber auch mit anderen Zielen aufnehmen. Die meisten, ca. 80%, erhoffen sich eine hochqualifizierte Berufsausbildung und streben keine Tätigkeit in der Wissenschaft an. Nur ca. 10 – 15% verfolgen das Ziel Wissenschaft als Beruf. Diese Vielfalt sollte von den Hochschulen als Möglichkeit sowohl in Lehre und Studium, als auch in Forschung und Entwicklung angesehen werden. Schließlich fördern unterschiedliche Perspektiven Wissenschaft und Innovation. [CLAUS, PIETZONKA 2013, S. 53]

Auch wenn diese Studienanfänger keinen wissenschaftlichen Werdegang anstreben, so müssen sie doch jene Kompetenzen erwerben, die von einem Hochschulabsolventen erwartet werden. Es sind dieselben, die ihn auch zur wissenschaftlichen Arbeit befähigen: Selbstorganisiertes Lernen, die Fähigkeit zur Teamarbeit, lösungsorientiertes Denken sowie die Fähigkeit, komplexe Probleme in lösbar, kleinere Teilaufgaben zu zerlegen. Diese und weitere Kompetenzen müssen von den Studenten im Laufe des Studiums erworben werden.

Besonders gut kann dies im Rahmen von Übungen oder Seminaren geschehen, in die die Studenten aktiv eingebunden sind.

Gerade im Bereich der elektronischen Medien gibt es mittlerweile eine Vielzahl an technischen Möglichkeiten für neue Lernkonzepte, um Seminare und Übungen aktiv zu unterstützen. Auf diese Weise ergeben sich völlig neue Möglichkeiten um das Erlernen wichtiger Kompetenzen zu fördern.

Die vorliegende Arbeit stellt darauf aufbauend einen Vorschlag dar, wie diese neue Lernkonzepte für die Übung zur Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“ genutzt werden können, um eben jene Kompetenzen zu erwerben. Dies soll im Rahmen einer Umstrukturierung der bisherigen Seminare geschehen. Die Möglichkeit zur Nutzung neuer Lernkonzepte für den Kompetenzerwerb wird auf die Vorlesungsthemen angewendet und anhand dessen werden Vorschläge für die Gestaltung neuer Übungen abgeleitet, die diese Konzepte umsetzen.

Dazu werden in Kapitel 2 zunächst die verschiedenen Vorlesungsthemen der Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“ am Lehrstuhl Informationstechnik (IT) in Produktion und Logistik vorgestellt und kurz beschrieben. Daran anschließend folgt in Kapitel 3 die Vorstellung ausgewählter neuer Lernkonzepte, die als mögliche neue Übungen im Rahmen der Veranstaltung zur Auswahl stehen.

Im nächsten Kapitel erfolgt eine erste Bewertung der Vorlesungsinhalte aus Kapitel 2 hinsichtlich Ihrer Verwendbarkeit für die Anwendung neuer Lernkonzepte.

Aufbauend darauf erfolgt in Kapitel 5 eine Bewertung der Lernkonzepte und ihrer Einsatzmöglichkeiten als Übung.

Auf Grundlage dieser Bewertung werden anschließend die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten, möglichen neuen Übungen ausführlich beschrieben und vorgestellt.

Abschließend folgen eine Zusammenfassung der Arbeit sowie ein kurzer Ausblick in die Zukunft.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein oder mehrere Lernkonzepte für die inhaltliche Vermittlung des Übungsstoffes zu der Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“ für den Lehrstuhl IT in Produktion und Logistik zu entwickeln, um von dem bisher umgesetzten und sich als unpraktisch erwiesenen Übungskonzept abzurücken. Gleichzeitig soll – neben dem Erwerb von Fachwissen – auch der Kompetenzerwerb für die Studenten im Vordergrund stehen.

2 Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“

An der Technischen Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau, am Lehrstuhl „IT in Produktion und Logistik“ wird im Sommersemester jedes Jahr die Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“ angeboten und gelesen.

Im Rahmen dieser Vorlesung werden die nachfolgend beschriebenen Themen behandelt.

2.1 Technische Datenerfassung

Zur Identifikation von Objekten, Tieren und Menschen kommen heutzutage eine Reihe verschiedener Auto-ID-Systeme (automatische Identifikation) zum Einsatz. Massenanwendungen greifen auf sehr kostengünstige und bewährte, die Personenidentifikation auf fälschungssichere und zuverlässige Systeme zurück. Bildverarbeitende und biometrische Methoden sind über die letzten Jahre deutlich betriebssicherer geworden und werden überwiegend im Sicherheitsbereich (Zutrittskontrolle, Geldtransaktionen etc.) eingesetzt. [KERN 2007, S. 13]

	Alarm- auslösung	Identität	Maschinen- lesbarkeit	Zusatz- daten	Veränderung der Daten	Keine Sicht- verbindung	Mehrfach- erkennung	Fälschungs- sicherheit
EM/RF- Waren- sicherung	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Barcode		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
OCR		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Finger- abdruck		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
DNA		<input type="checkbox"/>	Labor					<input type="checkbox"/>
RFID	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 1: Ausgewählte Auto-ID-Systeme und deren wichtigste Eigenschaften im Vergleich
[KERN 2007, S. 14]

Weitere Systeme oder Untergruppen als die in Abbildung 1 aufgeführten sind vorhanden, wie z. Bsp. Lochstreifen, spielen in der Praxis jedoch keine tragende Rolle und werden hier deshalb nicht weiter behandelt. Die am meisten verwendeten Auto-ID-Systeme sind in Abbildung 2 aufgeführt.

Auto-ID-System	Untergruppe	Lese-reich-weite	Gleichz. Anspre-chen (Anti-kollisi-on)	Daten-menge	Sicht-verbin-dung	Program-mierbar-keit, Um-schreiben, zus. In-formation	Sicher-heit
Barco-de	Codabar EAN 2-dim. Barcode	Bis 50 cm	Nein	Bis 2k byte	Ja	Nein	Gering (einf. kopie- ren)
OCR	OCR	1 cm	Nein	Bis 100 byte	Ja	Nein	Gering (einf. Kopie- ren)
Mag-net-streifen	Magnet-streifen-karten	Direkter Kontakt	Nein		Direk-ter Kon-takt	Ja	Mittel
Bio-metrie	Magnet-band	Direkter Kontakt	Nein	n.a., nur ID	Ja	Nein	
	Iris	Wenige cm	Nein	n.a., nur ID	Direk-ter Kon-takt		
	Finger-abdruck	Direkter Kontakt	Nein		Nein		
	Sprache	Mehrere m möglich	Nein	n.a. nur ID			
	Bluttest	Labor-test	Nein	n.a. nur ID			Höchste Sicher-heit
	DNA	Labor-test	Nein	n.a. nur ID			Höchste Sicher-heit
Chip-karten	Spei-cherkarte		Nein				Hoch
	Mikro-prozesso- rkarte		Nein				Hoch
RFID	RF		Ja				Mittel
	EM		Ja				Mittel
	RFID passiv	0,01 bis 2 m	Ja				Hoch
	RFID aktiv	Bis 20 m	Ja				Hoch
Opti-sche Daten-träger		Fast Kon-takt, Lauf-werk					Mittel

Abbildung 2: Verschiedene Auto-ID-Systeme im Vergleich [KERN 2007, S. 15]

Das am häufigsten eingesetzte Auto-ID-System ist der Barcode, der sich auf Etiketten auf vielen im Supermarkt erhältlichen Waren, aber auch auf Ersatzteilen, Briefen oder Büchern in Bibliotheken findet. Mit frei erhältlichen Computerprogrammen und auf Standarddruckern erstellt, fallen nur Druck- und Etikettenkosten bei der Barcodeherstellung an. Barcodes werden maschinell ausgelesen, indem ein Laserstrahl die Oberfläche scannt und die als Reflexion erkannte Strichabfolge in ein binäres Signal umwandelt. Unterschieden wird dabei zwischen ein- und zweidimensionalen Barcodes, wobei die zweidimensionalen Barcodes eine weitere Unterteilung in Stapel- und Matrix-Codes erfahren. Die gängigsten Barcodearten sowie ihre Einsatzgebiete sind in Abbildung 3 aufgeführt. [KERN 2007, S. 16]

Codeart	Paketdienste	Konsumgüter	Bibliotheken	Elektronik	Stahl	Chemie	Medizin, Pharma	Spedition
2/5 Interleaved Code 39	X	X		X			X	X
Code 128	X		X	X	X	X		X
Codabar			X	X			X	
EAN 128	X	X		X		X		X
EAN		X		X				X
Stapel-Codes							X	X
Matrix-Codes	X			X			X	X

Abbildung 3: Verschiedene Barcodearten und ihre Verwendung [KERN 2007, S. 16]

Die allgemeinen Vor- und Nachteile von Barcodes sind in Abbildung 4 dargestellt.

Vorteile	Nachteile
Sehr kostengünstig	Sichtverbindung erforderlich
Sicher in der Funktion	Neigungswinkel darf nicht zu groß sein
Einfach applizierbar	Scanner muss zumeist von Hand geführt werden (bzw. Objekt zum Scanner)
Meist ausreichende Datenmenge	Verschmutzung
	Druckqualität variiert
	Codierfläche und Dateninhalt sind begrenzt und nicht veränderbar
	Lesereichweite begrenzt
	Leicht kopierbar

Abbildung 4: Allgemeine Vor- und Nachteile von Barcodes [KERN 2007, S. 17]

Die Abtastung durch einen Laserstrahl bzw. die Bilderfassung durch eine Kamera sind die zwei unterschiedlichen Funktionsweisen bei Barcodelesegeräten, wobei das Lesegerät

ein fest installierter Scanner, ein Handscanner oder ein per Hand geführter Stift sein kann. Der European Article Numer-Code (EAN = Europäische Artikelnummer, vgl. Abbildung 5) ist unter den verschiedenen Barcodetypen besonders hervorzuheben, da er in seiner Zusammensetzung und Datenfeldvergabe dem sogenannten electronic product code bei Radio-Frequency Identification (RFID) als Vorlage gedient hat. [KERN 2007, S. 17]

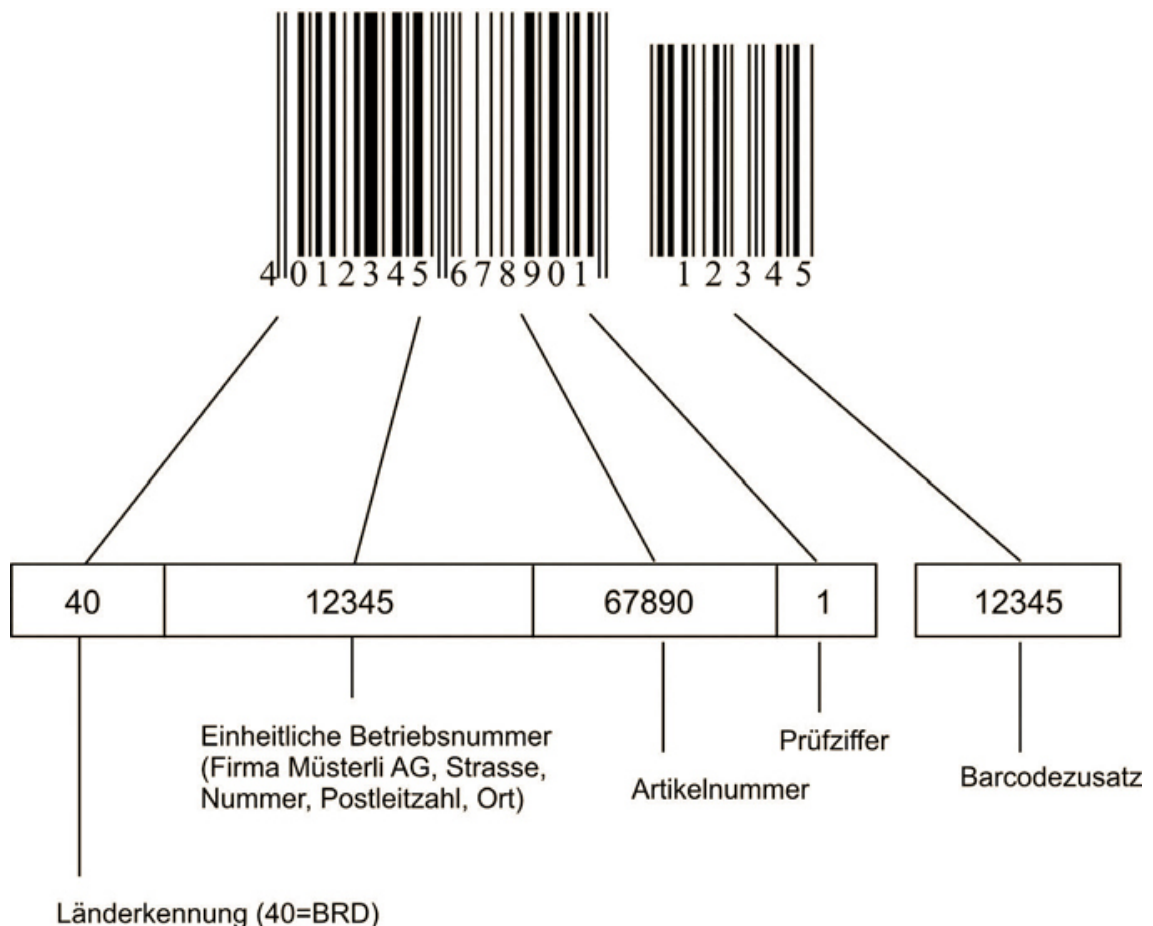


Abbildung 5: Beispiel für einen EAN-Barcode [KERN 2007, S. 18]

Bei RFID handelt es sich um eine Identifikationstechnologie, bei der auf einem RFID-Transponder samt Mikrochip, der als Datenspeicher dient, Informationen (i.d.R. die Seriennummer) abgelegt sind. Mittels drahtloser Kommunikation wird die Information in der Regel über eine Distanz von einigen Metern durch ein Lesegerät ausgelesen. Die simultane, vollautomatische Erfassung mehrerer RFID-Transponder, bei der es keiner Sichtverbindung zwischen RFID-Transponder und Lesegerät bedarf, ist besonders gegenüber der Barcode-Technologie ein enormer Vorteil (vgl. Abbildung 6). Dadurch wird die Einbettung der RFID-Transponder in Objekte und ihr Einsatz unter Extrembedingungen (Hitze, Schmutz) ermöglicht, ohne dass sie äußerlich sichtbar sind. Eine höhere (Lese-) Reichweite sowie die Möglichkeit Informationen auf dem Datenspeicher des RFID-Transponders während des Gebrauchs zu verändern, sind weitere Vorteile gegenüber dem

Barcode. Sogenannte „Smart Labels, bei denen der RFID-Chip auf einer Klebefolie aufgebracht ist, sowie kontaktlose Chipkarten sind stark verbreitet. [LAMPE et al. 2005, S. 70 ff.]

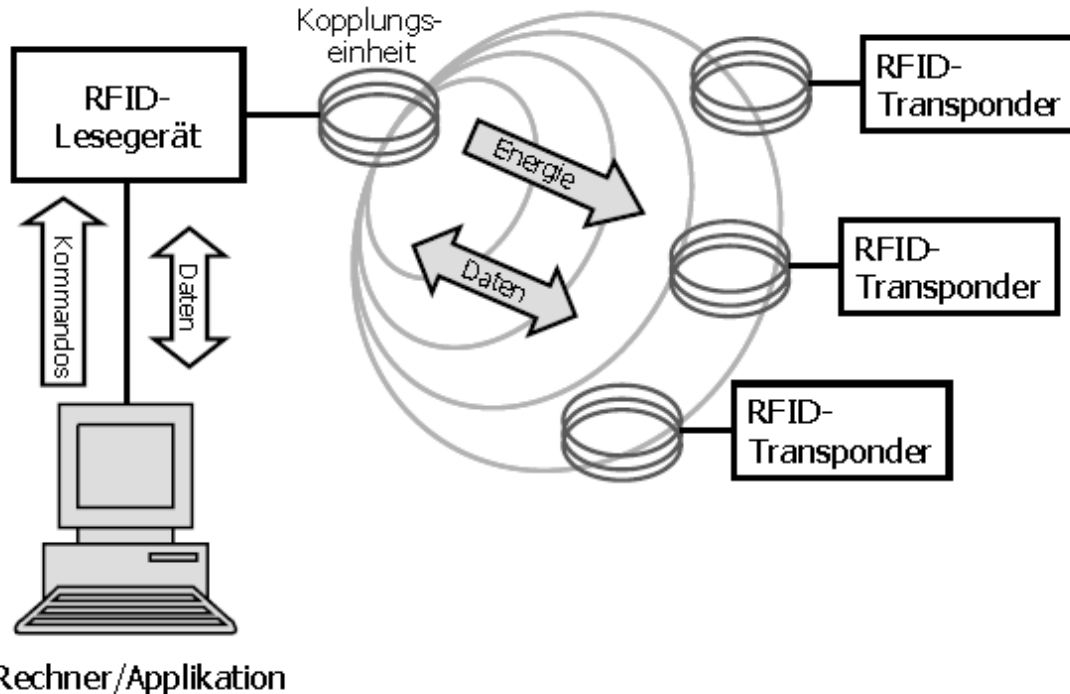


Abbildung 6: Komponenten eines RFID-Systems [LAMPE et al. 2005, S. 71]

Vergleichbar zum Barcodeleser, bei dem die Abtastung optisch erfolgt, geschieht die Abtastung beim Magnetstreifen über die Abfolge von Änderungen magnetisierter Teile auf einem Streifen, die anschließend in eine Nummer übersetzt wird. Diese Technik erfordert es jedoch, dass der zu lesende Streifen unmittelbar bzw. sehr nah (Kontakt) an einem Lesegerät vorbeigeführt wird. Einerseits handelt es sich um eine bereits bewährte Technologie, die außerdem nahezu überall kostengünstig verfügbar und daher vorteilhaft ist. Andererseits sprechen die einfache Kopierbarkeit und die teilweise geringe Funktionssicherheit sowie die mögliche Entmagnetisierung dagegen. Trotz der erwähnten Nachteile haben sich Magnetkarten z. Bsp. bei der Gebäudezutrittskontrolle, auf Kredit- bzw. Geldkarten sowie Bordkarten an Flughäfen und weiteren vielen Bereichen durchgesetzt. [KERN 2007, S. 19]

Im Jahr 2002 wurde die Near Field Communication (NFC) durch die beiden Unternehmen NXP Semiconductors sowie Sony entwickelt, wobei NFC aus den beiden proprietären Mifare[®]- (RFID) und FeeliCa[™]-Systemen hervorgegangen ist. NFC ermöglicht derzeit Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 424 kbit/s und über eine Kurzdistanz von bis zu zehn Zentimetern. [LANGER; ROLAND 2010, S. 87]

Bei NFC, als Weiterentwicklung von RFID, handelt es sich um eine nur durch Personen zu nutzende, relativ junge Technologie, die folgende Merkmale aufweist:

- Smartphone dient als Lesegerät
- Nicht nur Lesefähigkeit von Etiketten oder Karten, sondern auch Kommunikation von Lesegeräten untereinander (peer to peer)
- Kurze Lesedistanz zwischen „Leser und Transponder“ (oder Leser und Leser) zwecks eindeutiger Zuordnung → Diskussion um Datenschutz daher nahezu überflüssig
- Unterstützung mehrerer Protokolle (Mifare ®, FeeliCa ™, ISO 15693, ISO 14443)

Der Einsatz von NFC ist im Gegensatz zu anderen drahtlosen Kommunikationstechnologie so beabsichtigt, dass jede Nutzung mit einer Berührung gekoppelt ist und dadurch eine willentliche sowie eindeutige Zuordnung stattfindet („touch and go“). [KERN 2007, S. 209]

2.2 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Als digital arbeitendes, elektronisches System, welches für die Anwendung in einer industriellen Umgebung entworfen wurde, können SPS und ihre zugehörigen Peripheriegeräte als offene oder geschlossene Geräte zur Verfügung stehen. Um besondere Funktionen wie Logik, Ablauf, Zeit, Zählen und Arithmetik auszuführen und durch analoge oder digitale Ein- sowie Ausgänge verschiedene Typen von Maschinen/Prozessen zu steuern, wird ein programmierbarer Speicher zur internen Speicherung dieser anwenderorientierten Anweisungen genutzt (Tabelle 1 und Abbildung 7).

Sowohl auf einer besonderen Geräte- oder Software-Plattform als auch auf einem universellen Computer bzw. Personal Computer mit industriellen Eigenschaften kann die Funktionalität einer SPS ausgeführt werden.

So designed sind SPS und ihre zugehörigen Peripheriegeräte einfach in ein industrielles System integrier- und für alle bestimmungsgemäßen Funktionen verwendbar. [DIN EN 61131-1:2003, S. 5 ff.]

Funktionsgruppe	Beispiele
Steuerlogik . Logik . Zeitglieder . Zähler	Programmiersprachen-Elemente AND, OR, NOT, XOR, Flipflop Einschalt-/Ausschaltverzögerung Vorwärts- und/oder Rückwärtszähler (von Flanken)
Signal/Daten-Verarbeitung . Mathematische Funktionen . Datenhandlung . Analogdaten-Verarbeitung	Grundarithmetik: ADD, SUB, MUL, DIV Erweiterte Arithmetik: SQRT, trigonometrische Funktionen Vergleicher: größer, kleiner, gleich Auswahl, Formatierung, Schieben PID-Regler, Integration, Filtern (nicht als Standard-Elemente) Fuzzy Control
Schnittstellen-Funktionen . Eingang/Ausgang . Andere Systeme . Mensch-Maschine-Schnittstelle . Drucker . Massenspeicher	Analoge, digitale E/A-Baugruppen BCD-Wandlung Kommunikationsprotokolle Anzeige, Bedienungen Meldungen, Berichte Aufzeichnen
Ausführungssteuerung	Periodische, ereignis-gesteuerte Ausführung
Systemkonfiguration	Status-Prüfung (nicht als Standard-Elemente)

Tabelle 1: Zusammenfassung der programmierbaren Funktionen [DIN EN 61131-1:2003, S. 9]

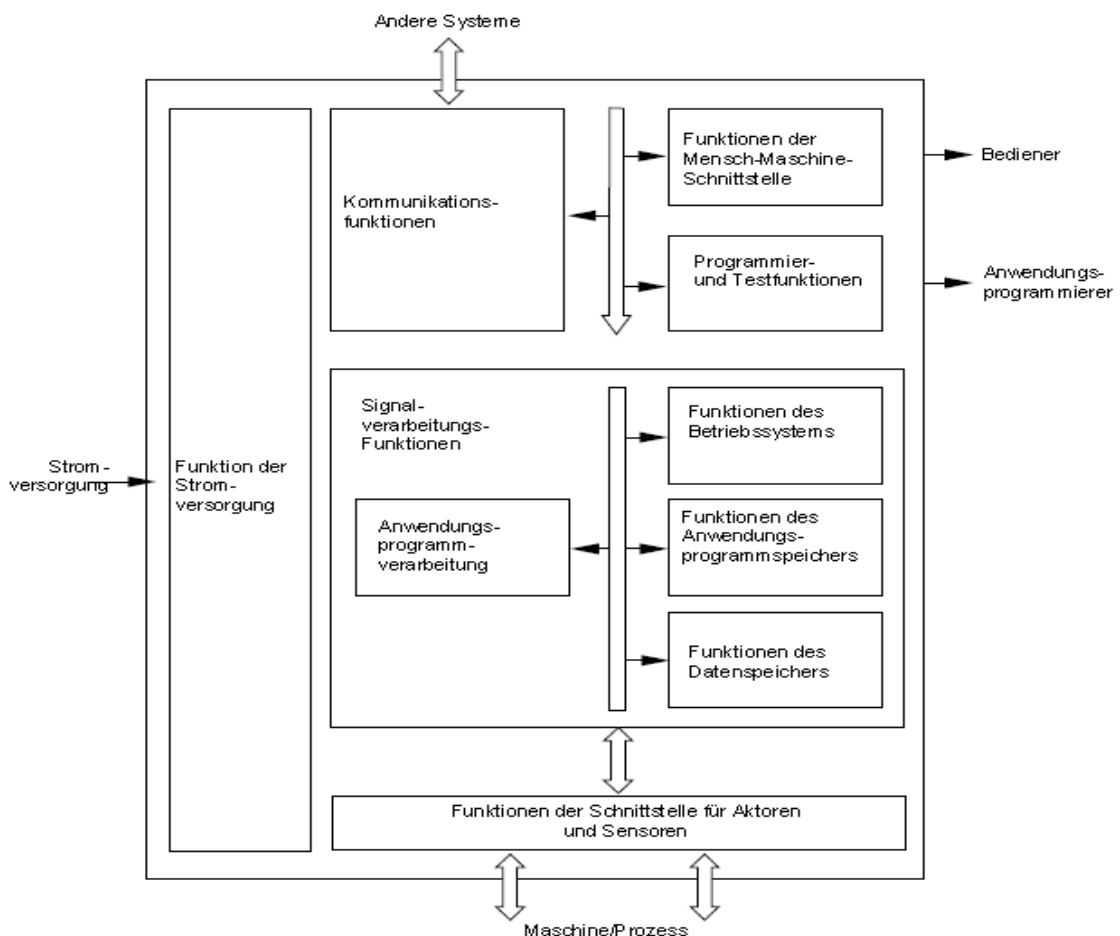


Abbildung 7: Funktionale Grundstruktur eines SPS-Systems [DIN EN 61131-1:2003, S. 7]

Die seit 2003 bestehende und geltende DIN EN 61131-3 muss beim Programmieren von Steuerungen und Regelungen angewandt werden, um dem Ziel einer rationaleren Programmerstellung sowie einer größeren Herstellerunabhängigkeit zu folgen. Die zunehmende Komplexität der Automatisierungsaufgaben verlangt nach entsprechenden Mitteln, um wiederverwendbare Programme zu entwickeln und um somit unverhältnismäßig steigende Softwareentwicklungskosten zu vermeiden. Neben der Findung einer Programmlösung gilt es diese erneut verwendbar, und damit bibliotheksfähig zu gestalten. Die entworfenen Softwarebausteine, müssen weitestgehend frei von anlagespezifischen Konditionen wie z. Bsp. SPS-Operanden für Ein-/Ausgänge, Zählern, Zeitgliedern und Merkern erstellt werden. Beim Zusammenfügen einzelner Bausteine zu einem Hauptprogramm können anlagespezifische SPS-Operanden eingegeben werden. Folgende fundamentale Konzepte, vorgegeben durch die SPS-Norm DIN EN 61131-3, haben den Programmierstandard entscheidend beeinflusst:

- Vorgeschrieben ist eine einheitliche Definition für Datentypen, Konstanten, und Variablen. Grundlage der explizit auszuführenden Variablendeklarationen sowohl für symbolische als auch für absolute Adressierungen sind die eingeführten Datentypen. Bisher war man in der klassischen SPS-Programmierung gewohnt, mit Ein-/Ausgängen, Merkern sowie mit Zählern und Zeiten ungebunden umzugehen.
- Einführung eines Programmorganisationskonzeptes → ein hierarchisch gegliedertes System von Programmorganisationseinheiten (POE), welches aus einem Hauptprogramm (PROGRAM) mit Zugriffsmöglichkeiten auf Eingangs- und Ausgangsvariablen und zwei Unterprogrammtypen, eines mit Gedächtnisfunktion (FUNCTION_BLOCK) sowie eines ohne Gedächtnisfunktion (FUNCTION), besteht.
- Ein aus fünf Programmiersprachen bestehendes Fachsprachenkonzept → zwei für die grafische Programmierung (KOP – Kontaktplansprache; FBS – Funktionsbausteinsprache), zwei zur textuellen Programmierung (AWL – Anweisungsliste, ST – Strukturierter Text) sowie eine übergeordnete Programmiersprache, die sich sowohl grafischer als auch textueller Elemente bedient
- Taskkonzept → Sogenannte Tasks nehmen die Ausführungssteuerung von Programmorganisationseinheiten vor. Die Fähigkeit einer priorisierbaren, zeitzyklischen und ereignisorientierten Programmsteuerung muss das Taskkonzept eines Automatisierungssystems innehaben. Zyklisch arbeitende Steuerungen und getaktet arbeitende Regelungsprogramme mit konstanter Abtastzeit sowie ereignisorientierte Programmabläufe lassen sich so vom Anwendungsprogrammierer erstellen [WELLENREUTER, ZASTROW 2005, S. 2 ff.]

2.3 Netzwerktechnik

Die Netzwerktechnik führt im privaten Bereich hinter Anwendungen wie dem Internet, der E-Mail, Facebook oder auch WhatsApp eher ein Schattendasein, deren Auf- und Ausbau jedoch gleichzeitig von diesen Anwendungen vorangetrieben wird. Als reines IT-Thema wird die Netzwerktechnik im industriellen Umfeld betrachtet, in welchem Bestell- und Finanzdaten sowie in geringerem Maße auch Maschinendaten zwischen den Planungssystemen ausgetauscht werden. Sicherheit und Verfügbarkeit der Netze spielen in diesem Zusammenhang jedoch eine große Rolle. Eine kleine Anzahl an Anwendungen in der Produktion erfordert eine Vernetzung. Einzelne Teilkomponenten einer Anlage sind über Feldbussysteme vernetzt, insgesamt jedoch fehlen für die Anbindung dieser Systeme an die Unternehmens-IT entsprechende Anwendungen. In Zeiten von „Industrie 4.0“ soll und muss sich dieses ändern, um Aufgaben wie z. Bsp. automatisierte Bestellübertragungen, Aktualisierung der Liefertermine in Realtime im Falle von Produktionsstörungen sowie Flexibilisierung der Produktionsprozesse bis hin zur Losgröße 1 meistern zu können. Echtzeitdaten aus der eigenen Produktion sowie aus der des Lieferanten, dienen als notwendige Datenbasis, um die gestellten Anforderungen erfüllen zu können. Die Informationsübertragung aus der Automatisierungs- bzw. der Produktionsebene hinein in die IT-Ebene gewinnt immer mehr an Gewicht. [PLENK 2017, S. 1-2]

Unter Netzwerktechnik wird die Kommunikation zwischen Maschinen bzw. Rechnern verstanden, wobei die Kommunikation zwischen mindestens zwei Partnern erfolgt, die eine Verbindung aufbauen und Daten untereinander austauschen müssen. [PLENK 2017, S. 3]

In einem Netzwerk greifen die unterschiedlichsten Stationen auf das Übertragungsmedium zu und der Zugriff muss geordnet ablaufen. Zwei Zugriffsverfahren lassen sich hierbei unterscheiden:

- Nicht deterministischer Zugriff (statischer Zugriff mit Carrier Sense Multiple Access (CSMA) / Collision Detection (CD) oder auch stochastischer, vom Zufall abhängiger)
- Deterministischer Zugriff (vorher bestimmbar), meistens nach dem Token-Prinzip

Bei CSMA/CD wird das Übertragungsmedium nach stattfindender Kommunikation „be-
lauscht“. Die Belegung des Mediums durch andere Stationen wird von einer sendebereiten Station geprüft, die Übertragung selbst wird erst vorgenommen und laufend auf Kollisionen überprüft, wenn das Medium nicht (mehr) belegt ist. Im Falle von Kollisionen wird die Übertragung abgebrochen, die erneute Übertragung wird durch einen Zufallsprozess in bestimmten Intervallen erneut angestoßen. Das Beobachten des Mediums auf laufende Nutzung erfolgt durch Carrier Sense. Multiple Access regelt die konkurrierende

und gleichberechtigte Nutzung und CD erkennt Kollisionen beim Abhören des Übertragungsmediums. [KELLER 2011, S. 443 ff.]

Keine Kollisionen gibt es hingegen beim Token Passing, denn bei diesem Verfahren kann eine Station nur dann senden, wenn es ein bestimmtes Bitmuster, das sogenannte Token, besitzt. Ausschließlich durch den Besitz dieses Tokens wird einer Station das Senden ermöglicht, welches das Token an die nächste Station durchreicht. Kalkulierbare Reaktionszeiten innerhalb des Netzes werden durch eine vorgegebene, maximale Sendezeit ermöglicht. [KELLER 2011, S. 444]

2.4 Feldbus, Datenaustauschformate

Ein Bus dient als Verbindungssystem zwischen verschiedenen Teilnehmern, wobei alle Teilnehmer Zugang zu allen Datenleitungen über das Verbindungssystem haben. Weitere Steuerleitungen werden für die Verwaltung verwendet. [HERING et al. 2005, S. 568]

Steuer- und Regelungsaufgaben werden durch den Einsatz von echtzeitfähigen Bussystemen bzw. Übertragungssystemen, sogenannten Feldbussen, ermöglicht. Über Feldbusysteme findet die Kommunikation auf der Maschinenebene statt. Feldbusse schlagen die Brücke zwischen übergeordneten Steuergeräten (Leitrechner) und Feldgeräten. Prozessdaten werden von den Feldgeräten erfasst und an das Steuergerät übermittelt. Anschließend werden Stellgrößen durch das Steuergerät errechnet und mittels Feldbus an die Feldgeräte übertragen und von diesen ausgegeben. [WESTKÄMPER 2006, S. 248]

Abbildung 8 vergleicht verschiedene Feldbussysteme miteinander.

Bussystem (Hersteller)	Anzahl der Busteilnehmer ohne (mit) Repeater	Übertragungsrate, maximale Leitungslänge	Buszugriffsverfahren
Ethernet	100 (offen)	100 MBit/s, 500 m	CSMA/CD
PROFIBUS-FMS (Siemens)	32 (127)	93.75 kBit/s, 500 m ... 1.5 MBit/s, 200 m	Token-passing kombiniert mit Master-Slave
PROFIBUS-DP	32 (126)	9.6 kBit/s, 1200 m ... 12 MBit/s, 100 m	
PROFIBUS-PA	32 (126)	31.25 kBit/s, 1900 m	
CAN (Bosch)	32 (offen)	10 kBit/s, 5000 m ... 1 MBit/s, 25 m	CSMA/CD
LON (Echelon)	32 (offen)	39 kBit/s, 1200 m ... 1.25 MBit/s, 20 m	CSMA/CD
Interbus-S (Phoenix Contact)	256 (256)	500 kBit/s, 12800 m	Summenrahmen
ASI (Siemens, Pepperl+Fuchs)	31(31)	167 kBit/s, 100 m	Master-Slave

Abbildung 8: Vergleich verschiedener Feldbussysteme [TEN HOMPEL et al. 2008, S. 225]

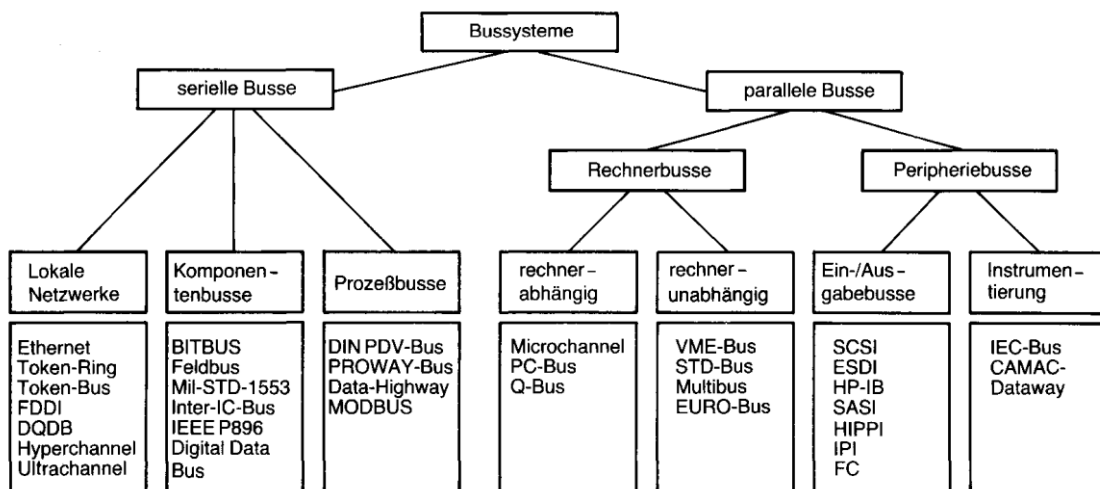
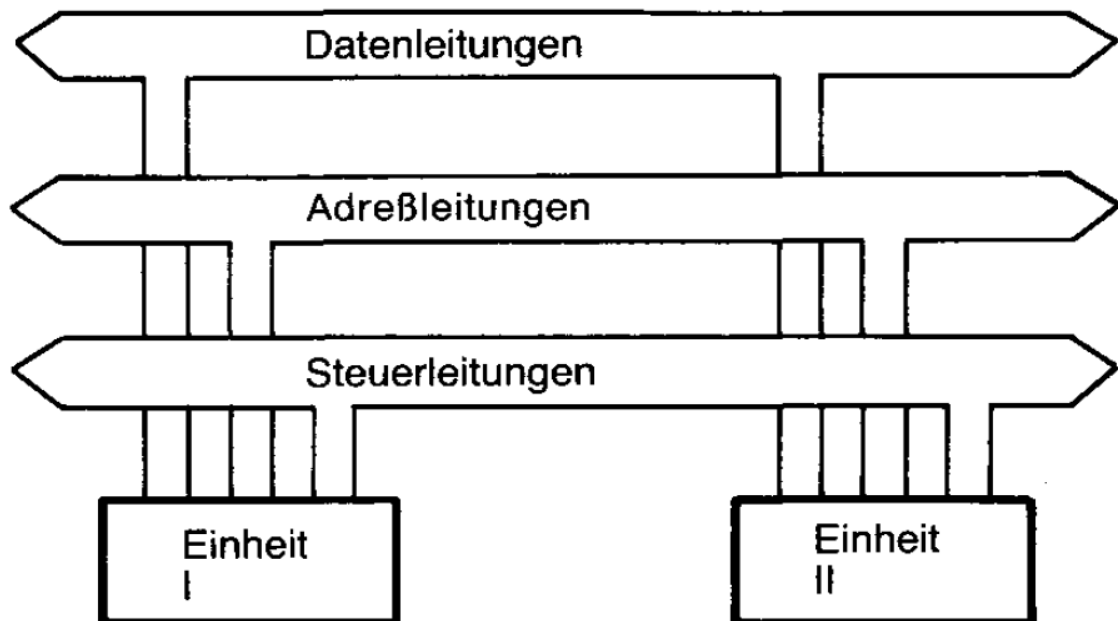


Abbildung 9: Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 581]

Über Busse erfolgt der Austausch von Daten über verschiedene Systeme hinweg, wobei sie meistens in der Bürokommunikation, in der Datenverarbeitung, in der Automatisierungstechnik sowie der Datenverarbeitung in Automobilen und Flugzeugen zum Einsatz kommen. Abbildung 9 gibt einen Überblick der verschiedenen Bussysteme. Messwerte werden via Sensoren an unterschiedlichen Orten erfasst und verarbeitet. Die Kommunikation der Systeme und die Ergebnisübermittlung an einen zentralen Auswertungsort erfolgt über Bussysteme. Die mechanischen, funktionalen und elektrischen Eigenschaften der Schnittstellen zwischen Kommunikationssystem und Bus müssen eindeutig beschrieben werden, da oft unterschiedliche Bereiche untereinander Daten austauschen. Prinzipiell unterscheidet man dabei zwischen parallelem und seriellen Bus (vgl. Abbildung 10). Serielle Bussysteme versenden Nachrichten „bitseriell“ über ein gemeinsames Medium und kommen im Fernbereich zur Verwendung, da man aus Wirtschaftlichkeits- und Zuverlässigkeitsgründen die Leitungsanzahl verringern möchte. [HERING et al. 2005, S. 581 ff.]

a) paralleler Bus



b) serieller Bus

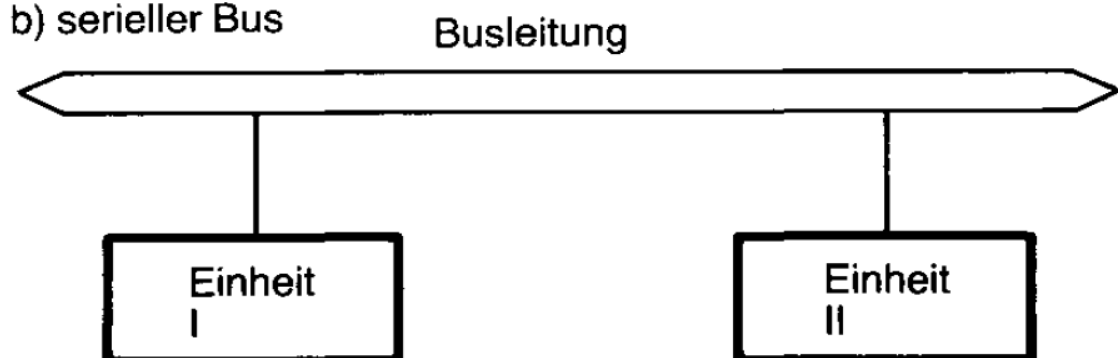


Abbildung 10: Parallele und serielle Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 581]

Einige serielle Bussysteme sind mittlerweile so komplex, dass die Unterscheidung zwischen Bus und Netzwerk schwer fällt und man Busse als Sonderfälle lokaler Netzwerke ansehen kann. Das größte Trennungsmerkmal zwischen Bussystemen und lokalen Netzwerken ist, dass Bussysteme eine strenge Hierarchie mit intelligenten, zentralen Steuerungseinrichtungen und weniger intelligenten, abhängigen Teilnehmern aufweist, während lokale Netzwerke eine äußerst hohe Selbstständigkeit und Gleichwertigkeit aufweisen (Abbildung 11).

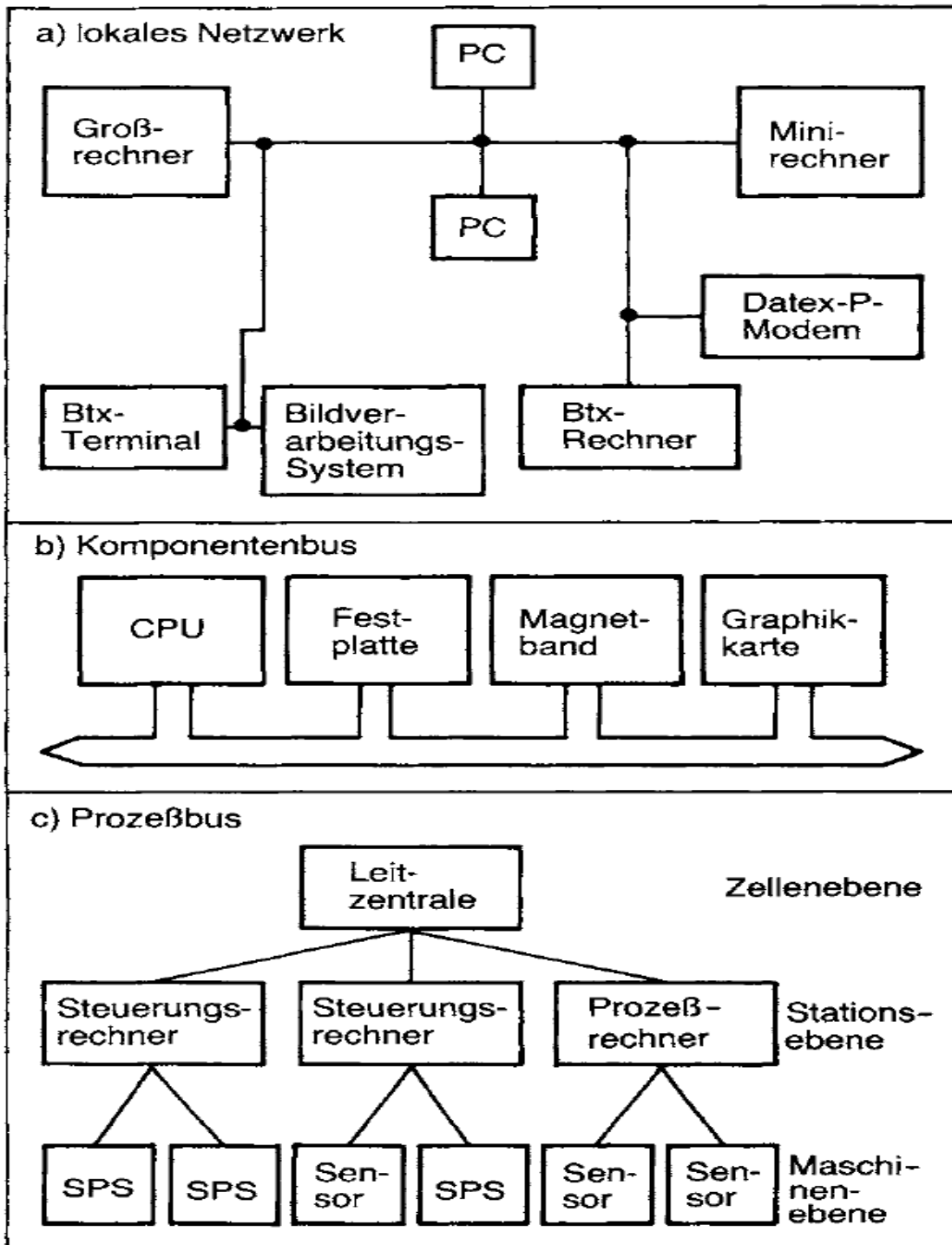


Abbildung 11: Einteilung der Bussysteme [HERING et al. 2005, S. 584]

Als Verbindung zwischen Bauteilen innerhalb von Rechnersystemen oder zwischen Modulen in räumlich verteilten Systemen kommen „Komponentenbusse“ zum Einsatz, bei denen der Fokus nicht auf hohen Übertragungsgeschwindigkeiten und Teilnehmerzahlen, sondern vielmehr auf robustem Verhalten auf kurzen Distanzen liegt. Verteilte digitale Automatisierungssysteme mit hierarchisch gegliederten Strukturen werden mittels „Prozessbussen“ verbunden. [HERING et al. 2005, S. 583 ff.]

Der Inhalt von Dateien wird vom Dateiformat vorgegeben, wobei es sich um eine vereinbarte Konvention des Strukturinneren handelt, bei der Informationen eines Datentyps in tabellarischer Form angelegt sind. Computer und Applikationen können nur dann das Dateiformat lesen, wenn die geforderte Norm erfüllt wird. Über die Dateinamenerweiterung (File Extension) kann das Betriebssystem das Dateiformat einem Anwendungsprogramm zuordnen, wobei die Namenserverweiterung in Form einer zwei-, drei- oder vierbuchstabigen Endung angehängt wird. [IT-WISSEN 2017]

Die Menge an Dateiformaten und mit ihnen auch die der Dateierweiterungen ist gewaltig und kaum zu überblicken. Der richtige Umgang mit ihnen ist enorm wichtig. Es reicht dabei nicht aus, sich mit den Dateiformaten weniger Programme auseinander zu setzen, sondern vielmehr ist es erforderlich, die Weiterverarbeitung der unterschiedlichen Daten für die nächsten Arbeitsschritte zu gewährleisten. Des Weiteren können verbesserte Versionen gängiger Software zu Kompatibilitätsproblemen führen, da sie i. d. R. abwärts-, häufig jedoch nicht aufwärtskompatibel sind. So kann es vorkommen, dass unter älteren Programmversionen erstellte Dateien auch in neuen Programmversionen funktionieren. Umgekehrt jedoch treten bei der Verwendung von Dateien, die mit neueren Softwareversionen erstellt wurden, unter älteren Softwareversionen Probleme auf, teilweise ist ihre Verwendung sogar gänzlich unmöglich. Dies erfordert unter Umständen den simultanen Einsatz verschiedener Versionen ein und derselben Software. Außerdem kann es Betriebssystem übergreifend unter Verwendung der gleichen Software und des gleichen Dateiformates zu Problemen kommen, bei der nach der Übertragung ins andere Betriebssystem die Datei nicht (mehr richtig) funktioniert. [BÖHRINGER et al. 2011, S. 28]

Eine Übersicht gängiger Dateiformate und deren Datentypen bzw. -inhalte gibt Abbildung 12)

	Format	Datenaustausch	Text	Layout/Satz	Pixelbild	Vektorgrafik	Internet	Multimedia	Skriptsprache	Audio	Video	Office	Workflow		Format	Datenaustausch	Text	Layout/Satz	Pixelbild	Vektorgrafik	Internet	Multimedia	Skriptsprache	Audio	Video	Office	Workflow
A	AAC									x	(x)				MP(E)G										x		
	AI					x								O	ODP											x	
	AIF(F)									x					ODS											x	
	ASP						x		(x)						ODT	x										x	
	AVI										x			P	P(I)CT				x								
B	BMP				x									PDF	x		x										(x)
C	CDR					x								PHP							x		x				
	CIP3												x	PJTF													x
	CIP4													PL							x		x				
	CSS						x							PNG				x			x						
	CSV											x		PPF													x
D	DIR							x						PPML													x
	DOC(X)		x									x		PPT(X)												x	
E	EPS	x			(x)	x								PS/PRN	x		x										
	EXE													PSD					x								
F	FHx					x								Q	QXD			x									
	FLA						x	x						R	RA									x			
	FLV/F4V										x				RAW				x								
G	GIF				x	x								RM											x		
H	HTM(L)						x							RTF	x	x										x	
I	IFRA												x	S	SVG						x	x					
	INDD				x										SWF							x	x				
J	JDF												x	T	TIF(F)	x			x								
	J(E)PG					x	x								TXT	x	x										
	JMF												x	W	WAV										x		
	JS						x	x							WMA										x		
M	MDB											x			WMF	x			(x)	x							
	MID									x					WMV											x	
	MOV										x			X	XLS(X)											x	
	MP3									x					XML	x		x									(x)

Abbildung 12: Übersicht gängiger Dateiformate [BÖHRINGER et al. 2011, S. 31]

2.5 Skriptsprachen

Ihren Ursprung haben Skriptsprachen (englisch: scripting language) in Programmiersprachen zwecks Kontrolle oder Steuerung von Software-Systemen. Skriptsprachen verwenden einen Zwei-Sprachen-Ansatz, bei dem das Kernsystem in einer anderen Programmiersprache als die Skriptsprache implementiert wird und die Skriptsprache nur die Systembausteine zu einem lauffähigen System zusammensetzt. Moderne Skriptsprachen wie

bspw. Perl, Python, Ruby usw. sind selbst in C implementiert, erstellen jedoch üblicherweise C- oder C++-Bausteine. Der Vorteil ist, dass ohne Eingriff in den Kernsystemcode die Systembausteine flexibel zusammengesetzt und den individuellen Bedürfnissen angepasst werden können. Skripte wurden früher im Bereich von Shell-Skripten oder Batch-Jobs eines Betriebssystems verwendet und haben daher ihren Namen „Skriptsprache“ erhalten. Nicht selten werden ganze Systeme exklusiv in modernen Skriptsprachen implementiert. Geschichtsbedingt haben in einigen Entwicklergemeinden Skriptsprachen ein schlechtes Image als „Hackersprache“. Der Begriff „Skriptsprache“ ist durch die häufige Verwendung solcher Sprachen als eigenständige Programmiersprachen überholt. Vielmehr bietet sich der oft gebrauchte Begriff „dynamische Sprache“ an. [VOGEL et al., S.185 ff.]

Einige Skriptsprachen (oder Scriptsprachen) wie Perl und Java sind Sprachen, die sowohl in der Web-Programmierung als auch unabhängig davon genutzt werden. Andere Sprachen wie PHP und ActionScript kommen fast ausschließlich bei der Web-Programmierung zum Einsatz.

Skriptsprachen sind simple Programmiersprachen mit folgenden Charakteristika:

- Werden nicht kompiliert, sondern interpretiert
- Nicht typisierte Variablen → Keine Variablendeklaration und keine Typfestlegung wie „Gleitkommazahl“ oder „Zeichenkette“; beliebige Werte werden aufgenommen und nach Bedarf in anderen Typ umgewandelt

Als „Schweizer Taschenmesser des Systemadministrators ist die Programmiersprache PERL (Practical Extraction and Report Language) bekannt, die zugleich die am meisten eingesetzte Programmiersprache des Internets und eine der am meisten verwendeten Programmiersprachen im Allgemeinen ist. Bei Perl handelt es sich um eine plattformunabhängige Sprache, die für nahezu alle Betriebssysteme verfügbar ist und in ihr geschriebene Skripte fast immer problemlos auf verschiedenen Plattformen laufen. Eine besondere Stellung nimmt Perl bei den Skriptsprachen ein, da sie in der breiten Masse der vorhandenen Sprachen die am weitesten verbreitete ist, die sowohl für die Web-Programmierung als auch für die einfache Shell-Programmierung genutzt wird. „Perl ist der russische Traktor der Web-Programmierung: nicht sehr elegant und schnell, aber unverwundlich“ ist eine treffende Bemerkung, um die Bedeutung der Sprache Perl zu verdeutlichen. [WALTER 2008, S. 125]

Von Perl abgeleitet ist PHP die heute am weitesten verbreitete Programmiersprache weltweit. Ursprünglich stand die Abkürzung PHP für „Personal Home Page Tools“, mit der Zeit wurde jedoch „Hypertext Preprocessor“ daraus. [SCHICKER 2017, S. 186]

International und im deutschsprachigen Raum erfährt PHP nun schon seit einiger Zeit große Popularität. Dynamische Web-Sites lassen sich mit PHP äußerst simpel erstellen,

da PHP die dynamischen Inhalte, im Gegensatz zu Perl, direkt in einer HTML-Datei integriert. Von Beginn an wurde PHP für die Nutzung im Web konzipiert, erst in jüngerer Vergangenheit kommt PHP auch als Kommandozeilensprache zur Verwendung, die immer noch eine untergeordnete Rolle spielt. Mit jeder neuen Version ist PHP mächtiger und den bedeutenderen Sprachen ähnlicher geworden, wodurch ihre Attraktivität teilweise leidet. Somit könnte die Entwicklung der Sprache zu einer Gefahr für sie selbst werden. [WALTER 2008, S. 189 ff.]

Der Name Ruby kann als Anspielung auf die Verwechslung von der Sprache Perl mit Pearl (Perle) verstanden werden und ist kein Akronym. Zahlreiche andere moderne Skriptsprachen oder programmierbare Shells wie z. Bsp. Perl, Python etc. waren die Vorbilder von Ruby. Die Skriptsprache Ruby ist eine interpretierte Skriptsprache mit sehr ausgeprägter Objektorientierung. Die wesentlichen Besonderheiten von Ruby sind:

- Simple Sprachsyntax
- Typisierte Variablen
- Rein objektorientierte Sprache
- Sondersituationen können über sog. Exceptions aufgefangen werden
- Garbage Collection als automatisierte Speicherbereinigung
- Bereitstellung regulärer Ausdrücke ähnlich wie bei Perl
- Weitestgehend betriebssystemunabhängig
- Relationale Datenbankmanagementsysteme lassen sich einfach anbinden
- Sprachbestandteile funktionaler Sprachen [WALTER 2008, S. 298 ff.]

Der Klassiker, also sowohl eine der ältesten als auch am meist verbreiteten Techniken der clientseitigen Programmierung, ist bis heute JavaScript. JavaScript wird nicht kompiliert, sondern direkt in einem Interpreter ausgeführt. Außerdem läuft JavaScript komplett im Browser, also clientseitig ab, und ermöglicht es aktive Code-Elemente innerhalb einer Website mit dem Browser auszuführen und „Dynamik“ zu erzeugen. Außer einigen formalen Ähnlichkeiten besitzt JavaScript keinen Bezug zu Java. Wegen zahlreicher Sicherheitslücken steht JavaScript immer wieder in der Kritik. [WALTER 2008, S. 347 ff.]

2.6 Visual Basic for Applications (VBA)

1964 wurde die leicht erlernbare prozedurale Programmiersprache für diverse Computerplattformen namens BASIC (englische Bezeichnung für: Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code) eingeführt. Die Weiterentwicklung von BASIC zu einer höheren Programmiersprache beinhaltete u. a. objektorientiert Elemente. Ab 1991 wurde von MICROSOFT für das Betriebssystem WINDOWS auf Grundlage der klassischen Programmiersprache BASIC, die objektorientierte Programmiersprache VISUAL BASIC (VB) entwickelt. [BENKER 2014, S. 29]

Ursprünglich wurde VBA entwickelt, um Anwendungen (Applications), wie z. Bsp. Word, Excel, Outlook, Access und weitere, unter Office anzupassen, worin auch gleichzeitig die Einschränkung liegt. Denn im Gegensatz zu Visual Basic (VB) ist die Nutzung von VBA nur in einer solchen Anwendung möglich. Gleichzeitig ist VBA jedoch mehr als nur eine Programmiersprache. Neben dem Besitz einer Entwicklungsumgebung (IDE = Integrated Development Environment), ermöglicht VBA eine objektorientierte Programmierung sowie das Testen und Optimieren von Prozeduren mittels zusätzlicher Werkzeuge. [NAHRSTEDT 2014, S. 1]

Im Gegensatz zu früheren Versionen aktueller Systeme wie z. Bsp. WORD, EXCEL, POWERPOINT etc. existiert mit VBA eine einheitliche Programmiersprache. Die in den Systemen integrierte Programmiersprache ermöglicht es Programme zu schreiben bzw. VBA-Programme anderer Anbieter zu nutzen. Somit lassen sich die Systeme (z. Bsp. Word) mittels VBA erweitern bzw. den individuellen Bedürfnissen anpassen. Jedoch ist zu beachten, dass ein in einem System (z. Bsp. Word) erstelltes VBA-Programm nicht in einem anderen System (z. Bsp. EXCEL) verwendet werden kann. Außerdem können unter VBA erstellte Programme nicht autark in Windows gestartet werden, sondern ausschließlich mit der passenden Applikation (z. Bsp. Excel), im Gegensatz zu Programmen die mit Visual Basic erstellt wurden. Der Grund dafür ist, dass VBA keine eigenständige Programmiersprache ist, sondern in eine bestimmte Applikation integriert ist, wie die Bezeichnung „For Applications“ bereits nahelegt. [BENKER 2014, S. 29ff]

2.7 Digitale Fabrik

Die globalisierten Märkte vieler Branchen verlangen seit vielen Jahren neue und individualisierte Produkte in immer kürzer werdenden Zeitabständen. Neue Herangehensweisen und Werkzeuge, wie z. Bsp. Virtual Reality und Digital Mock-up, sind unabdingbar, um die steigende Komplexität der Produkt- und Produktentstehungsprozesse ökonomisch beherrschen zu können. [VDI 4499 Blatt 1 2008, S 2]

Der Einzug der Elektronik nahm ihren Anfang in den 1970er Jahren. Die digitale Informationsverarbeitung in der Produktion mit ihren selbstständigen Applikationen fand in den Bereichen der Produktkonstruktion, dem Auftragsmanagement und in der Fertigung (CNC-Technik, Flexible Fertigungssysteme) Anwendung. Die Visionen zukünftiger, rechnergeführter Produktionen entwickelten sich schnell bis hin zur vollständig automatisierten Fabrik. Eine Produktion mit dem Leitbild „Computer Integrated Manufacturing“ (CIM), bei der Daten ohne Änderungen von einer Anwendung zur nächsten transportiert wurden, leitete die Applikationen hin zu integrierten Rechnersystemen. Den Unternehmen versprach die Integration der Anwendungssysteme, die als neuartige Technik aufgefasst wurde, einen hohen Zugewinn an Flexibilität. [WESTKÄMPER et al. 2013, S. 47]

Die Teilung der Anwendungsbereiche blieb lange Zeit bestehen. Die großen Fortschritte in der technischen Leistung der Computer und die Entwicklungen in der Kommunikationstechnik (LAN, WLAN etc.) brachten die Voraussetzungen für eine weitere Integration der Anwendungen. Standardisierte Workflows unternehmensintern sowie -extern ermöglichten die Integration der Prozessketten zwischen Kunden, Produzenten und Zulieferern in Distributions- und Supply-Chains und führten zu integrierten und harmonisierten Geschäftsprozessabläufen vom Kundenauftrag bis zur finalen Auslieferung sowie in den Produktservice. Die Begriffe digitale Produkte und digitale Fabrik wären ohne die erwähnten Entwicklungen nicht denkbar. [WESTKÄMPER et al. 2013, S. 47-48]

Der Ansatz der digitalen Fabrik mit einem ganzheitlich integrierten Datenmanagement hilft bei der frühzeitigen Parallelisierung und möglichst kompletten digitalen Bearbeitung von Produktentwicklung und Produktionsplanung bis hin zum virtuellen Anlauf und Betrieb (siehe Abbildung 13). In vielen Unternehmen ist das Hauptaugenmerk mittlerweile auf die Produktionsplanung gerichtet, da die digitale Produktentwicklung bereits länger praktiziert wird (vgl. Abbildung 14). [VDI 4499 Blatt 1 2008, S 2]

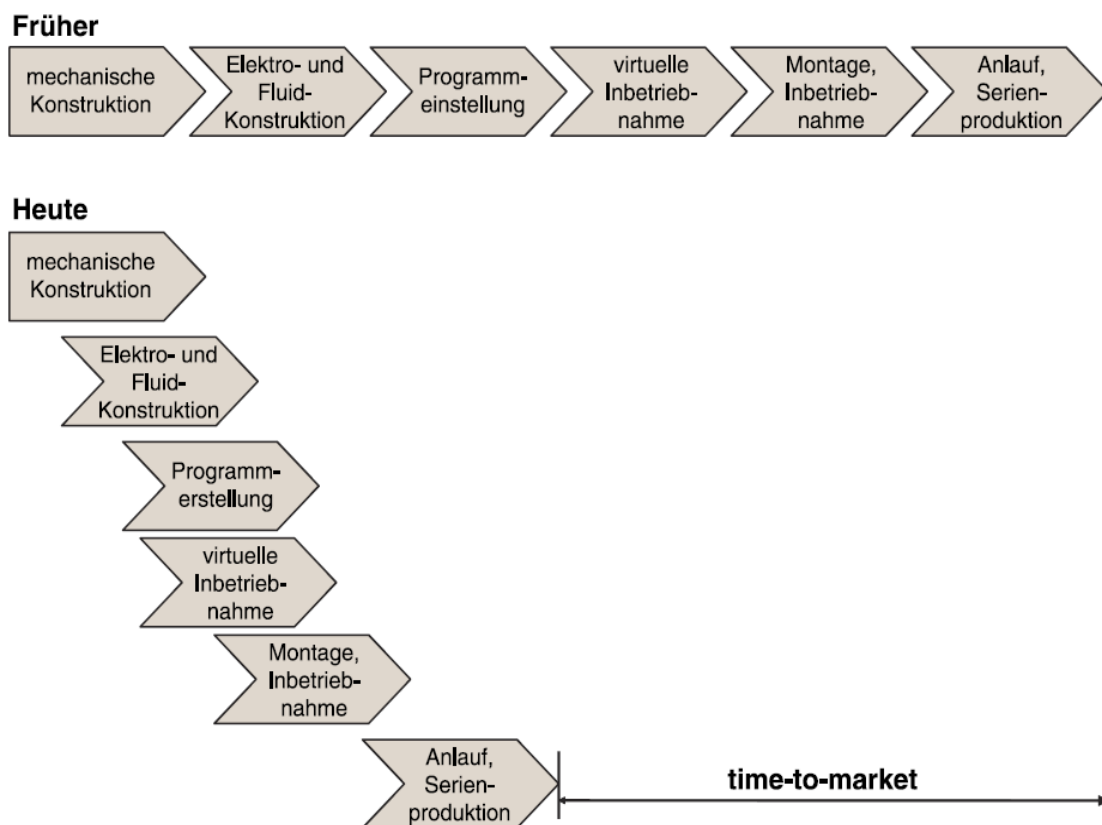


Abbildung 13: Verkürzung der Planungs- und Inbetriebnahmephasen durch Parallelisierung [VDI 4499 Blatt 2 2011, S. 7]

Unter dem Oberbegriff „Digitale Fabrik“ wird ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen – u. a. der Simulation und der dreidimensionalen Visualisierung –, die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden, verstanden.

Ziel der Digitalen Fabrik ist die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt (vgl. Abbildung 14 und 15). [VDI 4499 Blatt 1 2008, S. 3]

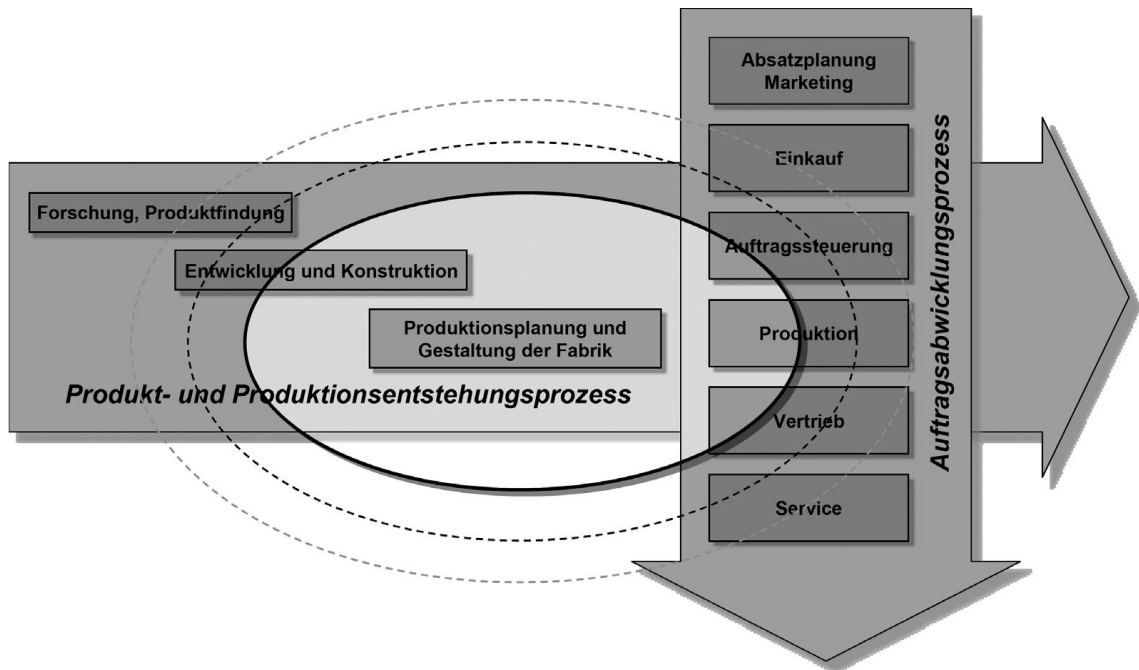


Abbildung 14: Fokus der Digitalen Fabrik im Strahlenkreuz der Unternehmensprozesse [VDI 4499 Blatt 1 2008, S. 3]

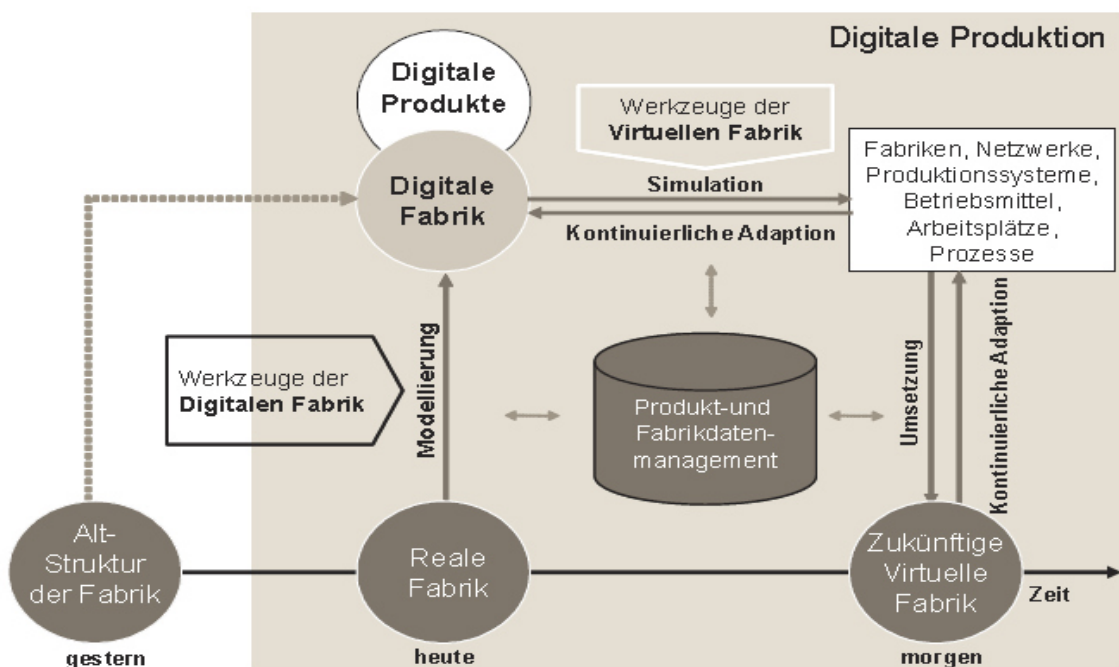


Abbildung 15: Abgrenzung der digitalen Fabrik zur virtuellen Fabrik [WESTKÄMPER et al. 2013, S. 109]

2.8 Enterprise Application Integration – Service-Oriented Architecture (EAI – SOA)

Ineffizienzen und planerische Inkongruenzen im Unternehmensablauf sind häufig das Ergebnis unflexibler und diffiziler Anwendungsarchitekturen und -systeme mit mangelnder Integration von Prozessen sowohl auf betriebswirtschaftlicher als auch informationstechnischer Ebene. Im Unternehmensumfeld mit einer Fülle an verschiedenen IT-Anwendungen ist eine konsistente IT-Architektur notwendig, um Datenverluste, -redundanzen sowie -inkonsistenzen zu vermeiden. Zusätzlich wird die Integration der im Unternehmen eingesetzten Anwendungen durch komplexe Anwendungsarchitekturen, Eigenentwicklungen, oder durch mit der Zeit gewachsenen IT-Landschaften etc. erschwert. Die Möglichkeit einer technischen Integration der oben genannten uneinheitlichen Anwendungssysteme wird durch das Konzept der Unternehmensanwendungsintegration bzw. der Enterprise Application Integration geboten, mit dem Ziel die Integration der Anwendungen zu erleichtern. Zwei Topologien bzw. Rechnernetzstrukturen, nämlich die „Hub and Spoke“- sowie die Bus-Topologie, haben sich im Alltag durchgesetzt. Die EAI-Infrastruktur wird bei der Hub and Spoke-Topologie auf einem zentralen Server eingerichtet, die sich einfach realisieren lässt, jedoch den Nachteil einer erhöhten Ausfallanfälligkeit aufweist. Umgekehrt wird bei der Bus-Topologie die EAI-Infrastruktur auf unterschiedliche Systeme verteilt, was eine höhere Ausfallsicherheit bietet, jedoch auch eine komplexere Realisierung mit sich bringt. [HAUSLADEN 2016, S. 72]

Eine mehrschichtige, verteilte Informationssystem-Architektur, die geschäftsorientierte Dienste aus Teilen von Applikationen zusammenstellt wird als Serviceorientierte Architektur bezeichnet. Sie befolgt bestimmte Entwurfsprinzipien um eine vereinfachte Prozessintegration zu ermöglichen (Abbildung 16). In diesem Zusammenhang wird ein isoliertes Softwareelement bzw. eine Schnittstelle als Service verstanden, die anderen Anwendungen per Netzwerk einen genormten Zugriff auf Anwendungsfunktionen ermöglicht. [HEUTSCHI 2007, S. 22]

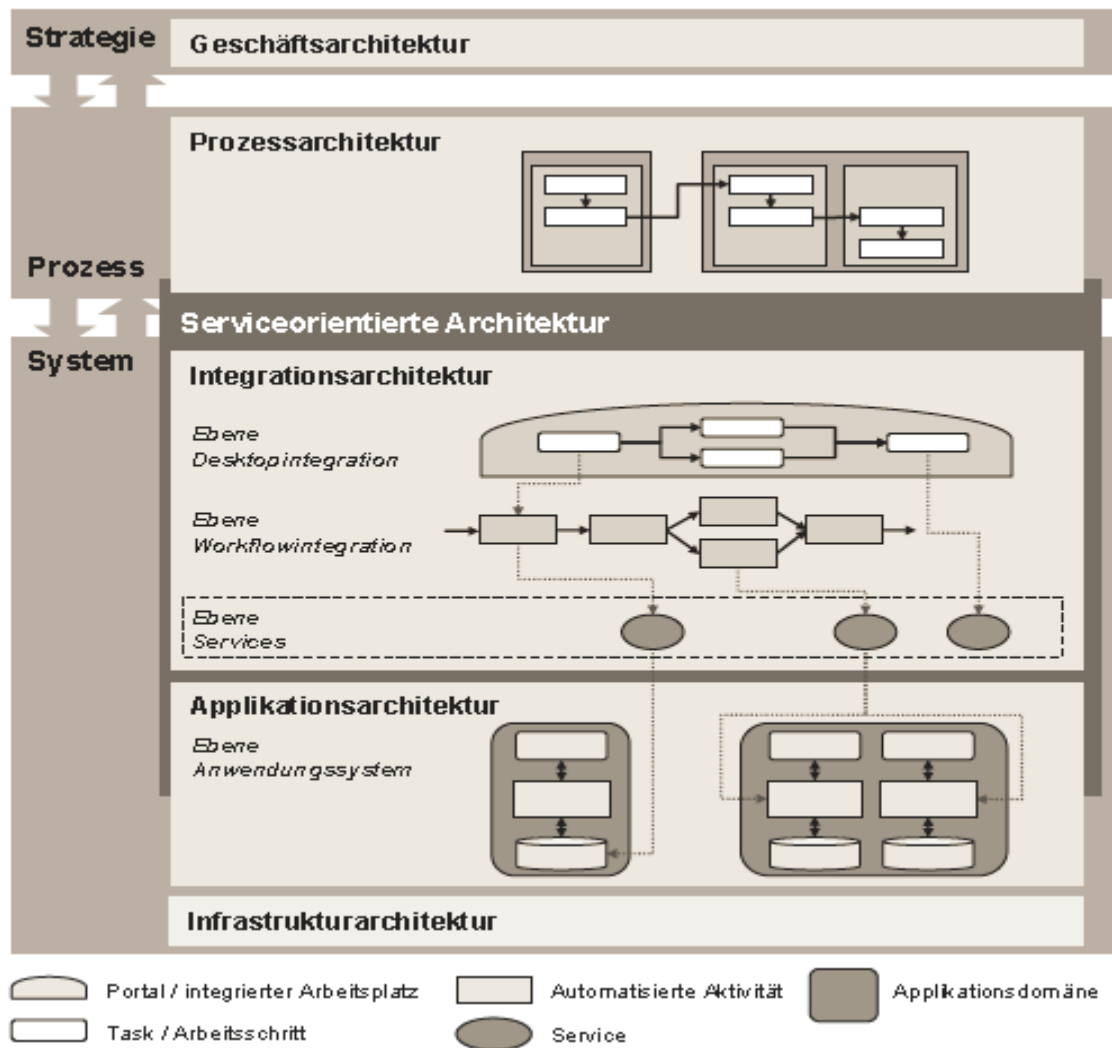


Abbildung 16: Einordnung von SOA in das Business Engineering Modell [HEUTSCH 2007, S. 24]

Die Auswirkungen von Entwicklungssprüngen auf Hardwarekomponenten und ihre Softwarebasis können zum jetzigen Zeitpunkt nur schwer eingeschätzt werden. Daher ist es von enormer Bedeutung im Bereich Software vom Start weg standardisierte oder offene, prozessorientierte Schnittstellen zu entwickeln und zu etablieren. SOA stellen dabei das technologische Fundament dar, denn die Zukunftsfähigkeit einer Software baut auf ihrer Architektur auf. Die nichtfunktionalen Anforderungen wie Skalierbarkeit, Modifizierbarkeit, Portierbarkeit etc. erfahren durch die Softwarearchitektur Beachtung. SOA berücksichtigt auf Softwarearchitekturebene die Tatsache, dass Konzepte und Systeme neue sowie immer komplexere Prozesse und ihre Software immer wichtigere Funktionen beinhalten. Ein Neben- und Miteinander unterschiedlicher Systeme und Prozesse, die Busartig miteinander verbunden sind, sind dabei das verfolgte Ziel. Die Geschäftsprozesse, die jeweiligen prozessorientierten Aufgaben (Applikationsprozesse) sowie die verfügbaren Datenbanken sind ab Beginn des Software-Designs getrennt und auf Softwarearchitekturebene klar strukturell in einzelne Bereiche aufgeteilt. [VOGEL-HEUSER et al. 2017, S. 224 ff.]

Einen guten Überblick über die Entwicklung der Softwarearchitekturentwicklung bzw. zum Vergleich SOA – EAI gibt Abbildung 17.

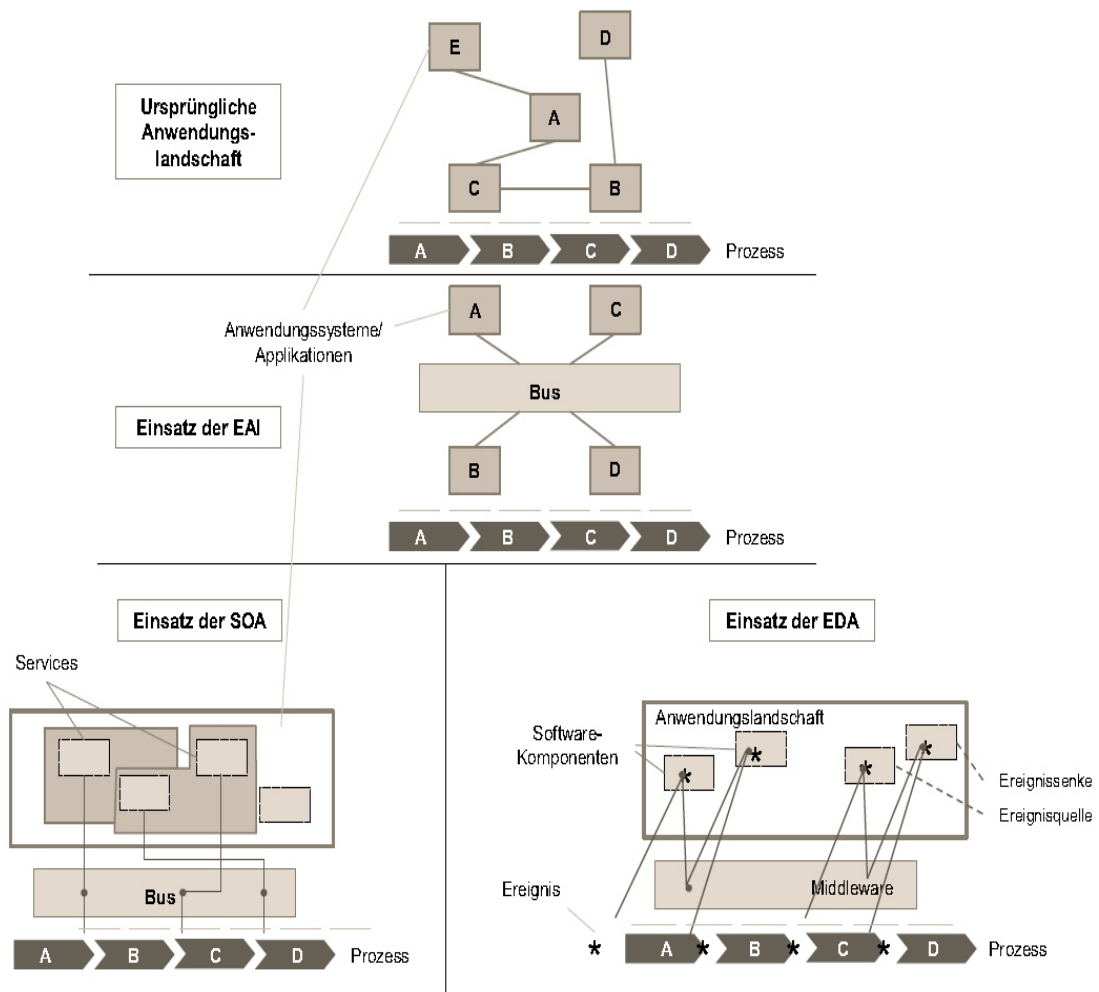


Abbildung 17: Überblick der EAI-/SOA-Architekturkonzepte [HAUSLADEN 2016, S. 75]

2.9 Logdateien

Im Normalfall reicht das Anzeigen des aktuellen Systemstandards für die Identifikation von Fehlern oder anderen besonderen Ereignissen. Sollte sich ein System, eine Anlage oder ein Teil davon in einem Ausnahmezustand befinden, gilt es der Ursache für den kritischen Zustand nachzugehen, was meistens jedoch nicht mehr über den Ist-Zustand nachzuvollziehen ist. [GÜNTNER; TEN HOMPEL 2010, S. 146]

Neben spezifischen Protokollierungsprogrammen ermöglichen sowohl Betriebssysteme als auch Anwendungsprogramme die Aufzeichnung einer Fülle von benutzer-, prozess- und sicherheitstechnischen Abläufen bzw. Vorfällen. In sogenannten Log-Dateien (engl.

Logfile) findet die Speicherung der protokollierten Daten statt, die überwiegend zur Beweissicherung des ordnungsgemäßen Ablaufes der (Datenverarbeitungs-) Prozesse vorgenommen werden. [KNORR 2006, S. 1]

Sowohl in klassischen Systemen als auch im Internet der Dinge ist das Aufzeichnen lokaler Logfiles möglich. In einem dezentralen, kooperativen Netzwerk ist für das Gesamtverhalten, neben den lokalen Entscheidungen, auch die Interaktion bzw. Kommunikation zwischen den vielen Einheiten von enormer Bedeutung. Konzepte bzw. Werkzeuge mit folgenden Möglichkeiten sind daher gefragt:

- Zusammenführen von Logfiles (Historien) mehrerer Einheiten sowie die zeitlich korrekte Darstellung einzelner Entscheidungen
- Kommunikationsaufzeichnung zwecks Analyse und Nachverfolgbarkeit

Nur wenn die gespeicherten Vorkommnisse mit einem Zeitaufdruck versehen und die Uhren der (Rechen-) Plattformen mit hoher Genauigkeit synchronisiert werden, ist das Zusammenführen mehrere Logfiles zweckmäßig. Sogenannte „Sniffer“ (englisch für Schnüffler) sind sowohl in Ethernet-Netzwerken als auch in unterschiedlichen Bussystemen (z. Bsp. CAN) verwendbar, die den vollständigen Nachrichtenverkehr auf der Stufe des Kommunikationsnetzwerkes protokollieren bzw. aufzeichnen. [GÜNTNER; TEN HOMPEL 2010, S. 146-147]

Die Verwaltung von Logfiles, die in eigenwilligen Sprachen und Formaten verfasst sowie über das gesamte Netzwerk verteilt sind, muss nach vorgegebenen Kriterien einer Logfile-Managementstrategie erfolgen. Zwecks Rekonstruktion und Analyse bei sicherheitsrelevanten Vorfällen muss eine solche Strategie das Kopieren von Logfiles, die Distribution an andere Systeme sowie deren Speicherung beinhalten. Ein Security Information Management (SIM), welches Logfile-Richtlinien zentral verwaltet und durchführt, hilft bei allen Aktivitäten, die die Verwaltung von Logfiles betreffen. [IT-WISSEN 2017]

2.10 Datenerfassung (Sensoren)

Nur ein auf Umwelteinflüsse reagierender Organismus ist existenzfähig. Die Aufnahme spezifischer Reize aus der Umgebung oder aus dem Körperinneren erfolgt mittels zwei Arten von Rezeptoren: 1. Exterorezeptoren nehmen Reize aus der Umwelt auf und ermöglichen die Orientierung im Raum. 2. Interorezeptoren nehmen aus dem inneren eines Organismus Reize auf. Die fortschreitende Technik hat künstliche Rezeptoren hervorgebracht, die besser bekannt sind als Sensoren. [HESSE; SCHNELL 2014, S. 1]

Anfang der 1970er Jahre fand der Begriff „Sensor“, der vom lateinischen (sensus = Gefühl/Empfindung, sensualis = die Sinne betreffend) stammt, Einzug in die Fachliteratur.

Die Erfassung zeitvariabler physikalischer oder auch elektrochemischer Größen aus einem Prozess und ihre Umwandlung in ein eindeutiges elektrisches Signal wird durch ein

technisches Bauteil ermöglicht, welches der Sensor (Abbildung 18) ist. Die Kombination aus einem (mechanischen) Umsatzelement und einem elektrischen Sensorelement wird als Elementarsensor oder Messwertaufnehmer bezeichnet. [HESSE; SCHNELL 2014, S. 2]

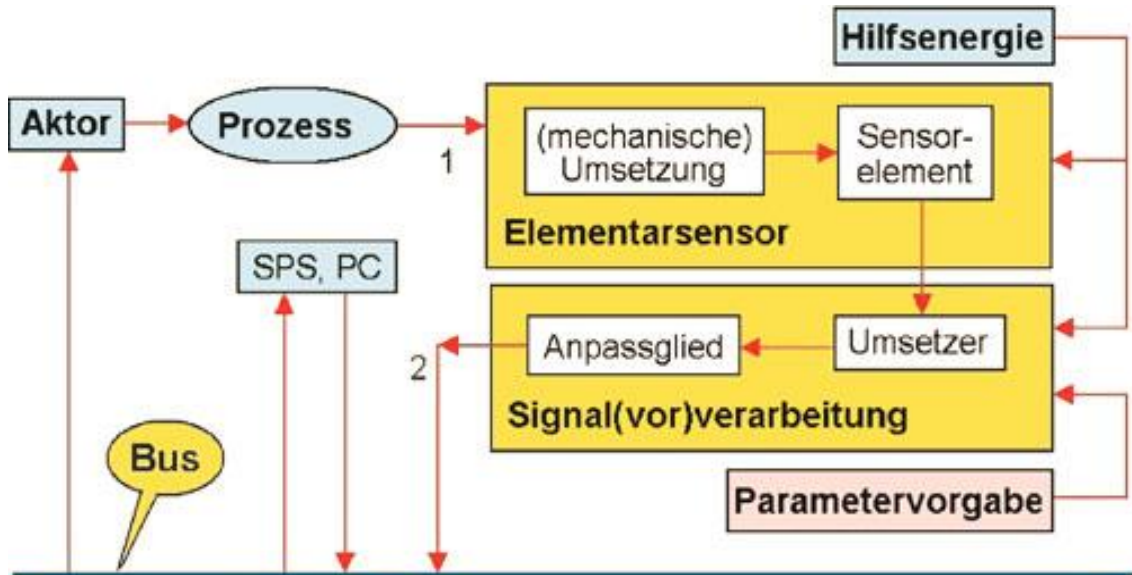


Abbildung 18: Prinzipanordnung eines Sensors. 1 Eingangssignal, 2 Ausgangssignal [HESSE; SCHNELL 2014, S. 3]

Die Verwendung von Sensoren in Anlagen, Maschinen, Fahrzeugen und vielen anderen Dingen ermöglicht es denselben selbstständig auf bestimmte Zustände zu reagieren und diese zu kontrollieren.

Die Nutzung von Sensoren hat sich in den letzten Jahren äußerst stark verbreitet, sodass man in Zukunft fest davon ausgehen kann, dass mehr oder weniger alles, angefangen bei der Maschine bis hin zum Gebrauchsgegenstand, mit Sensoren ausgestattet und somit „sensorisiert“ sein wird. Den Mikrosystemen wird dabei eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Eine intensive Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Verfahren der Sensorik erfordert der Übergang zur sensorgestützten Maschinerie. [HESSE; SCHNELL 2014, S. 2]

2.11 Petrinetze

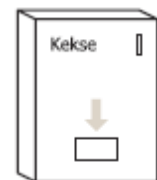
Die sachgerechte Konstruktion von Systemen, die informationstechnische Komponenten enthalten sowie in eine maschinelle oder organisatorische Umgebung integriert sind, ist eine Aufgabe mit enormer Bedeutung in der Informatik. Durch Modellierung dieser Systeme, soll dem Auftraggeber, Hersteller, Anwender usw. verständlicher werden, wozu ein System im Stande ist und wie man es herstellen, anwenden, variieren sowie verbessern kann. Eine Vielzahl von Modellierungstechniken wurde in den vergangenen Jahrzehnten vorgeschlagen, die alle unterschiedliche Vor- und Nachteile, Anwendungsgebiete, Nutzergruppen und Tools aufweisen. Zu den ältesten Systemmodellen gehören zweifelsohne

Petrinetze, die ihren Namen ihrem Erfinder Carl Adam Petri verdanken. [REISIG 2010, S. 1]

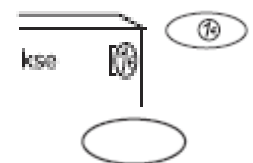
Praktische Überlegungen zur Implementierung rekursiver Funktionen, für deren Berechnung der Aufwand im Voraus nicht abschätzbar ist, führten zu einem erweiterbaren Rechensystem. Dieses kann die Berechnung anschließend fortführen, was sinnvoller ist, als mit einem größeren Rechensystem von neuem zu beginnen. Gesucht wurde eine Rechnerarchitektur, die beliebig oft erweiterbar ist und somit keine zentralen Komponenten, insbesondere jedoch keinen zentralen, synchronisierenden Taktgeber innehat. Jede Erweiterung würde als Folge eine räumliche Ausdehnung nach sich ziehen, die Verbindungen zu dem Taktgeber würden länger, geringere Taktfrequenzen wären die Folge von längeren Taktlaufzeiten, die schließlich ihre physikalischen Grenzen irgendwann erreichen und bei weiteren Expansionsversuchen verletzt würden. Folgerichtig darf eine solche Rechnerarchitektur keine synchronisierenden Uhren haben. Eine beliebig oft erweiterbare asynchrone Rechnerarchitektur, deren lokal beschränkte Komponenten über lokale Schnittstellen untereinander kommunizieren, ist, wie Petri in seiner Dissertation „Kommunikation mit Automaten“ [C.A. Petri 1962: Kommunikation mit Automaten. Institut für Instrumentelle Mathematik. Bonn: Schriften des IIM Nr. 2] nachgewiesen hat, möglich. Die zentrale Idee bei Petrinetzen sind Aktionen mit lokal beschränkter Ursache und Wirkung. [REISIG 2010, S. 19 ff.]

Anhand eines Keksautomaten werden nun die Funktionsweise und die Ausdrucksmittel eines Petrinetzes kurz erklärt.

Der Keksautomat besitzt für Münzen einen Einwurfschlitz und für die Entnahme der Keksschachteln ein Entnahmefach. Der Automat hat im Ausgangszustand keine Münze und das Entnahmefach ist leer.



Einwurfschlitz und Entnahmefach sind Plätze im Petrinetz, welche als Ellipsen dargestellt werden. Der Einwurfschlitz erhält nun eine Euro-Münze (Abbildung 19), dargestellt als Marke des Netzes. Keine Marke bekommt das Entnahmefach. Eine Markierung des Petrinetzes erfolgt durch Verteilung von Marken auf Plätze.



Jetzt kann der Keksautomat die Münze aus dem Einwurfschlitz einnehmen und im Gegenzug eine Keksschachtel auswerfen. Die Transition t (s. Abbildung 19) wird als Rechteck/Quadrat dargestellt. Sie ändert die aktuelle Markierung, was als Fluss oder Bewegung von Marken wahrgenommen wird. Die Pfeile zeigen die Bewegung der Münzen in den Einwurfschlitz sowie die der Keksschachtel in das Entnahmefach.

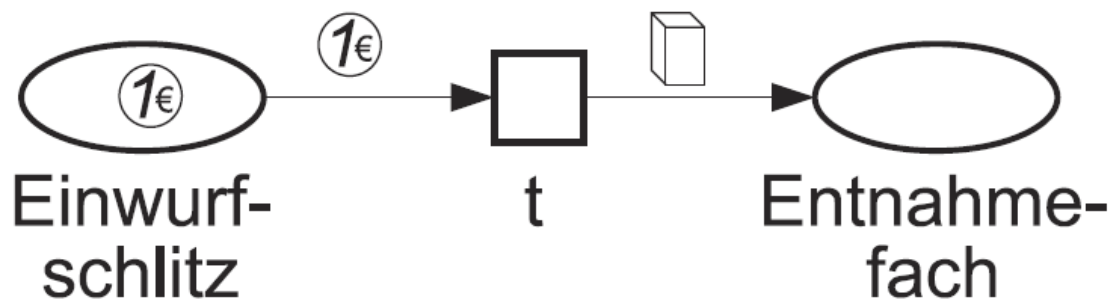


Abbildung 19: Der Keksautomat im Ausgangszustand [REISIG 2010, S. 9]

Wie man nun in Abbildung 20 erkennen kann, weist der Platz Einwurfschlitz keine Marke auf, der Platz Entnahmefach mit einer Schachtel hingegen schon. [REISIG 2010, S. 9 ff.]

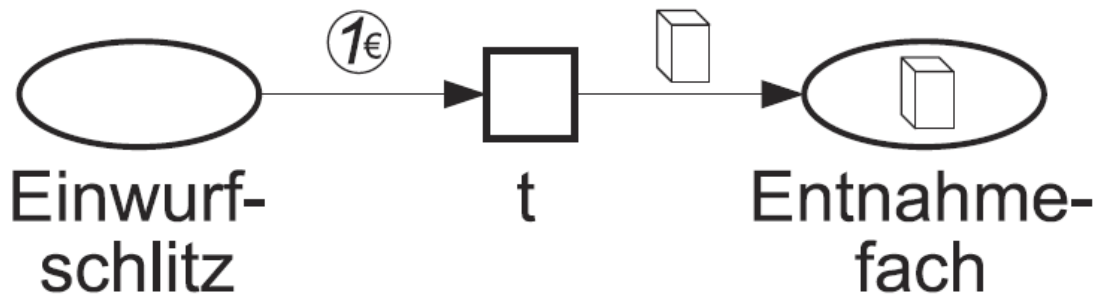


Abbildung 20: Der Keksautomat nach dem Eintritt von t [REISIG 2010, S. 10]

3 Lernkonzepte

Carl Friedrich von Gauss sagte: „*Wahrlich ist nicht das Wissen, sondern das Lernen, nicht das Besitzen, sondern das Erwerben, nicht das Da-Seyn, sondern das Hinkommen, was den größten Genuss gewährt.*“ [GERLACH, SQUARR 2015, S. 99]

Eine der größten Revolutionen menschlichen Lernens und somit auch menschlichen Denkens steht kurz bevor. Die Zukunft des Lernens: *die Kompetenzentwicklung*. Universitäten haben sich als ein wichtiges, wenn nicht gar als wichtigstes Ziel die Kompetenzentwicklung auf die Agenda gesetzt. Die Kompetenz selbst wird zum obersten Ziel. Ursächlich für die Revolution sind zwei Aspekte, die beide durch das exponentielle Voranschreiten der Informationstechnologie gefördert werden.

1. Die Entwicklungsgeschwindigkeit von Industrie und Technik, Politik und Kultur getrieben durch die moderne Informationstechnik ist mit klassischem Vorratslernen schon lange nicht mehr zu bewältigen und zum Antrieb umwälzender Lernentwicklung geworden.
2. Immer weniger ausschließliches Informationswissen und immer mehr kreatives Handlungswissen, begünstigt durch die moderne Informationstechnologie, ermöglicht es den Entwicklungen doch bzw. wieder Herr zu werden, indem Humancomputer bzw. „Computer wie Menschen“ zu realen Denk-, Gefühls-, Entscheidungs- und Handlungspartnern der Lernenden werden. [ERPENBECK, SAUTER 2013, S. V-VI]

3.1 Lernformen

Lernen kann im Allgemeinen definiert werden als der dauerhafte Erwerb einer neuen oder die Veränderung einer schon bestehenden Fähigkeit, Fertigkeit oder Einstellung. Der Leistungszuwachs oder die Leistungsveränderung sind dabei auf Erfahrung zurückzuführen und nicht auf natürlichen Reifungs- bzw. Wachstumsprozess. Als Ergebnis des Lernens lässt sich sowohl eine Verhaltens- bzw. Leistungsänderung als auch eine Veränderung im kognitiven Nervensystem der Lernenden nachweisen (Lernerfolg). Die institutionelle Dimension des Lernens, neben der o. g. ergebnisorientierten Dimension, wird mit den Institutionen Schule, Ausbildungsstätte, Hochschule usw. assoziiert. Des Weiteren steht die Distanz zwischen Lehrer und Lernenden in Verbindung zur institutionellen Dimension, wobei bei der Präsenzlehre eine enge räumliche Verbindung zwischen Lehrer und Lernendem, bei der Distanzlehre eine räumliche Entfernung zwischen beiden genannten besteht. Um die räumliche Distanz zwischen o. g. zu überwinden, kommen sowohl klassische als auch elektronische Medien (z. Bsp. Bücher oder Internet) zur Geltung. Das Blended Learning (s. Kapitel 3.4) ist die Kombination aus Präsenz- und Distanzlehre. [MASKE 2012, S. 128]

Das formale Lernen, als übergeordnete Dimension des institutionellen Lernens, wird durch das formelle Lernen sowie das informelle Lernen abgegrenzt (vgl. Abbildung 21). Im Gegensatz zum formalen Lernen, findet das non-formale Lernen (z. Bsp. Nachhilfe, privater Sprachunterricht) organisiert und zielgerichtet, jedoch außerhalb klassischer Bildungsinstitutionen statt. Selbstgesteuertes Lernen, das nicht zielgerichtet aber problemlösungsorientiert außerhalb eines institutionellen Rahmens geschieht, wird als informelles Lernen verstanden. Interaktives Lernen ist ein Lernprozess, der gekennzeichnet ist durch eine Wechselwirkung zwischen Lernendem und Lehrendem. Aktionen des Lehrenden wirken sich auf den Lernenden aus und umgekehrt. Der Lehrende reagiert mit Feedback über Erfolg bzw. Misserfolg, wobei er eine Person oder Software sein kann, weshalb diese Lernform einen hohen Stellenwert bei softwarebasierten Lernformen einnimmt. Das multimediale Lernen, welches in Verbindung mit der softwarebasierten Lernform steht, beschreibt den gleichzeitigen, kombinierten Einsatz zweier oder mehrerer Medienarten (Texte, Bilder, Video, Audio) zu Lernzwecken. [MASKE 2012, S. 128 ff.]

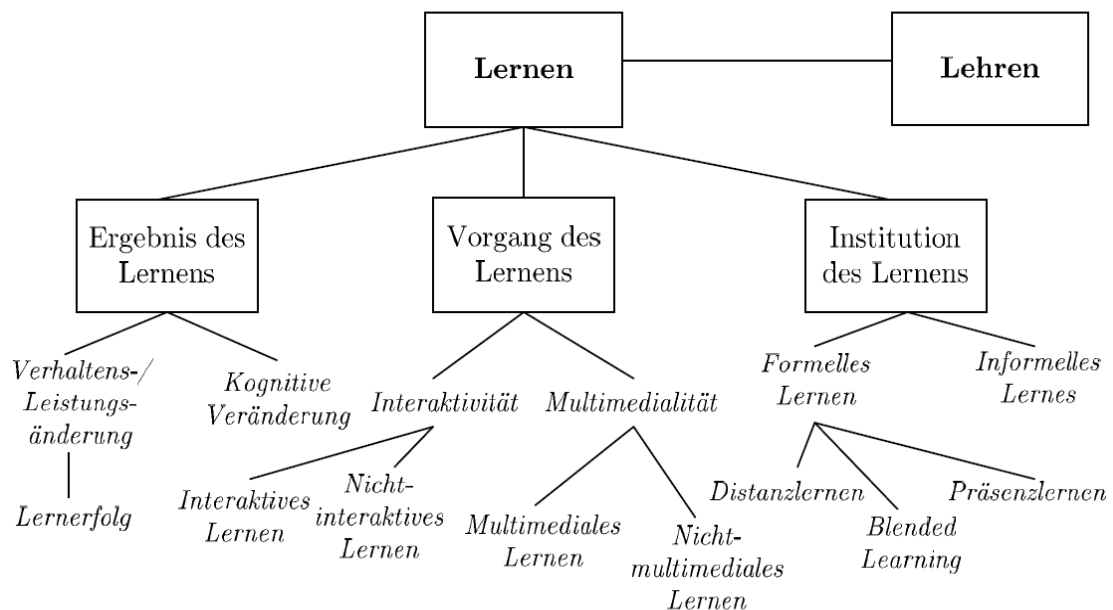


Abbildung 21: Relevante Dimensionen des Lernbegriffs [MASKE 2012, S. 130]

3.2 Anforderungen an Konzepte

Die Kriterien für die Auswahl und Anwendung eines Lernkonzeptes können unterteilt werden in fachliche, pädagogische sowie methodische.

Fachliche Kriterien sind dabei auf die Lernziele und -inhalte sowie die Bedürfnisse der Lerngruppe ausgerichtet, wobei kaum eine Methode für alle Lerninhalte gleich gut anwendbar ist. Durch reine Vorträge können praktische Anwendungen kaum erlernt werden. Zu beachten ist folgendes:

- Passt die Methode zum Lerninhalt?
- Sind Lerninhalte dem Lernniveau und Lerntempo der Gruppe entsprechend?

- Umfang des Lernstoffes, der in einer Veranstaltung vermittelt werden kann?

Pädagogische Kriterien sind Methoden die beim Lernen helfen, wobei z. Bsp. auf folgendes geachtet werden muss:

- Sind die Inhalte und Methoden an Vorwissen, Einstellungen und Verhaltenserwartungen der Teilnehmer geknüpft?
- Ist es durch spezielle Methoden möglich auf die spezifischen Bedürfnisse sowie die Gruppenzusammensetzung einzugehen?
- Wird die Lernbereitschaft und die Motivation des Teilnehmer im Einzelnen gefördert?
- Wird die Bereitschaft für neue Lerninhalte und eigenständiges Lernen gefördert?
- Werden die unterschiedlichen Lernkanäle sowie Lerntempi der einzelnen Studenten berücksichtigt?
- Werden Spaß sowie Erfolgserlebnisse beim Lernen ermöglicht?

Methodische Kriterien

Der Lerninhalt wird mit Hilfe von Methoden auf eine bestimmte Art und Weise dargestellt, wodurch diverse Assoziations- und Verknüpfungsmöglichkeiten entstehen. Durch Kombination unterschiedlicher Sichtweisen (Methoden) erhöht sich die Lernquote bzw. der Lernerfolg.

Methodische Sichtweisen sind:

- Komplexitätsminimierung → Komplexe Zusammenhänge gilt es auf ihre Grundbestandteile zu reduzieren, um Details später mit diesem Fundament verknüpfen zu können
- Markierung → Die Aufmerksamkeit der Teilnehmer auf bestimmte Aspekte durch Hervorheben bzw. Überbetonen richten
- Verfremdungsmöglichkeit → Bekannte oder übliche Perspektiven durch unübliche Betrachtungs- oder Vorgehensweisen überwinden
- Vertrautheitsprinzip → Mittels Visualisierung und Beispielen werden abstrakten Zusammenhängen Inhalte, Sachverhalte und Prozesse entnommen und auf vorhandenen Erfahrungshintergrund, bekannte Geschäftsvorgänge bzw. Perspektiven angewandt
- Selbstständigkeit → Inhalte selbstständig erarbeiten
- Binnendifferenzierung → Gefälle zwischen starkem und schwachem Lernen sowie den verschiedenen Lerntypen kann mit bestimmten Methoden nivelliert werden [GERLACH, SQUARR 2015, S. 71 ff.]

Ein Fragenkatalog kann bei der Auswahl des Lehrkonzeptes behilflich sein. Mögliche Fragen für einen solchen Katalog wären folgende:

- Wie groß ist die Gruppe?
- Welche Vorkenntnisse besitzen die Teilnehmer?
- Wieviel Zeit steht zur Verfügung?
- Wie sind die Räumlichkeiten?
- Wie ist die technische Ausstattung?
- Welche Lernziele und Lerninhalte sollen vermittelt werden?
- Was wird durch das angewendete Lehrkonzept besonders geschult?
- Soll das Konzept motivierend sein oder den Lernstoff wiederholen, auflockern oder vertiefen?
- Soll das selbstständige Lernen und Lösen von Problemen gefördert werden?
[GERLACH, SQUARR 2015, S. 73 ff.]

3.3 E-Learning

Die weit verbreiteten netzbasierten Fernstudiengänge, die ihren Ursprung an den US-amerikanischen Universitäten und Colleges haben, sind der Vorläufer des heutigen E-Learning. [RIPPIEN 2012, S. 55]

Der Begriff des E-Learning ist kein wissenschaftlicher. E-Learning beinhaltet jedoch alle Lernformen durch Unterstützung elektronischer Medien, sowohl on- als auch offline. Computer und Internet als neue Informations- und Kommunikationsmedien sind in neue Lernangebote einbezogen, als Unterstützung im Lernprozess oder als exklusive Form der Wissensvermittlung. Da der Lernvorgang an sich kein „elektronischer“ ist, sondern nur die Technologie, die das Lehr-/Lernmaterial bereitstellt bzw. „überbringt“, ist der Begriff widersprüchlich. Aus diesem Grund wäre der Begriff des E-Teaching dem des E-Learning zu bevorzugen. Die Begriffe Computer Aided Training, Computer Aided Instruction und Computer Aided Learning bzw. Computerunterstütztes Lernen werden in der aktuellen Literatur hierfür meistens verwendet. [EHLERS 2011, S. 34]

Vor- und Nachteile des E-Learnings fasst Tabelle 2 zusammen, die Abbildung 22 zeigt mögliche Lernszenarien im Rahmen des E-Learning gestützten Selbststudiums.

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
Nicht orts- bzw. zeitgebunden	Autonomer Lerner erfordert
Geringere Kosten (keine bzw. geringere Reisekosten, Arbeitskosten, Lehrpersonalkosten usw.)	Durch Modularisierung (kleinstmögliche Lerninhalte) geht der Gesamtzusammenhang unter
Inhalte beliebig oft reproduzierbar	Hohe Kosten bei sinnvollen Programmen
Lerntempo variierbar	Keine Ansprechpartner bzw. Hilfestellung → Motivationsverlust und Leistungsverweigerung möglich
Anwender kann sich Wissen bei Bedarf aneignen → „Just in time“	Möglicher „Schmetterlingseffekt“ → Lernende gehen über zur nächsten Aufgabe ohne vorherige vollständig gelöst zu bzw. verstanden zu haben
Unterschiedliche Methoden und verschiedene Lernstile ansprechbar	Technische Ausrüstung wird benötigt
	Herausforderung Schulungen interessant und effektiv zu gestalten
	Zeitlich verzögerte Kontaktaufnahme zum E-Tutor bzw. Kursleiter

Tabelle 2: Vor- und Nachteile des E-Learning [GERLACH, SQUARR 2015, S. 100]


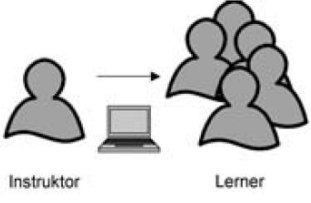
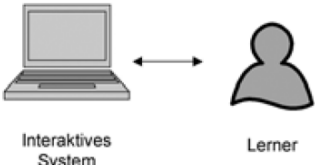

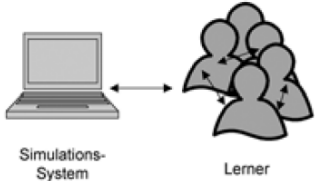
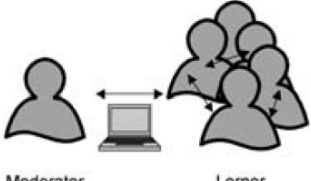
<i>Lernziele</i>	<i>Methodische Kernidee/ Sozialformen</i>	<i>Unterstützung des Lernens mit „eMedien“</i>	<i>Unterstützung des Lernens mit „eCommunication“</i>
Erarbeitung von Wissen	Wissenserarbeitung durch Informationen, (multimedial) aufbereitete Lerninhalte Lernen im Plenum, Einzellernen zur Erarbeitung von Wissen	<i>Informations-, Trainings-systeme:</i> z. B. Guided Tours, Glossare/Lexika, (gering interaktive) CBTs/WBTs bzw. Hypertext-/media-systeme 	<i>eInstruction, „Lecturing“-Systeme:</i> z. B. (synchrone) Vorlesung, Übertragung von Vorlesungen an mehreren Standorten (Teleteaching, Videoconferencing) 
Anwendung von Wissen und Können	Wissensanwendung durch Feedback (durch das Lernsystem und/oder durch eTutoren) Einzel-, Gruppenlernen.	<i>Interaktive Systeme:</i> z. B. Übungs- und Testsysteme (Feedback durch das System), interaktive Assignments, z. B. WebQuests, multimediale Fallstudie (Feedback durch (e)Tutor). 	<i>eTutoring, Feedback-systeme:</i> Kommunikation des Tutors mit den Lernenden zur Unterstützung der Lernprozesse, z.B. Online Feedback, prozessbezogene Lernhilfen. 
Austausch und (kritische) Reflexion von Wissen, Lösung komplexer Probleme	Austausch und (kritische) Reflexion von Wissen durch multiple Perspektiven, authentische, komplexe Situationen, experimentelles Lernen, Einzel-, Gruppenlernen.	<i>„Offene“ Lernsysteme, Simulationssysteme:</i> z. B. Virtuelle Labore, computerunterstützte Planspiele, Micro Worlds 	<i>eModeration, eCoaching, Kollaborationssysteme:</i> z.B. diskursive Online Seminare, Rollenspiele, teambasierte Projektarbeiten 

Abbildung 22: Lernszenarien im Rahmen des E-Learning-gestützten Selbststudiums [Seufert 2008, S. 225]

Die meisten E-Learning-Programme stellen an Ihre Benutzer hohe Anforderungen und setzen unabhängige sowie selbstständige Lerner voraus. Fragen bei auftretenden Problemen sind im Gegensatz zu Präsenzveranstaltungen nicht oder nur mit (größeren) Zeitverzögerungen möglich. [GERLACH, SQUARR 2015, S. 101]

Lernangebote mit herausfordernden Aufgaben und Übungen über die gesamte Lerndauer werden als Voraussetzung erachtet, um den Lerner aktiv zu fordern. E-Learning umfasst eine Fülle konzeptioneller Bestandteile des Lernens mit dem Ziel, selbstorganisiertes Lernen oder organisierte Lernformen zu fördern. [ERPENBECK et al. 2015, S. 1 ff.]

Die Begrifflichkeiten Onlinelernen, Fernlernen, (Open) Distance Learning, Teleteaching, Telelearning und virtuelles Klassenzimmer (Virtual Classroom / Virtual Campus) sind eine Form des vernetzten E-Learning. Beim Telegen, zusammengesetzt aus den Worten „tele“ (griechisch = fern) und „lernen“, sowie den anderen genannten Formen, erfolgt eine räumliche und/oder zeitliche Trennung von Lehrer und Lerner. [EHLERS 2011, S. 34 ff.]

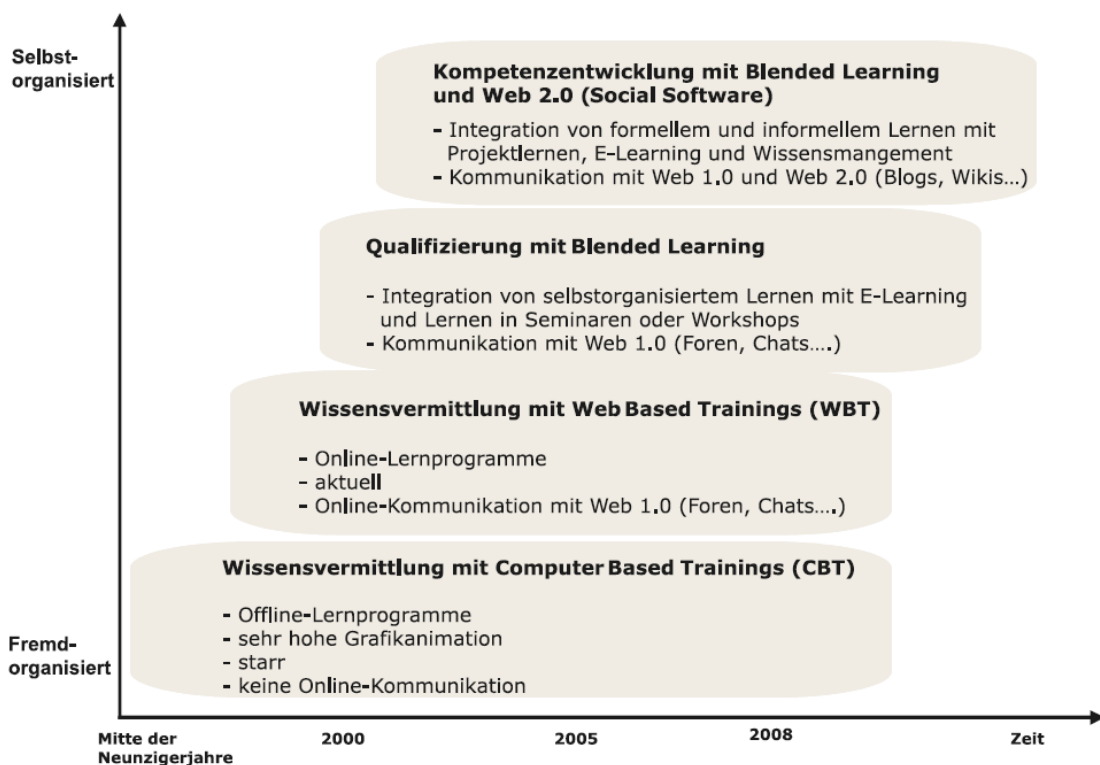


Abbildung 23: Die vier Wellen des E-Learning [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 15]

Abhängig von Lerninhalt und Zielgruppe kann das Konzept bzw. die Form des Programms unterschiedlich ausfallen. Mögliche Formen wären:

1. Der Lerninhalt wird ausschließlich durch eine E-Learning-Programm vermittelt, was sich jedoch nur für einfache Inhalte eignet → eines E-Learning
2. Ein E-Tutor gibt Hilfestellung bzw. beantwortet Fragen synchron z. Bsp. in einem virtuellen Klassenzimmer oder asynchron per E-Mail oder Chat → E-Learning + E-Tutor
3. Ein E-Learning-Programm samt Präsenzveranstaltung, wobei das E-Learning zur Vor- und Nachbereitung sowie Vertiefung des Präsenzinhaltes genutzt wird → Blended Learning (vgl. auch Abbildung 23)

4. Für die Vermittlung von komplexen und schwierigen Lerninhalten → E-Learning + E-Tutor + Präsenzveranstaltungen [GERLACH, SQUARR 2015, S. 102]

3.4 Blended Learning

„Man kann Managementkonzepte im Klassenzimmer lernen, aber man wird dort nicht zu einer Führungspersönlichkeit. Führung erlernt man bei der Gestaltung schwieriger Veränderungsprozesse. Man muss eine Krise erlebt haben, um darin Führungsmann oder Führungsfrau zu werden.“ Thomas Sattelberger (deutscher Manager) [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 123]

Kompetenzlernen erfolgt durch das Zusammenwirken von Theorie und Praxis, Lernen und Arbeiten (anwenden). Deutlich unterschiedlich vom üblichen „schulischen“ Lernen auf den Ebenen der Wissensvermittlung und Qualifikation lernen die Lerner notwendige Herausforderungen in realen Entscheidungssituationen bei der Problemlösung in der Praxis zu meistern. Lerner sind in Kompetenzentwicklungsprozessen sowohl mit anderen Lernpartnern als auch mit dem Lehrpersonal gleichberechtigt. Mehr Selbstorganisation fordern Lerner in ihren Lernprozessen, die im Rahmen von Zielvereinbarungen selbstständig Lösungen entwickeln und Entscheidungen treffen. Folgende Merkmale prägen Blended-Learning-Konzepte mit dem Ziel der Kompetenzentwicklung:

- Vorangegangene Kompetenzerfassung gibt die Möglichkeiten und Ziele der Kompetenzentwicklung vor
- Kompetenz ist die Fähigkeit, in offenen und überschaubaren, komplexen und dynamischen Situationen kreativ und eigenorganisiert zu handeln
- Optimierung der Kompetenzentwicklungsmöglichkeiten durch die Entwicklungskonzeption
- Eigenverantwortung bei der Kompetenzentwicklung mittels aktiver Nutzung der Lerntools und des Lernnetzwerks bestehend aus Lernpartnern und Lehrpersonal
- Web-Based Trainings nicht nur zur Wissensvermittlung und -verarbeitung, sondern auch zur Förderung der Kompetenzentwicklung über offene, problemorientierte Aufgaben nutzen
- Kern des Entwicklungsprozesses ist der Erfahrungsaustausch und die Problemlösung in Netzwerken
- Wikis, Weblogs und weitere Tools des Web 2.0 zur systematischen Kompetenzentwicklung nutzen
- Blended Learning dient als Bindeglied zwischen den innovativen Bereichen der Kompetenzentwicklung und Social Software [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 123 ff.]

Lernumgebungen mit der Möglichkeit zur individuellen Kompetenzerweiterung im Rahmen des persönlichen Netzwerkes sind Bedingungen für die Kompetenzentwicklung mit Blended Learning. [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 124]

Die heute verfügbaren Möglichkeiten der Konnektivität über Inter- und Intranet in Kombination mit „traditionellen“ Lernmethoden laufen in einem integrierten Lernsystem zusammen, dem sog. Blended Learning. Der Ursprung des Begriffs liegt im englischen Wort für Mixer („Blender“). Präsenzphasen werden hier mit selbstgesteuertem Lernen auf Basis von Web-Based Trainings und der Kommunikation via Learning-Management-System bedarfsgerecht miteinander „gemixt“ bzw. verbunden. Um der Vermittlung von „trägem Wissen“ in der Phase des Wissensaufbaus (Präsenzphase) zuvorzukommen, ist es wichtig (nach Bedarf) Phasen der eigenständigen Wissensaneignung zu integrieren, die erst miteinander kombiniert sowie mit direkten Rückmeldungen zu echten Lerneinheiten werden. [ERPENBECK ET AL. 2015, S. 29]

Die Selbstorganisation der Lerner ist das Fundament zukünftiger Lernsysteme, weshalb es sich anbietet, die Wissensaneignung in die Eigenverantwortlichkeit der Lerner zu transferieren, um die benötigte Veränderung der Lehr-/Lernkultur einzuleiten. [ERPENBECK ET AL. 2015, S. 33]

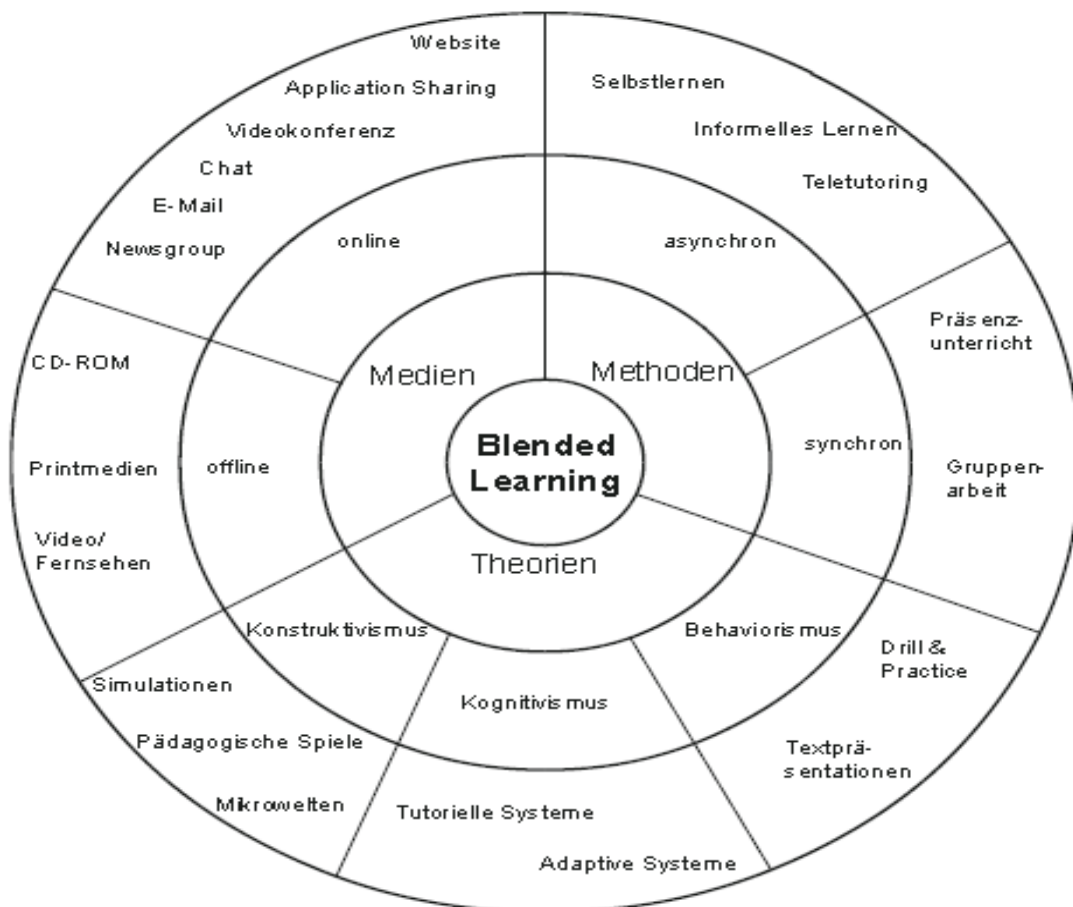


Abbildung 24: Methoden-, Medien- und Theoriemix des Blended Learning [WIEPCKE 2006, S. 69]

Die Entwicklung im zeitlichen Verlauf vom Computer Based Training hin zum Blended Learning wird im Punkt E-Learning in der Abbildung 23 veranschaulicht.

Folgende Elemente sind kennzeichnend für effektive Blended-Learning-Systeme (vgl. Abbildung 24):

- *Individuelles, selbstgesteuertes Lernen* → Lernprozesse innerhalb vereinbarter Ziele eigenverantwortlich steuern
- *Organisation und Unterstützung durch Lehrpersonal* → Lernern wird in ihrem informellen Lernprozess durch Planung und Steuerung der formellen Lernprozesse seitens des Lehrpersonals geholfen
- *Problemlösungskompetenz* → Integration von Transferaufgaben und realer Problemstellungen in den Lernprozess
- *Strukturierungshilfen* → verbindliche Vereinbarungen bei der Gestaltung der Selbstlernphase
- *Feedback* → Laufende Rückmeldungen fördern den effizienten Lernprozess der Lerner; möglich über:
 - 1. *Standardisierte Aufgaben*, wie z. Bsp. Rechenaufgaben, Multiple Choice usw., automatisiert über das Lernprogramm
 - 2. *Offene Aufgaben*, wie z. Bsp. Fallstudien und Transferaufgaben, die keine automatische Bewertung der Ergebnisse zulassen → Kommunikationsmöglichkeit in einer Lerngemeinschaft, auch wenn Lerner nicht am gleichen Ort sind
- *Benchmarking* → Online-Zugriff auf Arbeitsergebnisse anderer Lerner um sich selbst besser einschätzen zu können
- *Lerngruppen/-hilfen* → Gegenseitige Unterstützung in Zweier- oder größeren Gruppen um Lernerfolg zu sichern [ERPENBECK ET AL. 2015, S. 33]

3.5 Peer Instruction & Clicker

Peer Instruction ist eine kooperative Lehr-Lern-Methode die sich hervorragend für die Einbeziehung von Studenten auch in größeren Vorlesungsräumen bzw. Vorlesungsgruppen eignet. Der Erfinder des „Peer Instruction-Konzeptes“ ist der Harvard Physiker Eric Mazur, der die Methode seit über 20 Jahren, insbesondere bei größeren wissenschaftlichen Einführungsveranstaltungen, einsetzt. Studenten werden durch dieses kooperative Lehr-Lern-Konzept in die Lage versetzt, neue Lerninhalte besser zu reflektieren, zu interpretieren und mit vorhandenem Wissen zu verknüpfen. Indem die Studenten sich auf die nächste Veranstaltung/Vorlesung vorbereiten müssen, geht es vorrangig um die Beseitigung von Unklarheiten, die Beantwortung von Fragen, die Diskussion über komplexere Konzepte und die Verknüpfung mit Vorwissen, was schließlich die Problemlösungskompetenz fördert. Auf eine kurze Einführung folgt typischerweise eine Multiple-

Choice-Frage. Abhängig von der Antwortverteilung wird entweder der Vortrag intensiv wiederholt oder eine „Peer Diskussion“ mit dem Sitznachbarn geführt. Eine erneute Abstimmung über die gleiche Frage folgt. Falls eine hohe Anzahl richtiger Antworten vorliegt, werden die verbleibenden Unklarheiten in einer Plenardiskussion erläutert und anschließend mit einer Diskussion zu einem neuen Thema begonnen. Seit Mitte der 1990er wird die Umsetzung des Peer Instruction Konzeptes durch passende Informationstechnologianwendungen unterstützt. Multiple-Choice-Fragen werden mittels eines Projektors dargestellt, die Beantwortung durch die Studenten erfolgt mittels „Clickern“. Die Studenten werden in die Vorlesung durch sog. „Clicker“ involviert, die zu einem wesentlich verbesserten Lernerfolg beitragen. [RAVENS-CROFT ET AL. 2012, S. 507 ff.]

Dabei handelt es sich um personalisierbare Antwortsysteme in Form handlicher Geräte, die einer Fernbedienung ähneln und mehrere mit Buchstaben sowie Ziffern beschriftete Tasten besitzen. Über einen speziellen Empfänger werden die Signale der Clicker z. Bsp. an den Computer des Lehrenden übertragen. Während laufender Veranstaltungen wird dadurch dem Lehrenden die Möglichkeit gegeben, Fragen mit mehreren Antwortmöglichkeiten an die Teilnehmer zu stellen. Die von den Teilnehmern „gedrückten“ bzw. ausgewählten Antworten werden an den Lehrenden bzw. seinen Computer gesendet. Eine Umwandlung der einzelnen Antworten in ein Histogramm erfolgt unmittelbar und lässt sich auch, falls gewünscht, für alle sichtbar darstellen. Beispielsweise kann das Verständnis des Unterrichtsstoffes über eine (Multiple-Choice-) Frage abgefragt bzw. die Meinung der Teilnehmer zu einem Thema zwecks Evaluation eingeholt werden. Um die Studenten zur Teilnahme zu bewegen, kann die Abgabe sowie die richtige Beantwortung mit Punkten belohnt werden, die dann in die Gesamtbewertung des Studenten mit einfließt. [BRAUER 2014, S. 146 ff.]

Am Lehrstuhl für IT in Produktion und Logistik der TU Dortmund wird bereits mit „Edu-vote“ ein ähnliches System eingesetzt.

Das Interesse der Studierenden für das Erlernen neuer Inhalte lässt sich mit „Clickern“ als Medium für aktives Lernen hervorragend wecken, wobei die Veranstaltungen interaktiver gestaltet werden können. Die Angst vor Falschantwort wird durch die gegebene Anonymität des Systems genommen und wird durch die Feststellung, dass weitere Studenten im Irrtum lagen, weiter reduziert. Diejenigen, die den Stoff noch nicht verstanden haben, werden somit ermutigt Fragen zu stellen und Wissenslücken zu schließen. Falls noch nicht geschehen, ist davon auszugehen, dass die Einführung von „Clicker“- und ähnlichen Systemen sicherlich in den nächsten Jahren Einzug in den Hochschulen halten wird. [BRAUER 2014, S. 147]

Trotz unbestreitbarer Lernerfolge bei den Studenten, gibt es verschiedene Gründe, die einen weitverbreiteten Einsatz dieser Methode verhindern:

- Eine bestehende Veranstaltung muss an Peer Instruction angepasst werden

- Kaum verfügbare (freie oder entgeltliche) Fragenkataloge, die sich für den Einsatz für Peer Instruction eignen
- Verteilung und Rücknahme der „Clicker“ bei größeren Veranstaltungen extrem aufwendig bis unmöglich sowie steigendes Risiko eines Verlustes oder Diebstahls abhängig von der Gruppengröße
- Hohe Kosten in der Anschaffung der „Clicker“, insbesondere der Empfangsstation
- Umfangreiche Softwareinstallation erforderlich; nicht für alle Betriebssysteme geeignet; Integration in MS-Powerpoint nicht bei allen MS-Office-Versionen möglich
- Detaillierte Konfigurierbarkeit der Software verursacht hohe Vorbereitungskosten beim Vortragenden, dynamische Adaption der Software während einer Vorlesung nicht möglich
- Wird das System für eine Veranstaltung genutzt, steht es einer anderen nicht zur Verfügung

Technische, organisatorische sowie finanzielle Hürden sind die Haupthinderungsgründe für einen flächendeckenden Einsatz von Peer Instruction. Ein skalierbares System bietet sowohl Vortragenden als auch Studenten ein Web-Interface. Dieser Ansatz setzt voraus, dass die meisten Studenten während der Vorlesung einen Internetzugang über ihre Netbooks, Laptops oder Smartphones haben. Dies kann die Verbreitungsbarrieren durchbrechen und zu einem Erfolg des Peer Instruction & Clicker beitragen. [RAVENS-CROFT ET AL. 2012, S. 509]

3.6 Webinare

Der Begriff des Webinar wird widersprüchlich und in unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet. Eine klare Begriffsbestimmung ist jedoch noch nicht erfolgt. Am besten wird der Begriff durch das „One-to-many-Prinzip“, nämlich *ein* Vortragender und *mehrere* Zuhörer, beschrieben. Vor seinem Bildschirm sitzend, teilt der Vortragende den Vortragsinhalt per Software mit den Teilnehmern des Webinars. Diese verfolgen per Telefon oder Internettelefonie die Präsentation des Vortragenden auf ihren Bildschirmen und können über bestimmte Werkzeuge (Tools), wie z. Bsp. Chat, Handheben, Applaus, Webcam, Umfragen usw., interagieren sowie mit dem Vortragenden kommunizieren. Dabei wird die Präsentation nicht spontan abgehalten, sondern präzise vorbereitet und gesteuert. Die Many-to-many-Kommunikation ermöglicht es, im Gegensatz zur One-to-many-Kommunikation, allen Teilnehmern den Austausch untereinander in einem z. Bsp. spontan abgehaltenem virtuellen Meeting. Beide Kommunikationsformen laufen unter dem Oberbegriff „Collaboration“ (siehe Abbildung 25) zusammen und greifen auf dieselbe Software zurück, die jede Form virtueller Zusammenarbeit abdeckt. [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 7 ff.]

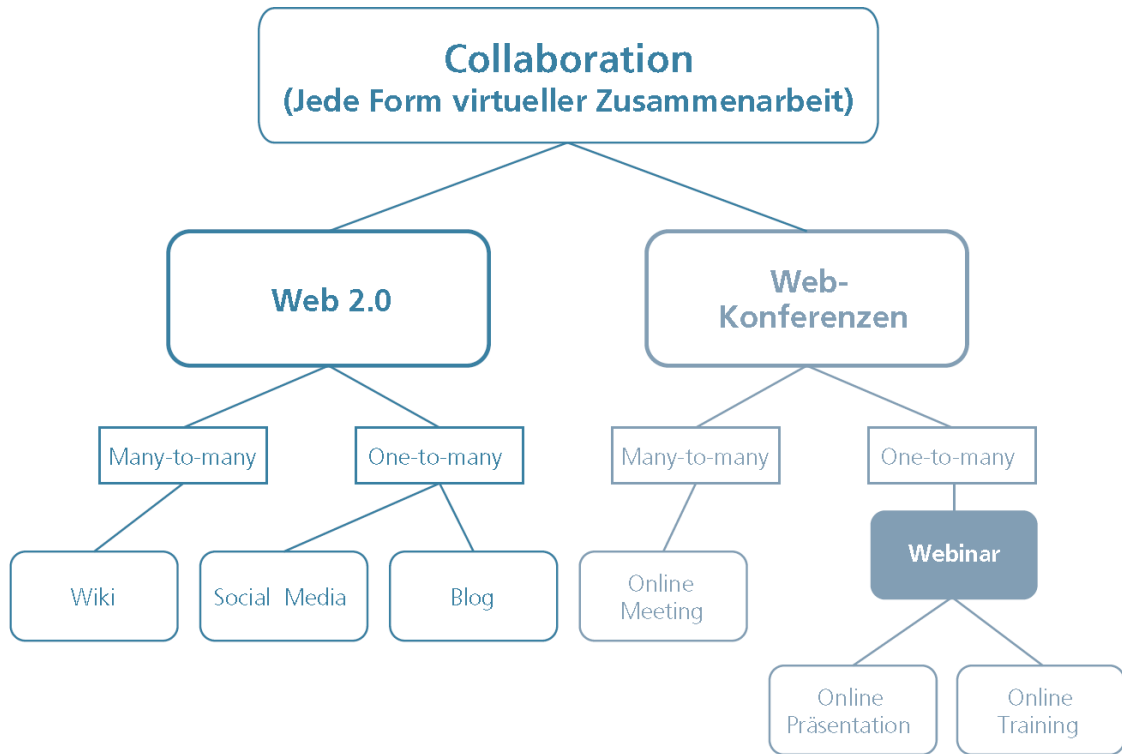


Abbildung 25: Collaboration - jede Form virtueller Zusammenarbeit [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 8]

Obwohl sich hinter dem Begriff des Webinar, zusammengesetzt aus Web und Seminar, ein Online-Training vermuten lässt, wird heutzutage der Begriff Webinar sowohl für Online-Training als auch für Online-Präsentationen verwendet. Die Unterscheidung zwischen den Begriffen erfolgt gemäß Tabelle 3:

<u>Online-Training</u>	<u>Online-Präsentation</u>
erfordert qualifizierte Referenten	jeder kann präsentieren
dient der Erlangung von Wissen, Fähigkeiten, Können etc. →Lernen	dient der Bekanntmachung bzw. zum Kennenlernen von etwas, zum Verkauf etc. →Informieren
beschränkte Teilnehmerzahl	massentauglich
interaktiv	frontal präsentiert
synchron	synchron bzw. asynchron
Identität bekannt	anonym

Tabelle 3: Unterscheidung zwischen Online-Training und -Präsentation, angelehnt an [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 9 ff.]

Als virtuelles Gegenstück zur klassischen Vorlesung oder zu einem Referat an der Universität (One-to-many) können Webinare als Teil eines E-Learning-Konzeptes eingebunden werden. [HERRMANN-RUESS, OTT 2014, S. 10]

3.7 Mobile Learning

Das Lernen wird im wahrsten Sinn des Wortes zunehmend grenzenloser. Mobile Learning erlaubt es dem Lerner überall und zu jeder Zeit auf Bildungsmöglichkeiten und die Kommunikation mit anderen Menschen zurückzugreifen. Die Nutzer bzw. die „Mobile Learner“ spiegeln die Flexibilität, die Erreichbarkeit bzw. die Zugänglichkeit sowie die Interaktivität des Mobile Learning wider. Unter Mobile Learning ist also das Lernen zu jeder Zeit und an jedem Ort durch mobile Technologien, wie z. Bsp. Netbooks, Smartphones, Personal Digital Assistants (PDAs) usw., zu verstehen. Eine Unterteilung des Mobile Learning ist dabei in folgende sechs charakteristische Kategorien möglich:

1. Technologiegetriebenes Mobile Learning: Demonstration technischer Machbarkeit und pädagogischer Möglichkeiten von technologischer Innovationen in einem akademischen Rahmen, mittels Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien
2. Miniatur- aber tragbares E-Learning: Wiederverwendung von Lösungen und Herangehensweisen, die bereits im üblichen E-Learning eingesetzt werden, mittels Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien
3. Vernetztes Klassenzimmer Lernen: Unterstützung des kollaborativen Lernens, mittels Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien
4. Informelles, personalisiertes Lernen: Möglichkeit von Bildungserlebnissen die sonst schwer oder unmöglich zu realisieren wären, mittels Erweiterung der Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien um weitere Funktionen
5. Mobiles Training / Leistungsunterstützung: Steigerung der Produktivität und Effizienz durch Lieferung von just-in-time Informationen, mittels Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien
6. Entferntes- / Ländliches- / Entwicklungs-Mobile Learning: Lernangebot und Bildungsunterstützung in Gebieten in denen konventionelle E-Learning-Technologien versagen würden, mittels Mobil-, Drahtlos- und Handheldtechnologien (siehe Abbildung 26)

[DABBAGH ET AL. 2016, S. 15 ff.]

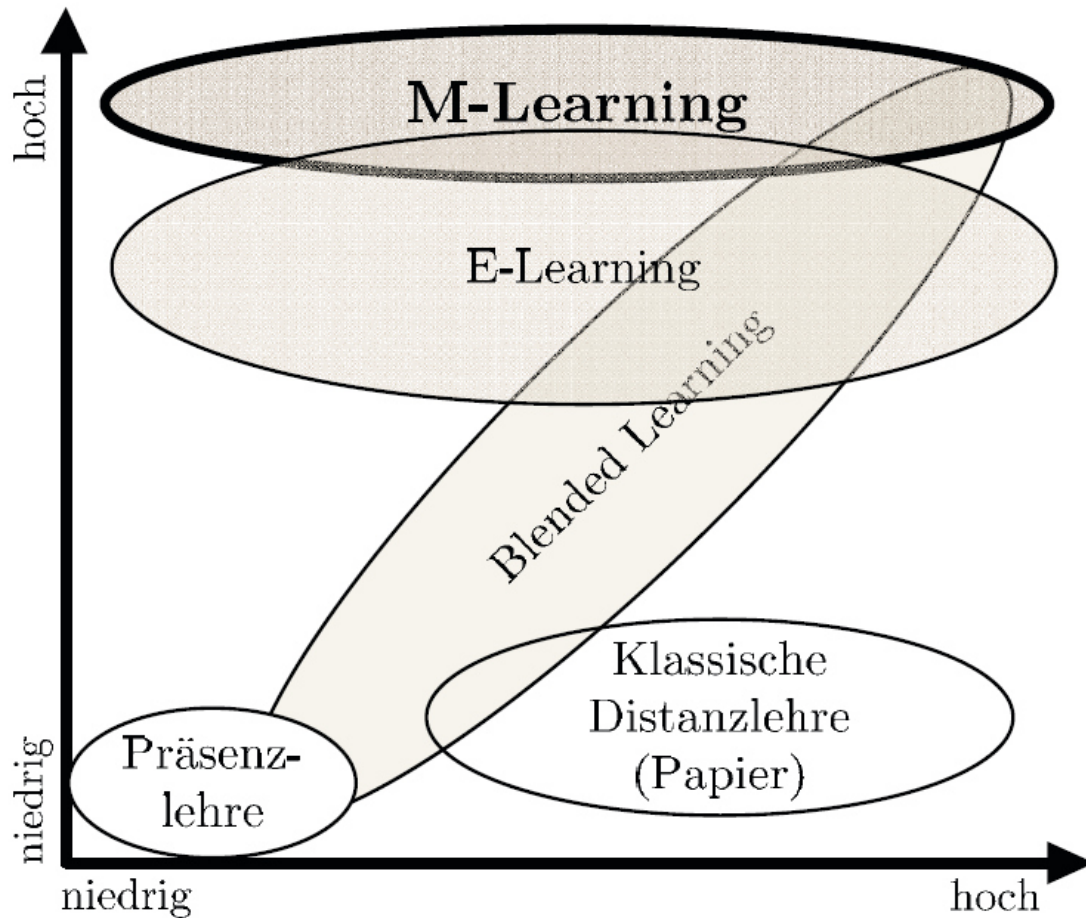


Abbildung 26: Bewertung verschiedener Lernszenarien anhand der Dimensionen Technologienutzung und Ortsunabhängigkeit [MASKE 2012, S. 132]

3.8 Inverted Classroom

Die aktive Einbindung der Lernenden, die Integration der Interaktion sowie die Vermittlung der Lerninhalte über alle Lernzielebenen hinweg, u. a. auch in Massenveranstaltungen, lässt sich mit einem innovativen Konzept, dem (IT-gestützten-) Inverted Classroom erreichen. Synonym dafür werden auch die Begriffe Flipped Classroom oder umgedrehter Unterricht verwendet. Bei dem Konzept des Inverted Classroom eignen sich die Lernenden, z. Bsp. zu Hause, die Lerninhalte im Selbststudium an. Bereits mit dem Grundlagenwissen ausgestattet, erscheinen die Lernenden in der Präsenzveranstaltung, wodurch kostbare Zeit für Diskussionen, Fragen sowie die Anwendung des angeeigneten Wissens zur Verfügung steht. Die selbstständige Aneignung von Wissen lässt sich gut z. Bsp. mit Lehrvideos und Skripten und weiteren online verfügbaren Lernmaterialien umsetzen sowie durch Leistungskontrollen in Form automatisch auswertbarer Prüfungen selbstgesteuert evaluieren. Die Integration komplexerer Übungsaufgaben sowie die Anwendung, Analyse und Diskussion der Lerninhalte lässt sich somit verstärkt in den Mittelpunkt rücken. Diskussionen, Einzel- und Gruppenaktivitäten sowie weitere lernorientierte Akti-

vitäten können die Präsenzveranstaltung bereichern. Wichtige Verständnis- und Vertiefungsfragen dienen der Festigung der Lerninhalte und schulen zugleich kritisches Denken, Reflexions- und Kommunikationskompetenzen. Bessere Leistungen sowie die Förderung der Interaktion und Lernmotivation während des Lernprozesses sind das Ergebnis eines guten Inverted Classroom-Konzeptes. [LEHMANN ET AL. 2014, S. 82 ff.]

Für die Umsetzung des Inverted Classroom-Konzeptes lassen sich folgende Unterrichtsstrategien (Tabelle 4) anwenden:

Strategie	Umsetzung
Akademische Diskussionen	Unterhaltungstechniken, um Studenten in erweiterten Diskussionen über verschiedene Textarten zu ermutigen und zu schulen
Diskussionsnetz	Studenten ermutigen nach dem Lesen eines zugewiesenen Textes einen größeren Anteil an Diskussionen zu übernehmen
Antizipationsleitfaden	Konzentration auf die Leseaufgabe und Einbindung weniger involvierte Studenten, indem es das Interesse an dem Thema gefördert wird
Kapitel-Diskussions-Protokoll	Förderung der Diskussionskompetenzen hilft bei der Bestimmung was für den Leser selbst, die kleine sowie die große Diskussionsgruppe wichtig ist
Konzeptdefinitionskarte	Markante Materialien und Konzepte in einer gegebenen Lesung durch den Einsatz von Grafiken und strategischen Fragen hervorheben
Vergleichsmatrix	Fördert einen vergleichenden Ansatz der Textanalyse, Hervorhebungskonzepte und Eigenschaften
Endwort-Protokoll	Verwendung von Runden als zentrale Eigenschaft ermöglicht allen Teilnehmern das Sprechen, Zuhören und Antworten in einer kleinen Gruppendiskussion
Problematische Situationen	Motivation der Teilnehmer, mehr lesen zu wollen, indem dem Leser geholfen wird → durch Markierung der Problemsituation wird der Fokus auf die Hauptideen in einem Text gelenkt

Frage-Antwort-Beziehung	Aufstellen verschiedener Arten von Fragen, die zu einem tieferen Verständnis und Wissen über den Rechercheprozess führen
Laut denken & Textkodierung	Modellierung wichtiger Lese-Verständnis-Strategien; lautes aus- bzw. vorsprechen eines Denkprozesses durch einen guten (Vor-) Leser; in Kombination mit Textkodierung unterstützt es außerdem aktives Lesen

Tabelle 4: Strategien zur Unterstützung des Inverted Classroom, angelehnt an [GREEN 2017, S. 225 ff.]

3.9 Just in Time Teaching (JiTT)

Just in Time Teaching, bedeutet sinngemäß so viel wie Lehren zur rechten Zeit und ist ein pädagogisches Konzept, welches aktives Lernen mit webbasierten Lehrmethoden vereint. Die Teilnehmer bzw. Studenten werden „verpflichtet“ sich mit den Lerninhalten außerhalb des „Klassenzimmers“ auseinander zu setzen, indem von ihnen die web-basierte Bearbeitung einer Aufgabe bzw. die Beantwortung von Fragen gefordert wird. Die Aufgabe wird terminiert und muss bis zu einer festgelegten Frist vor der nächsten Veranstaltung eingereicht werden. Somit wird dem Lehrpersonal Zeit gegeben, die eingereichten Arbeiten zu sichten, Übungsmaterial vorzubereiten und Missverständnisse auszuräumen. Die zusammengefassten Antworten werden bei der nächsten Veranstaltung den Teilnehmern/Studenten vorgestellt, gefolgt von aktiven Diskussionen und Lernübungen. Um die Teilnahme hoch zu halten sowie effektiv zu gestalten, ist es sinnvoll die Bearbeitung der „Hausaufgaben“ in die Benotung mit einfließen zu lassen. Ziel des JiTT-Konzeptes, wie auch anderer effektiver Lernkonzepte ist es, das aktive Lernen zu fördern und vom passiven Lernen abzurücken. Durch die Aufgabe von Online-Hausaufgaben zur Vorbereitung der nächsten Veranstaltung ist es jedem Studenten möglich, seinen Bedürfnissen und Vorlieben entsprechend, zu lernen und so viel Zeit für die Bearbeitung zu investieren, wie es ihm lieb bzw. erforderlich ist. Außerdem wird das Lerntempo von jedem Studenten selbst bestimmt, was zu einer besseren Lerneinstellung, größeren Teilnahme und mehr Lernerfolg bei angenehmerer Lernatmosphäre beitragen soll. Studenten sollen durch Informationstechnologien eher angesprochen und somit stärker motiviert werden. Die traditionellen Veranstaltungen werden selbst gestärkt, indem Möglichkeiten für die Interaktion zwischen Lehrpersonal und Teilnehmern geschaffen werden. Das JiTT kann als effektives pädagogisches Werkzeug einen Beitrag für einen aktiven Lernprozess der Studenten leisten [GUERTIN ET AL. 2007, S. 507 ff.]

3.10 Interaktives Lernen und interaktive Medien (Game-based-Learning)

Aktives Lernen erfährt heutzutage durch interaktive Kurswebseiten und Lernplattformen völlig neue Möglichkeiten. Diese Plattformen können genutzt werden um dort

- Online-Tests vorzunehmen
- Weblinks mit interessanten Inhalten freizugeben
- Filme zu zeigen
- Dateien zum Download bereitzustellen
- Arbeitsgruppen zu erstellen
- Diskussionsforen zu eröffnen
- Plattformen zum Teilen von Inhalten einzurichten. [BRAUER 2014, S. 147]

Zu einem integralen Bestandteil der heutigen Gesellschaft sind digitale Spiele geworden, mit deren weltweiter Verbreitung das Interesse zu Bildungszwecken im Gleichschritt gestiegen ist. Ungefähr 60% der amerikanischen Haushalte nennen eine Spielkonsole ihr Eigen und haben in 2016 über 23,5 Milliarden \$ für digitale Spiele, Hardware und Zubehör ausgegeben [Entertainment Software Association 2016: <http://www.theesa.com/article/2016-essential-facts-more-than-half-of-american-households-play-video-games-regularly-2/>]. Beim Game-Based-Learning, kurz GBL, werden Spiele zu Bildungszwecken und nicht zur Unterhaltung genutzt. Diejenigen, die sich mit GBL befassen, richten ihr Augenmerk auf die Identifizierung der Zusammenhänge und Bedingungen, die die Einbindung von digitalen Spielen innerhalb formaler bzw. nicht formaler Lernumgebungen unterstützen. Verschiedene Eigenschaften von digitalen Spielen ermöglichen es, diese zu Lernzwecken und als Lernwerkzeuge einzusetzen. Diese sind folgende:

- engagierend
- motivierend
- Erfahrung sammelnd
- Zusammenhänge liefernd
- interaktiv
- Lerner-zentriert
- ermöglichen Just in Time Learning

Neben dem Lernangebot haben digitale Spiele einen positiven Effekt auf:

- das konzeptuelle Verständnis
- auf die Problemlösungsfähigkeit
- das kritische Denken
- das räumliche Vorstellungsvermögen
- die Automatisierung

fördern andere Denkfähigkeiten höherer Ordnung [DABBAGH ET AL. 2016, S. 31 ff.]

	CBT/WBT	Planspiel/ Simulation	CBT/WBT mit Spiel- elementen	Quiz, Memory, Solitaire, etc.	Virtuelle Lernwelt	Abenteuer Lernspiel	sonstige Spiele
Sichtbar- keit von Lernzielen	klar definierte Lernziele; didaktisch orientierter Aufbau	klar definierte Lernziele; didaktisch orientierter Aufbau	klar definierte Lernziele; ansprechende Story & Charaktere	klar definierte Aufgabe	wenig vorstrukturiertes & entdeckendes Lernen	Integration von Spielehandlung und Didaktik	unbemerkt, nicht geplantes Lernen (bzw. „heimlicher Lehrplan“)
Vermittelbare Inhalte/ Kompetenzen	v.a. wissensorientierte Inhalte („know what“)	v.a. Handlungskompetenz & systemische Zusammenhänge („know how“, „know why“)	v.a. wissensorientierte Inhalte („know that“)	Abruf/Überprüfung von Gelerntem („know that“)	Orientierungsverhalten, wissensorientierte Inhalte („know that“), Handlungskompetenz („know how“)	v.a. wissensorientierte Inhalte („know that“), Handlungskompetenz („know how“)	v.a. kognitive & sensorische Fertigkeiten, Medienkompetenz
Motivation vor allem durch	erwarteter Lernerfolg, Zertifikat	erwarteter Lernerfolg, Rollenübernahme & Neugierde, Kontext/Story	erwarteter Lernerfolg, Kontext/Story, Spiel-/Spaßelemente	Unmittelbare Rückmeldung (Erfolg)	Neugierde, Erfolgserlebnisse beim Aufgabenlösen, Kontext & Charaktere	Eigendynamik des Spiels, erwarteter Lernerfolg	Eigendynamik des Spiels, erwartete Spannung
Beispiel	„MySQL für Einsteiger“	„TopSIM Logistics“	„Das Vermächtnis des Amun“	„KnowCar“, „The Challenge“	„Mathica“, „Addy-Serie“	„The Monkey Wrench Conspiracy“	„Tomb Raider“

Abbildung 27: Typen von Lernspielen [JESCHKE et al. 2011, S. 405]

Zurzeit gibt es noch Nachholbedarf bezüglich der adäquaten Integration von GBL in das „traditionelle Klassenzimmer“. Vom Lehrpersonal kann nicht erwartet werden digitale Spiele als Lernwerkzeug willkommen zu heißen, bis diese selbst ein klares Verständnis über deren Potential und Grenzen haben. Sie sollten selber sicher in der Lage sein, digitale Spiele effektiv als Lernerweiterungen einzusetzen. Für den Einsatz von digitalen Spielen in der Hochschulbildung wird nach neuen Ansätzen geforscht. Eine Übersicht über die verschiedenen Typen von Lernspielen gibt Abbildung 27. [DABBAGH ET AL. 2016, S. 32 ff.]

3.11 WebQuests

Eine WebQuest ist ein Lernvorgang basierend auf der Erforschung von Quellen des World Wide Web mit der Haupteigenschaft, den Übergang vom rezeptiven zum selbstständigen Lernen zu erleichtern. [XING 2011, S. 293]

Bernie Dodge von der San Diego State University führte das Konzept der WebQuest im Jahre 1995 ein. Seiner Definition nach ist eine WebQuest eine untersuchungsorientierte Aktivität, in der einige oder alle Informationen mit den Studenten interagieren und das

Internet als Quelle aufweisen. Eine WebQuest beinhaltet eine klare Aufgabe oder Suche für Studenten, oft auch in Gruppenarbeit. Die Entwicklung einer Website mit Lehrer- und Studentenseiten dient der Organisation einer WebQuest, wobei jede Seite bzw. jedes WebQuest-Projekt aus folgenden sechs Komponenten besteht: 1. Einleitung, 2. Aufgabe, 3. Prozess, 4. Informationsquelle, 5. Auswertung und 6. Schlussfolgerung. [WATSON et al. 2002, S. 320]

Die Komponente „(Informations-) Quelle“ beinhaltet eine durch den Lehrer zur Verfügung gestellte (Material-) Liste, welche die Studenten nach geeigneten Informationen zur Aufgabenlösung durchsuchen und abarbeiten. Außerdem können multimediale Inhalte wie Audio- und Videomaterial als Quelle zur Verfügung gestellt werden. Ein eingebautes Bewertungssystem für die zur Verfügung gestellten Materialien bzw. Quellen ermöglicht es dem Lehrpersonal schlechte Inhalte zu erkennen und zu entfernen sowie um nützliche Inhalte zu erweitern. [XING 2011, S. 293]

WebQuests bieten eine außerordentliche Möglichkeit den Lernvorgang zu organisieren. Einige Websites bieten Hilfe bei der Entwicklung eigener WebQuests zu Lernzwecken. Außerdem stellen sie eine Fülle an geprüften, effektiven WebQuest-Aktivitäten bereit, die es den Lehrenden ermöglicht ihre Arbeit und Erfahrung weltweit auszutauschen und zu teilen. [WATSON et al. 2002, S. 320]

Gute WebQuests zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- *Einfachheit* → simpler, machbarer Ansatz, der von den meisten erreicht werden kann
- *Design* → attraktive, aktuelle und leicht zu navigierende Seiten sind wichtig
- *Quellen* → hervorragende, zuverlässige Quellen, die eine hohe Wahrscheinlichkeit haben über lange Zeit online zu bleiben, sind gefragt
- *Organisation* → Befolgen eines festgelegten Musters, dennoch gut organisiert, Aktivitäten müssen einfach und klar vorgegeben sein
- *Visualisierung* → Lehrende müssen in der Lage sein, sich die Aktivitäten vor der Verwendung des WebQuest vorstellen zu können
- *Vielfalt* → kreativitäts- und vielfaltfördernd sollten WebQuests bei Studenten wirken
- *Elemente einer Suche* → effektiver, wenn es als Suche und nicht als lästige Arbeit empfunden wird; oft besser, wenn einiges der Kreativität und Phantasie der Studenten überlassen wird, anstatt etwas vorzuschreiben
- *Verbindung zum Lehrplan* → Themen müssen mit den Zielen des Lehrplans übereinstimmen und ein Ergebnis liefern, das erwartet und gefordert wird

Die Entwicklung einer guten WebQuest ist ein umfassender Vorgang, der Kenntnisse in der Unterrichtspraxis, Studentenfähigkeiten, guten Inhalten und einen guten Umgang mit Technologietools voraussetzt. [WATSON et al. 2002, S. 325 ff.]

3.12 Softwaregestütztes Lernen

Ein zentrales Instrument der Wissensvermittlung und Wissensverarbeitung sind Lernprogramme, die aber auch bei der Steuerung des selbstorganisierten Lernens bis hin zu Transferaufgaben zum Einsatz kommen. Besonders in den ersten Jahren des E-Learning wurden Lernprogramme, wie z. Bsp. Web-Based-Trainings (vgl. Abbildung 28) oder Computer-Based-Trainings, als unflexible Einzellernlösungen gesehen. Zu Beginn des E-Learning stand die aufwändige, grafische Aufbereitung der Inhalte im Fokus, die sich in der Praxis jedoch nicht bewährt hat. Bei aktuellen Lernprogrammen (Lernsoftware) stehen nun Ziele und Inhalte im Mittelpunkt. Die Entwickler von Lernprogrammen designen Lernszenarien bestehend aus Aufgaben mit zunehmender Komplexität und realitätsnahen Übungen, um einen Wissenstransfer in die Praxis zu ermöglichen. Dies fördert sowohl die Lerneffizienz als auch die Motivation des Lernenden, da die Anwendbarkeit von Wissen in der Praxis einen hohen Stellenwert einnimmt. Ist die Lösung einer Aufgabe nicht möglich, stehen Beiträge in einer informativen und erklärenden Wissensdatenbank zur Verfügung, die bei entsprechenden Wissenslücken genutzt werden kann. Die Bearbeitung komplexerer Aufgaben mit Lernpartnern ist sinnvoller, da z. Bsp. eine Besprechung von Lösungen zu offenen Aufgaben nicht durch den Computer bewertbar ist. Lernprogramme können z. Bsp. durch Transferaufgaben, Projektaufträge oder Aufträge für Praxisanwendungen zur Kompetenzentwicklung des Lernenden beitragen, wobei das Feedback seitens Tutor, Lernpartner etc. erfolgt. [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 72 ff.]

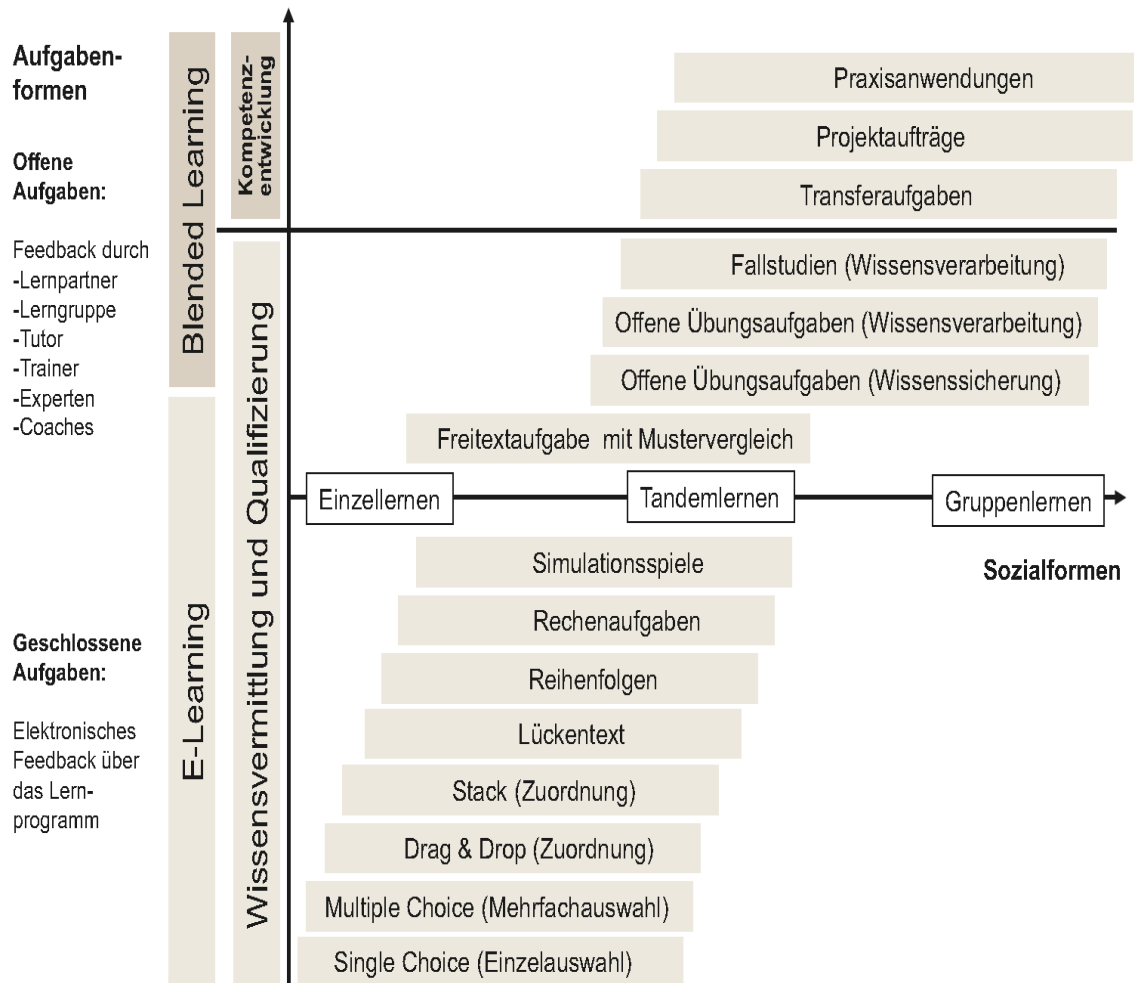


Abbildung 28: Grundformen der Aufgaben und Arbeitsaufträge in WBT [KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 76]

Die folgende Zusammenstellung möglicher softwaregestützter Lernformen soll einen Überblick über die verschiedenen softwaregestützten Lernformen geben:

Simulation

Verfahren zur Nachbildung eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierbaren Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind. [VDI 3633 2013, S. 16]

Bei Planspielen oder Simulatoren baut das (programmierte) Modell auf einem sehr komplexen System auf, wobei die Aufgabe darin besteht, ein genau vorgegebenes Ziel zu erreichen, wie z. Bsp. beim Planspiel eine gewisse Marktposition zu erreichen. Verschiedene Schwierigkeitsstufen können abhängig vom Stand des Lernenden gewählt werden, um die Leistung weiter zu verbessern, z. Bsp. bei Flugsimulatoren. Diese Form des Lernens ist in vielen Ausbildungen fundamental, da es die einzige Möglichkeit ist, für authentische und kritische Situationen zu lernen. Für die Vermittlung konkreter Handlungskompetenzen und Transfertrainings bieten sich aufgabengeleitete Simulationen an. [NIEGEMANN et al. 2008, S. 126]

Computer-Based Training (CBT):

Die Lerninhalte und das Lernprogramm werden auf CD (oder anderem Datenträger) ausgeliefert. Da keine Online-Dienste bereitgestellt werden, erfordern Sie keinen Server oder ein Netzwerk und laufen als lokales Lernsystem auf dem Computer des Lernenden. [[NIEGEMANN et al. 2008, S. 460]

Web-Based Training

softwarebasierte Lernangebote, vergleichbar mit CBT, die jedoch über das Internet bzw. Internetdienste wie „Clouds“ oder das Intranet angeboten werden [ERPENBECK, SAUTER 2013, S. 87]

Virtuelle Trainingsumgebungen

Beschränkung nicht auf Faktenwissen, sondern auch auf Handlungsabläufe und -wissen. Ziel ist das Trainieren spezifischer Fähigkeiten, welches in einem virtuellen, an die Ziele angepassten Szenario stattfindet. Alternativ zur Neuentwicklung können vorhandene virtuelle Welten („Shooter“-Spiele) für virtuelles Training genutzt und erweitert werden. [CRESS et al. 2014, S. 130]

Drill Practice Software

Wiederholen von Wissen und das Auswendiglernen von Wissen wird mit Hilfe dieser Übungs- und Testsysteme ermöglicht. Diese Form eignet sich z. Bsp. beim Erlernen einer neuen Sprache bzw. beim Lernen von Vokabeln [[KUHLMANN, SAUTER 2008, S. 195]

Tutorielle Systeme

Das System „begleitet“ den Lernenden durch den Stoff, indem Inhalte präsentiert und mit gelegentlichen Fragen kombiniert werden, um die Lösungsfindung zu erleichtern. Feedback erhält der Lernende, falls er eine falsche Antwort abgibt, in Form von Lösungshinweisen oder Wiederholung bestimmter Informationen, die bei der Lösung helfen können. Der komplette Programmablauf erfolgt computergesteuert. [KRAMME 2011, S. 862]

Intelligente Tutorielle Systeme

Im Vergleich zu gewöhnlichen tutoriellen Systemen nutzt das System künstliche Intelligenz, um das Benutzerverhalten zu modellieren. Eine Analyse der Vorkenntnisse, der Vorlieben, des Lernverhaltens usw. wird genutzt, um den weiteren Programmablauf zu definieren. Das System interveniert nur bei Bedarf und wirkt sonst beratend. Die Schwierigkeit liegt darin, das zu vermittelnde Wissen so aufzubauen und zu verknüpfen, dass das Modell dem Anwender z. Bsp. Fragen beantworten kann. [KRAMME 2011, S. 862]

Lernspiele

Die enge Verbindung von Lern- und digitalen Spielangeboten kann den Erwerb und die Festigung von Wissen und Fähigkeiten unterstützen. In einer (z. Bsp. am PC) generierten virtuellen Umgebung erfolgt der Transfer durch spielerische Lernprozesse. [JESCKE et al. 2011, S. 404]

3.13 Video / E-Lecture

Digital aufgezeichnete Vorträge werden immer häufiger, jedoch nicht ausschließlich, im Kontext von Hochschulen verwendet. Der Begriff der E-Lecture wird in diesem Zusammenhang oft verwendet. Gewöhnliche Vorlesungen werden dabei meistens einfach aufgezeichnet und über einen Streaming-Server zur Verwendung angeboten. Videovorlesungen bzw. -übungen haben gegenüber „klassischen“ den Vorteil, dass ein Vortrag sich in mehrere Lerneinheiten (Mini-Vorlesung) für die Dauer von 10-20 Minuten unterteilen lässt. Somit kann eine gleichbleibende Aufmerksamkeit des Zuhörers besser gewährleistet werden, die üblicherweise nicht mehr als 45 Minuten beträgt. Die klassische Vorlesung, die aus organisatorischen Gründen (Räume, Zeit) meistens 45 Minuten überschreitet, kann dieses nicht bewerkstelligen. In der Zeitspanne einer Mini-Vorlesung kann eine „Idee“ bzw. ein abgeschlossenes Teilthema präsentiert werden. Lernende können sich diese Lerneinheiten bei Bedarf, z. Bsp. Wiederholung/Prüfungsvorbereitung, erneut anschauen. Bei langen Videoaufzeichnungen ist eine mühsame Indizierung erforderlich. [NIEGEMANN et al. 2008, S. 122 ff.]

Interaktive Videos setzen dort an, wo gewöhnliche Videos aufhören. Diese sind in ihrer Funktion durch interaktive Objekte und Elemente erweitert. Die Interaktivität in den Videos kann es ermöglichen, komplizierte Sachverhalte oder Handlungsabläufe leichter zu verstehen. Bei der Nutzung interaktiver Videos in den Bereichen Entertainment, E-Commerce und vor allem E-Learning lassen sich diese in drei wesentliche Typen unterteilen und miteinander kombinieren:

Interaktive Videos mit verzweigenden Handlungssträngen:

Lineare Handlungsstränge werden aufgebrochen und durch Baum- oder Netzstrukturen ersetzt. Beim E-Learning kann der Lernende abhängig von seinem Verständnis des Lernstoffes vertiefende Informationen anfordern oder zum nächsten Thema schreiten

Interaktive Videos mit integrierten Zusatzinformationen:

Als Anmerkung zum Videokontext werden an passender Stelle weiterführende Informationen über unbekannte Objekte oder Themen integriert und angeboten, ohne jedoch den Handlungsablauf zu beeinflussen

Interaktive Videos mit integrierten Zusatzfunktionen:

Integration weitergehender Interaktionsmöglichkeiten wie z. Bsp. Tests oder Kontrollfragen in einer Lernanwendung, in Kommunikationsfunktionen oder in kontextsensitiven Such- oder Bestellfunktionen (z. Bsp. Nachschlagen in einem Lexikon) [LEHNER 2011, 52 ff.]

Eine Fernprüfung, anstatt einer Klausur oder mündlichen Prüfung als abschließendes, notengebendes Element ist bis auf weiteres nicht möglich, da nicht sichergestellt werden kann, dass der Prüfling die geforderte Leistung alleine sowie ohne unerlaubte Hilfsmittel abgeliefert hat. Dort wo man sich für eine klassische Vorlesung oder Übung entschieden hat (z. Bsp. Einführung in neuen Lehrstoff, Vermittlung von Überblickwissen, systematische theoretische Darstellungen) ist der Einsatz einer Videovorlesung/-übung, insbesondere der interaktiven, möglich und zu empfehlen. [NIEGEMANN et al.. 2008, S. 123]

4 Bewertung der Verwendbarkeit der Vorlesungsinhalte

Zur Bewertung der Inhalte hinsichtlich ihrer Eignung als potentielle Übungsaufgabe soll zunächst ein Bewertungskonzept erstellt werden. Das Konzept soll sämtliche Rahmenbedingungen beinhalten, die an die Übungsaufgaben im formalen, organisatorischen und kapazitiven Rahmen gestellt werden. Mit Hilfe des Konzeptes ist es möglich, die Vorlesungsinhalte so zu evaluieren, dass eine Vorauswahl an möglichen Übungsthemen getroffen und begründet werden kann. Auf die getroffene Auswahl werden im Kapitel 5 die bevorzugten Lernkonzepte angewendet.

Die Anzahl der Übungsthemen ist maximal auf die Themen der Vorlesung beschränkt. Es können jedoch aus zeitlichen Gründen nicht mehr als sieben Übungen angeboten werden. Es wird zunächst themenoffen und ergebnisoffen evaluiert. Falls die Anzahl der in Frage kommenden Übungen den verfügbaren Rahmen überschreiten sollte, ist es auch denkbar, nicht in jedem Semester alle Themen anzubieten. So kann insgesamt eine größere thematische Vielfalt erreicht werden.

4.1 Bewertungskonzept

Ein Bewertungskonzept sollte wissenschaftlichen Standards genügen. Daher sollte es möglichst objektiv und frei von Wunschdenken oder subjektiven Empfindungen sein. Es sollte nachvollziehbar, überprüfbar und hinterfragbar sein. [DFG 2013, S. 13 ff.]

Deshalb sind im Folgenden die erarbeiteten Kriterien, an denen sich die Handlungsempfehlungen ableiten, detailliert dargestellt.

Das Bewertungskonzept zur Feststellung der Eignung von Vorlesungsinhalten als Übungsthemen umfasst deshalb sowohl inhaltliche als auch räumliche, zeitliche und kapazitive Einschränkungen, die im Folgenden klar definiert, begründet und zusammengefasst werden.

Inhaltliches Kriterium

Für die Bewertung wird der Lernstoff an sich bewertet. Lernstoff, der ausschließlich oder überwiegend aus Faktenwissen besteht, eignet sich nicht für eine Übung, da diese nach Möglichkeit auch Kompetenzen vermitteln soll. Das reine Auswendiglernen von Fakten ist zwar ebenfalls eine Kompetenz, diese wird in dieser Arbeit jedoch als bereits erlernt vorausgesetzt. Mögliche Kompetenzen sind zum Beispiel: interdisziplinäres Denken, logisches Denken, Kreativität, Teamfähigkeit (Kommunikationsfähigkeit und Konfliktmanagement), Kompetenz zur Arbeit zwischen verschiedenen Gruppen, Flexibilität, zielorientiertes Handeln, Zeitmanagement etc.

Lernstoff, der sich besonders gut für eine Übung eignet, lässt sich im besten Fall mit einem Kompetenzerwerb verbinden, sehr gut mit einem der in Kapitel 3 besprochenen Konzepte kombinieren und besteht nicht zu großen Teilen aus einfachem Faktenwissen. Darüber hinaus ist es sehr förderlich, wenn es einfache, jedem bekannte Praxisbeispiele gibt. Diese helfen dem Studenten bei der Einordnung des Lernstoffes und bieten eine gute Möglichkeit zur Motivation. Wenn Lernstoff aus verschiedenen Vorlesungen kombiniert angewendet werden kann, ist dies ebenfalls förderlich. Die Studenten erkennen dann am praktischen Beispiel, wie wichtig das interdisziplinäre Verknüpfen der verschiedenen Themen ist.

Besonders wenig eignet sich Lernstoff für eine Übung, wenn er zu stark mit anderen Fachbereichen oder weiterem Lernstoff vernetzt ist. In diesem Fall müsste immer sichergestellt werden, dass sämtliche tangierende Fachbereiche ebenfalls bereits bekannt sind, um den eigentlichen Stoff in den Vordergrund zu stellen und nicht den Nebenbei-Erwerb von weiterem Fachwissen. Der organisatorische Aufwand und die Anfälligkeit für Komplikationen sind in diesem Fall sehr groß. Beispielsweise müsste eine solche Übung tendenziell spät im Semester angeboten werden, um das erforderliche Vorwissen sicherzustellen, und könnte aufgrund des vorauszusetzenden Fachwissens z. Bsp. wegen Krankheit der Lehrkraft nicht flexibel verschoben werden.

Kapazitives Kriterium

Hierunter soll im Folgenden verstanden werden, ob und in welchem Umfang Material zur Durchführung der Übung erforderlich ist. Dies beinhaltet beispielsweise bestimmte Hardware, Software aber auch Präsentationsbeispiele o.ä. Wenn für ein Thema das Vorhandensein bestimmter Hard- oder Software Voraussetzung ist, muss zunächst geprüft werden, ob diese vorhanden ist oder evtl. durch kostenfreie ersetzt werden kann. Für die Durchführung der Übung wird kein separates Budget festgelegt, weshalb kostenpflichtige Software oder anderweitige Anschaffungen im Rahmen der Arbeit zunächst ein Ausschlusskriterium für ein Übungsthema darstellen. Generell verfügbar sind jedoch Beamer, Tafel, und das White Board.

Zeitliches Kriterium

Jede Übung muss so konzipierbar sein, dass sie im Rahmen von 90 Minuten vorgestellt, verstanden, durchgeführt und mit einer Zusammenfassung beendet werden kann. Maximal denkbar ist die Ausdehnung eines Themas auf zweimal 90 Minuten, wenn dadurch die Gesamtzahl aller möglichen Übungen nicht sieben Übungen übersteigt. Wenn Übungen aufgeteilt werden müssen, muss ebenfalls geprüft werden, ob die Teilung vom Arbeitsablauf her überhaupt möglich und praktikabel ist. Generell soll die Teilung von Übungen jedoch nur bei dringender Notwendigkeit durchgeführt werden.

Räumliches Kriterium

Hierunter soll verstanden werden, dass eine Übung innerhalb der verfügbaren Räumlichkeiten durchgeführt werden kann. Damit sind sowohl die Seminarräume (60 Plätze) als auch der Computerpool (ca. 50 Plätze) gemeint. Wenn zudem eine Übung Gruppenarbeit anstrebt, sollte dies in dem jeweiligen Raum ebenfalls möglich sein. Sollten Dinge für eine Übung notwendig werden, die es in diesen Räumlichkeiten nicht oder nur in zu geringer Anzahl gibt, spricht dieses Kriterium gegen eine Verwendung.

4.2 Bewertung des Vorlesungsthemas „Technische Datenerfassung“

Das Vorlesungsthema behandelt Möglichkeiten zur technischen Datenerfassung. So sind z. Bsp. Barcodes, RFID oder NFC, magnetische oder mechanische Kennzeichnungen von Objekten Teil der Vorlesung. Dabei spielt weniger die eigentliche technische Funktionsweise eine Rolle, als vielmehr die Gegenüberstellung von Merkmalen sowie die Entwicklung und Einsatzmöglichkeiten von Barcodes etc.

Die verschiedenen technischen Möglichkeiten zur Datenerfassung in Logistikketten dienen letztlich der effizienteren und schnelleren Bearbeitung von Produktionsabläufen, Warenlieferungen oder Prozessketten. Daher ist das Thema an sich eher als Baustein in einem komplexeren Zusammenspiel von Prozessketten zu verstehen. Es ist insgesamt betrachtet wenig komplex und eignet sich nur bedingt für mögliche Übungen, wenn diese die vollen 90 Minuten abdecken sollen. Es steht hauptsächlich Faktenwissen im Vordergrund, das im Rahmen des inhaltlichen Kriteriums des Bewertungskonzeptes für eine mögliche Übung eher abgelehnt wird.

Möglicherweise lässt sich das Thema der technischen Datenerfassung in Verbindung mit anderen Vorlesungsteilen zu einer übergreifenden Übung verbinden (z. Bsp. Sensoren oder SPS). Es ist auch möglich, das Thema mit fachfremden Themen zu kombinieren (z. Bsp. aus der Betriebswirtschaft) um eine sinnvolle und hinreichend tiefgreifende Übungsaufgabe zu kreieren. Losgelöst von anderen Themen eignet sich dieser Vorlesungsteil jedoch nicht für eine Übung.

4.3 Bewertung des Vorlesungsthemas „Datenerfassung (Sensoren)“

In diesem Vorlesungsbereich werden Funktionsweisen von typischen Sensoren und deren Integration in laufende Prozesse diskutiert. Technische Sensoren werden hinsichtlich ihrer Messgrößen, Dimensionen, der Messgrößenerfassung, dem Messprinzip und der Darstellung der Messgröße klassifiziert. Anschließend werden anhand von Beispielen einige Sensoren und deren Unterschiede mit Blick auf mögliche Einsatzgebiete vorgestellt. Im

Gegensatz zu Barcodes oder RFID-Chips etc. haben Sensoren ein gänzlich anderes Einsatzgebiet und werden dementsprechend auch anders behandelt. Die beiden Themengebiete ergänzen sich sehr gut und geben in der Summe einen guten Einblick in den Stand der Technik der technischen Datenerfassung.

Für sich allein betrachtet ist auch dieses Thema für eine Übung eher ungeeignet, da es zunächst die Grundlagen der verschiedensten Sensoren behandelt und Beispiele für Messgrößen und deren Erfassung benennt. Es handelt sich um notwendiges Faktenwissen. Dieses ist zur Unterstützung von Entscheidungsfindungsprozessen im Produktionsbetrieb unbedingt notwendig, für eine Übung mit dem zusätzlichen Ziel von Kompetenzerwerb ist es eher ungeeignet (inhaltliches und zeitliches Kriterium nicht erfüllt).

Allerdings ist es gut vorstellbar, die beiden Vorlesungsthemen „technische Datenerfassung“ und „Datenerfassung durch Sensoren“ zu kombinieren und in eine komplexere Aufgabenstellung zu integrieren. Diese könnte beispielsweise die Umstellung einer Produktionsanlage mit verschiedensten Produktionsgütern in Richtung digitale Fabrik sein. Verschiedene Gruppen bearbeiten unterschiedliche Produkte und die damit spezifisch einhergehenden Anforderungen an die Datenerfassungssysteme. Anschließend müssen die Gruppen Wege finden, untereinander zu kommunizieren. Zusätzlich kann ein System entwickelt werden, welches alle relevanten Daten bündelt und über eine Schnittstelle ansprechbar ist. Das kann entweder noch in derselben Übung passieren, oder auch erst in einer Folgeübung zu einem anderen Thema. Auf diese Weise kann die nötige fachliche Tiefe erreicht und gleichzeitig Kompetenzen im Sinne von interdisziplinärem Denken und Gruppenarbeit bzw. Intergruppenarbeit vermittelt werden.

Es ist ebenfalls denkbar, die Arbeitsweise und die Interaktion von Sensoren für die Studenten greifbarer zu machen, indem z. Bsp. exemplarisch (oder jeder Student selbst) ein einfacher Sensor im Rahmen der Übung entworfen und sein Signal ausgewertet wird. Das könnte durchaus zum Erlangen eines tieferen Verständnisses der Problematik Datenerfassung beitragen, da der Lernstoff insgesamt sehr theoretisch angelegt ist. Dies muss jedoch im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten erfolgen und sollte deshalb gut vorbereitet sein.

4.4 Bewertung des Vorlesungsthemas

„Speicherprogrammierbare Steuerungen“

Die Vorlesung behandelt die Geschichte, den Einsatz und die Fähigkeiten heutiger Speicherprogrammierbaren Steuerungen. Dabei wird versucht, auch eine Abgrenzung zu Mikrocontrollern zu schaffen und ein Verständnis dafür aufzubauen, wie eine SPS arbeitet. Die auf Logikoperationen aufbauende Recheneinheit verarbeitet Eingangssignale über ein gespeichertes Programm bzw. über eine Auswertungsroutine hin zu einem Ausgangssignal, was dann weiter gegeben wird.

Zu diesem Thema gab es bereits in der Vergangenheit viele Übungen. Es eignet sich hervorragend für ein oder mehrere Übungsthemen, da hier ohne den Einsatz von unterstützender Technik oder Software anhand von einfachen, leicht nachvollziehbaren Alltagsbeispielen sinnvolle Übungsaufgaben generiert werden können. Diese sind hinsichtlich Komplexität und Anzahl sehr einfach derart zu gestalten, dass eine Übungseinheit sinnvoll und vollständig genutzt werden kann.

Bei der Bearbeitung möglicher Aufgaben werden einerseits die Fachtermini und üblichen Notationen wiederholt, zusätzlich wird die Kompetenz des logischen Denkens geschärft bzw. erworben. Die Durchführung einer Übungsaufgabe kann auf unterschiedliche Weise geschehen. So kann die Bearbeitung sowohl auf einfache Art mit Papier und Stift durchgeführt werden, als auch eingebettet in andere, bzw. multimedial angelehnte Konzepte. Das Thema ist damit auch für viele verschiedene Konzepte bestens geeignet.

Da SPS auf die Informationen von Sensoren angewiesen sind, eignet sich das Thema ebenfalls, um auf dem vorangegangenen Themengebiet (Datenerfassung) aufzubauen. So könnten beispielsweise die Ergebnisse der Übung Datenerfassung für einen Teil der SPS Übung herangezogen werden, um so die Interdisziplinäre Denkweise zu schulen.

Das Thema eignet sich somit bestens für eine Übung, da alle Kriterien des Bewertungskonzeptes erfüllt werden.

4.5 Bewertung des Vorlesungsthemas „Grundlagen der Netzwerktechniken“

Dieses Thema umfasst derzeit hauptsächlich Grundlagenwissen über die verschiedensten gebräuchlichen Informationsübertragungsprotokolle zwischen verschiedenen Computern (IP, TCP, ftp etc.). Damit gilt anhand des Bewertungskonzeptes, dass es als potentiell Übungsthema nicht (zumindest nicht selbständig) in Frage kommt, da der Erwerb von reinem Faktenwissen bei den Übungen nicht im Fokus stehen soll.

Das Thema eignet sich für sich genommen nicht für eine Übung, da das inhaltliche Kriterium nicht erfüllt wird. Losgelöst von anderen Vorlesungsschwerpunkten ist das Thema ebenfalls ungeeignet, um eine komplette Übung zu füllen und erfüllt damit auch das zeitliche Kriterium nicht.

4.6 Bewertung des Vorlesungsthemas „Feldbus, Datenaustauschformate“

Dieser Bereich bildet die Grundlage zum Verständnis der notwendigen Erfordernisse für einen zielgerichteten und effizienten Datenaustausch zwischen den verschiedensten Teil-

nehmern eines Netzes. Es werden sowohl hardwareseitige als auch softwareseitige Voraussetzungen behandelt. Darüber hinaus werden thematisch angrenzende Grundlagen zu Zahlensystemen oder Netzwerkstrukturen vermittelt.

Das Thema könnte sich durchaus für eine Übung eignen. Inhaltlich ist es tiefgreifend genug, um ausreichend Stoff für eine 90 minütige Übung zu liefern. Zudem ist der Stoff nicht ausschließlich aus Faktenwissen aufgebaut, sondern erfordert durchaus Verständnis für die Abläufe und Notwendigkeiten der verschiedenen, interagierenden Systeme. Zusätzlich bietet das Thema die Möglichkeit sich in die Komplexität eines z. Bsp. firmeninternen Netzwerkes hineinzudenken und damit auch Kompetenzen wie zielorientiertes Handeln oder logisches Denken zu schulen.

Vorteilhaft ist ebenfalls, dass hierfür keine spezielle Software notwendig ist, da Feldbusprotokolle in der Regel bekannt und Datenaustauschformate frei einsehbar, also im Klartext geschrieben sind (Beispiel: CSV oder STEP). Der Nutzen und die Praktikabilität des Einsatzes dieser Systeme könnte im Rahmen einer Übung deutlich gemacht werden.

4.7 Bewertung des Vorlesungsthemas „Skriptsprachen“

Hier werden die Vorteile, Notwendigkeiten und Verwendungsmöglichkeiten einiger Skriptsprachen behandelt.

Das Thema selbst bietet die Möglichkeit zu einigen Übungen um vorgegebene Problemstellungen mittels verfügbarer Skriptsprachen umzusetzen. Es wird keinerlei kommerzielle Software verwendet und das Thema ist deshalb ohne weitere Kosten im Computerpool umzusetzen. Jedoch erschöpft sich die Thematik relativ schnell. Das bloße Erlernen der Syntax und der Umsetzung allein kann eine Übung höchstwahrscheinlich nicht vollumfänglich ausfüllen (zeitliches Kriterium nicht erfüllt), es sei denn die Anzahl der Aufgaben wird solange erhöht, bis genügend Stoff vorhanden ist. Das wiederum schmälert womöglich die Motivation der Studenten.

Vielmehr sollte auch hier eine Verknüpfung mit anderen Vorlesungsinhalten angestrebt werden. Sehr gut bietet sich an dieser Stelle das in Abschnitt 2.9 behandelte Thema „Logdateien“ an.

4.8 Bewertung des Vorlesungsthemas „VBA Programmierung“

Auch zu diesem Thema gab es bisher bereits Übungen. Die nötige Software (Excel o.ä.) ist auf jedem PC im Computerpool vorhanden. Wenn die Anzahl der Studierenden, die die Übung besuchen möchten 50 Teilnehmer nicht übersteigt, ist es möglich eine VBA-Übung durchzuführen. Diese enthält beispielsweise die Programmierung von Beispielprogrammen, jedoch eingebettet in den Kontext eines Lernkonzeptes. Es ist einfach, ge-

eignete Beispiele aus der Praxis zu finden, die die Motivation für die Programmieraufgaben bieten kann (z. Bsp. einfache Datenbankabfragen anhand von Eingaben, die die Funktionalität von Word oder Excel deutlich erhöhen).

Da Programmieraufgaben häufig sehr zeitintensiv werden können, ist es unter Umständen sinnvoll eine Vorbereitung der Übung durch die Studenten in Erwägung zu ziehen. So kann der Nutzen der Übung selbst stark erhöht werden, wenn die Studenten im Vorfeld einfache Programmbausteine selbst erstellen und zur Verwendung in der Übung dann mitbringen können. Das Vorprogrammieren von Bausteinen spart Zeit und ermöglicht es, den Fokus von der reinen Programmieraufgabe auf den Kompetenzerwerb richten, der mit der Übung verknüpft werden soll. Dies kann eine Gruppenarbeit sein, oder die Zusammenarbeit mehrerer Gruppen untereinander.

Das Thema eignet sich ebenfalls bestens für eine Übung, da alle Kriterien des Bewertungskonzeptes erfüllt werden.

4.9 Bewertung des Vorlesungsthemas „Digitale Fabrik“

In der Vorlesung werden die wesentlichen Merkmale, Vor- und Nachteile einer digitalisierten Produktion im Rahmen der digitalen Fabrik behandelt. Ein ganzheitliches Datenmanagement ist so in die reale Fabrik integriert, dass permanent sämtliche Prozesse, Strukturen und Ressourcen weiterentwickelt, verbessert und, soweit es möglich ist, auch parallelisiert werden.

Dieses Thema trägt ganz wesentlich zum Verständnis und der Bewertung der anderen Vorlesungsinhalte bei, da in diesem Gebiet viele der anderen Inhalte zusammenlaufen und ein Ganzes bilden. Erst hier wird deutlich, welche Aufgaben und Anforderungen an jede einzelne Komponente der digitalen Fabrik gestellt werden.

Aus diesem Grund erscheint es als ganz wesentlich, eine vertiefende Übung zu diesem Thema zu gestalten. Das inhaltliche Kriterium ist in jedem Fall erfüllt. Es könnte jedoch, abhängig vom eingesetzten Lernkonzept, Schwierigkeiten hinsichtlich des kapazitiven oder räumlichen Kriteriums geben. Eine Bewertung diesbezüglich erscheint jedoch erst in Kapitel 5 sinnvoll.

Weiterhin ist es ratsam, für eine Übung in diesem Gebiet ebenfalls den Computerpool zu nutzen, um die volle fachliche Tiefe des Themas in einer Übung abbilden zu können.

4.10 Bewertung des Vorlesungsthemas „EAI-SOA“

Hier werden zwei Wege vorgestellt, um unternehmensintern heterogene Anwendungen miteinander kommunizieren zu lassen und damit die Voraussetzungen für immer effizientere Prozessabläufe zu schaffen.

Das Thema ist sehr theoretisch gehalten, da es für eine Umsetzung in die Praxis enorm auf die konkreten Gegebenheiten (welche Anwendungen, Datenstrukturen etc. sind vorhanden) ankommt. Deshalb ist es auch schwierig eine Übung mit genügend Tiefe zum Thema durchzuführen, ohne eine komplette Umgebung – also verschieden vorhandene, heterogene Anwendungen – zu simulieren. Dies bedarf sicher einiger Vorbereitungszeit und ist möglicherweise an kostenpflichtige Zusatzsoftware oder Simulationssoftware geknüpft, deren Erwerb und Aufwand möglicherweise den Nutzen einer solchen Übung übersteigt.

Vor diesem Hintergrund wird das Thema zunächst nur unter Vorbehalt als mögliche Übungsaufgabe vorgeschlagen, da das kapazitive Kriterium abhängig von der konkreten Aufgabenstellung möglicherweise nicht erfüllt werden kann.

4.11 Bewertung des Vorlesungsthemas „Logdateien“

Die Vorlesungsinhalte zu diesem Thema sollen die Studenten für den Nutzen und die Notwendigkeit von Logdateien in IT-Systemen sensibilisieren. Zusätzlich gibt die Vorlesung mögliche Lösungswege für die verschiedensten, praxisrelevanten Problemstellungen in Verbindung mit Logdateien vor.

Das Thema erlaubt es eindeutig Kompetenzen zu Problemlösungsstrategien mit einer Übungsaufgabe – z. Bsp. anhand einer vorgegebenen Logdatei zu entwickeln. Dabei kann das Thema mit dem Wissen aus anderen Bereichen, z. Bsp. den Skriptsprachen kombiniert werden, um am konkreten Beispiel eine (oder mehrere) komplexe Problemstellung(en) zu bearbeiten. Das Thema ist nicht zu stark mit weiteren Inhalten verknüpft, sodass es immer noch flexibel verschoben werden kann.

Es ist jedoch wenig ratsam, dieses Thema mit Zettel und Stift zu bearbeiten. Die Nutzung des Computerpools ist deshalb anzustreben. Zusätzliche Software wird vermutlich nicht benötigt, da Logdateien üblicherweise im Klartext durchsuchbar sind. Bei Verbindung des Themas mit Skriptsprachen ist ebenfalls nur ein Texteditor und eine Shell Umgebung notwendig, die beide auf jedem Rechner verfügbar sein sollten (Texteditor und Windows Powershell oder unix gedit und bash).

4.12 Bewertung des Vorlesungsthemas „Petrietze“

Petrietze stellen eine Möglichkeit dar, Prozessabläufe zu abstrahieren und grafisch darzustellen und damit auch zu digitalisieren. So wird es möglich, gesammelte Daten in der realen Fabrik zu einem virtuellen Prozessablauf zusammensetzen, um so z. Bsp. komplexe Abläufe und mögliche Fehlerquellen zu analysieren, zu optimieren oder die Auswirkung von Störungen zu analysieren.

Prinzipiell eignet sich das Thema für eine Übung, wenngleich die fachliche Tiefe womöglich nicht für eine alleinstehende Übung ausreicht. Möglich ist eine Kombination mit

dem Thema Datenerfassung und Sensoren. Allerdings muss geprüft werden, inwieweit für ein mögliches Übungsthema Simulationssoftware verwendet werden muss (SIMPRO, Pace) oder ob es ausreichend ist, Prozesse von Hand aufzuzeichnen.

Das Kapazitive Kriterium ist deshalb bei einer möglichen Fragestellung unbedingt zu berücksichtigen.

4.13 Fazit

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der obigen Analyse zusammenfassend dargestellt. Es werden mögliche Übungsthemen vorgeschlagen, die sich anhand des Bewertungskonzeptes als geeignet herausgestellt haben. Zusätzlich werden günstige Kombinationsmöglichkeiten von Themen vorgeschlagen, und ggf. deren Potential zum zusätzlichen Kompetenzerwerb. Einige Übungen sollten vorzugsweise im Computerpool stattfinden und sind in der Tabelle entsprechend gekennzeichnet.

Übung	Thema	Bemerkungen / möglicher Kompetenzerwerb / Voraussetzungen
1	SPS	Evtl. aufbauend auf „Sensoren“ oder eigenständig, Kompetenzen: logisches Denken, Gruppenarbeit
2	VBA	Eigenständig, Kompetenzen: gruppenübergreifende Aufgabenstellung möglich
3	Datenerfassung / Sensoren	In Kombination mit z. Bsp. Petrinetzen, vorbereitend auf Übung „SPS“
4	Feldbus / Datenaustauschformate	Eigenständige Übung, evtl. in Kombination mit Aufgaben zu Zahlensystemen. Kompetenzen: logisches Denken, zielorientiertes Handeln
5	Digitale Fabrik	Eigenständige Übung, Computerpool, Kompetenzen: interdisziplinäres Denken, zielorientiertes Handeln
6	Logdateien	In Kombination mit Skriptsprachen, Computerpool
7	Skriptsprachen	In Kombination mit Logdateien, Computerpool
8	Petrinetze	In Kombination mit Datenerfassung / Sensoren
(9)	(EAI – SOA)	(Nur nach gründlicher Vorbereitung und Prüfung der Kapazitäten)

Tabelle 5: Zusammenfassung der möglichen Übungsthemen unter Zuhilfenahme des unter 4.1. erläuterten Bewertungskonzeptes. Angaben über Kombination und notwendige Kapazitäten für die jeweiligen Übungen

Werden die aufgezeigten Kombinationen angewendet, entstünden bei Streichung des unter Vorbehalt gekennzeichneten Themas EAI-SOA, sechs eigenständige Übungen: SPS, VBA, Datenerfassung/Petrintetze, Feldbus/Datenaustauschformate, Digitale Fabrik und Logdateien/Skriptsprachen.

Diese Themen werden im weiteren Verlauf der Arbeit hinsichtlich Ihrer Eignung bezüglich der in Kapitel 3 erörterten Lernkonzepte untersucht.

5 Bewertung der Verwendbarkeit der Lernkonzepte

In diesem Kapitel werden die behandelten Lernkonzepte auf Ihre Eignung für die in Kapitel 4 erarbeiteten Themen hin überprüft. Dafür sind Bewertungskriterien für die Eignung zu erarbeiten und anzuwenden. Das Kapitel bietet die Grundlage für die Erarbeitung möglicher Übungen. Als mögliche Übungsthemen sollen die in Kapitel 4 erarbeiteten Themengebiete gemäß Tabelle 6 herangezogen werden.

Nr.	Thema	Mögliche Themenschwerpunkte
1	SPS	Logikoperationen, Datenverarbeitung
2	VBA	Programmierung, Datenbankabrufe, Office-Funktionalisierung
3	Datenerfassung – Petrinetze	Prozessdigitalisierung und Abstraktion der Prozesse
4	Feldbus / Datenaustausch-formate	Kommunikation von Stationen im Netzwerk, Zahlensysteme, Protokolle, Datenformate, Busaufbaumöglichkeiten
5	Digitale Fabrik	Digitalisierung, Prozessoptimierung, Datenbankmanagement
6	Logdateien – Skriptsprachen	Datenbankabfragen, Programmierung, Logdateiauswertung, Suchanfragen

Tabelle 6: Die in Kapitel 4 erarbeiteten Übungsthemen und mögliche thematische Schwerpunkte als Grundlage für die Integration von Lernkonzepten

5.1 Bewertungskriterien

Ähnlich wie in Kapitel 4 werden zunächst die Kriterien begründet, die zur Bewertung der Lernkonzepte hinsichtlich ihrer Eignung führen.

Dabei kommen prinzipiell alle fachlichen, pädagogischen und methodischen Kriterien wie in Abschnitt 3.2. zur Anwendung. Je mehr dieser Kriterien ein Lernkonzept vor dem Hintergrund einer Übungsaufgabe erfüllen kann, desto besser eignet sich dieses Konzept. Da jedoch nicht alle Kriterien in gleicher Weise für alle Themen wichtig sind, wird zunächst eine Gewichtung möglicher und sinnvoller Kriterien durchgeführt.

Als am wichtigsten für die Übungsauswahl werden die fachlichen Kriterien beurteilt. Das Konzept muss zum Inhalt passen, ansonsten ergibt die gesamte Übung keinen Sinn und hat auch für die Studenten keinen Mehrwert. Zusätzlich ist der Umfang des Lernstoffes zu berücksichtigen und entsprechend anzupassen.

Neben dem fachlichen Schwerpunkt steht die Förderung der Lernmotivation durch pädagogische Kriterien im Vordergrund. Ist es beispielsweise möglich, kleinere Erfolgserlebnisse einzubauen oder können Inhalte mit Aufgaben oder einer Vorgehensweise verknüpft werden, die mehr Spaß macht als andere?

Zusätzlich sollen einige methodische Schwerpunkte, wie die Möglichkeit zur Gruppenarbeit oder Selbständigkeit sowie die Komplexitätsminimierung, in die Bewertung mit einfließen. Sie haben aber weniger Gewicht als die erstgenannten fachlichen und pädagogischen Schwerpunkte.

Darüber hinaus werden spezifische Vor- und Nachteile der Lernkonzepte kritisch diskutiert und in die Bewertung mit einbezogen. So werden diese Vor- und Nachteile im Kontext der möglichen Übungen betrachtet und Aufwand und Nutzen für Lehrende und Lernende gegeneinander abgewogen.

Vor diesem gewählten Hintergrund werden im Folgenden alle behandelten Lernkonzepte betrachtet und auf die in *Tabelle 6: Die in Kapitel 4 erarbeiteten Übungsthemen* und mögliche thematische Schwerpunkte als Grundlage für die Integration von Lernkonzepten vorgeschlagenen Übungsinhalte angewendet.

5.2 E-Learning (EL)

Viele der vorgestellten Lernkonzepte aus Kapitel 3 lassen sich dem E-Learning unterordnen. Es ist dementsprechend eher als Oberbegriff der verschiedenen computergestützten Lernkonzepte zu verstehen. Prinzipiell eignen sich E-Learning Methoden für alle der vorgestellten Übungsaufgaben, da der Begriff sehr weit gefasst ist. Deshalb werden in den folgenden Ausführungen konkretere Konzepte detaillierter betrachtet.

5.3 Blended Learning (BL)

Dieses Lernkonzept versucht vermehrt auch die praktische Seite des Wissens mit in den Lernprozess zu integrieren. Mit dem zusätzlichen Einsatz einer Lehrkraft für direktes Feedback während des Lernens kann zudem der Versuch unternommen werden, die Vorteile von E-Learning und den klassischen Lehrformen zu kombinieren. Trotz einiger Einschränkungen ist der Begriff jedoch ebenfalls noch sehr weit gefasst und für einen konkreten Einsatz wenig greifbar, da auch hier sehr viele verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten vorstellbar sind.

Von den vorgeschlagenen Übungsthemen eignen sich prinzipiell ebenfalls alle Übungsthemen für eine Gestaltung im Rahmen des Blended Learning. Für das Thema „Datenerfassung/Sensoren“ könnte evtl., wie in Kapitel 4 vorgeschlagen, ein Praxisbezug in Form eines selbst zu bauenden Sensors mit eingebettet werden. Die Themen „VBA“, „Digitale Fabrik“ und „Logdateien – Skriptsprachen“ eignen sich ebenfalls besonders gut, da hier ohnehin nicht auf den Einsatz eines PCs verzichtet werden kann.

5.4 Peer-Instruction und Clicker (PI)

Personalisierbare Antwortsysteme sind eine gute Möglichkeit, den aktuellen Wissenstand über kurze Abfragen darzustellen. Für sehr große Veranstaltungen wie Vorlesungen mit sehr vielen Studenten eignen sie sich hervorragend, um die Aufmerksamkeit und den Lerneffekt zu steigern.

Im Rahmen der Arbeit wird jedoch aus zwei Gründen von der Verwendung in den Übungen eher abgeraten:

1. Die Anschaffung von zusätzlichen Geräten ist unter Umständen erforderlich, was aus Kostengründen ausscheidet. Auch die alternative Nutzung der privaten Smartphones oder Tablets der Studenten ist möglich, was aber ebenfalls Komplikationen mit sich bringt: Dieses setzt voraus, dass tatsächlich jeder über ein solches Gerät verfügt, was nicht zwingend der Fall sein muss. Zusätzlich ist eine App nötig, die entweder kostenpflichtig ist, erst erstellt werden müsste, oder, falls doch vorhanden, womöglich nicht mit allen Studenten-Smartphones kompatibel ist.
2. Der Nutzen für eine Übung ist begrenzt, da das Abfragen von Wissen im Vordergrund steht. Dies kann genauso oder einfacher im Rahmen einer Übung durch Handzeichen o.ä. geschehen. Der zu betreibende Aufwand rechtfertigt also womöglich den Nutzen nicht, da die Anzahl der Studenten in den Übungen noch relativ gering ist. Ein Einsatz solcher Systeme eignet sich am besten für besonders große Lehrveranstaltungen.

5.5 Webinare (WN)

Webinare bieten die Möglichkeit, Übungs- oder sonstigen Unterricht raumunabhängig, aber trotzdem für Lehrende und Lernende interaktiv zu gestalten, und das für praktisch beliebig große Zuhörergruppen. Dafür müssen jedoch Qualitätseinbußen in Kauf genommen werden. Beispielsweise sind aufgrund der maximal möglichen Datenraten bei den Lernenden Sound- und Bildqualität immer gegenüber einer Live-Veranstaltung eingeschränkt. Darüber hinaus gilt die Einschränkung, dass das Seminar nur auf einem im Verhältnis zu einem Übungsraum wesentlich kleineren Abspielgerät darstellbar ist (PC oder Laptopdisplay). Die wenigsten Studenten werden über einen übergroßen Fernseher o.ä. in der eigenen Wohnung verfügen.

Dementsprechend bringt ein Webinar nur dann echte Vorteile gegenüber einer klassischen Präsenzübung, wenn die Teilnehmerzahl deutlich über die Kapazitätsgrenzen von 50-60 Personen hin anwächst. Dies ist derzeit noch nicht der Fall, weshalb auf den Einsatz von Webinaren vorerst verzichtet werden kann, da die Nachteile die Vorteile überwiegen.

Einfache Übungen können aber perspektivisch vor dem Hintergrund betrachtet werden, sie in der Zukunft auch als Webinar umgestalten zu können, falls die Studentenzahl weiter stark anwächst.

5.6 Mobile Learning (ML)

Das Mobile Learning Konzept ist darauf ausgerichtet, Lernmöglichkeiten zu schaffen, wo aufgrund örtlicher Gegebenheiten andere Konzepte versagen. Ein Beispiel könnte ein Landwirt sein, der auf dem Traktor sitzend den Stoff für eine Weiterbildung zum Thema „Digitale Revolution in der Landwirtschaft“ lernen kann, wofür er sonst keine Zeit hätte.

Es ist lediglich als Erweiterung der Möglichkeiten zu sehen, falls andere Mittel nicht anwendbar sind. In keinem Fall bietet es die Möglichkeit für eine vollwertige Übung, gerade wenn komplexere Inhalte vermittelt werden müssen. Die Freiheit von überall aus Lernen zu können bietet natürlich auch alle Möglichkeiten für Störeinflüsse in der Lernumgebung. Sei es durch Ablenkung durch das mobile Gerät selbst (Spiele, Chats etc.) oder durch die Umgebung (Lärm, Bewegungen). Mobile Lerninhalte sollten deshalb so simpel wie möglich gestaltet werden, wie beispielsweise einfaches Faktenwissen. Dazu eignet sich z. Bsp. die Karteikarten Lernsoftware (drill practice Software) von mal-was-andere.de [SCHEIBNER 2017] oder auch die Software Mnemosyne [MNEMOSYNE 2017] für z. Bsp. Vokabeln oder Befehle o.ä., die es beide auch für mobile Endgeräte gibt.

Prinzipiell ist es zwar durchaus vorstellbar, alle vorgestellten Übungsinhalte auch für mobile Endgeräte aufzubereiten, jedoch birgt das die zusätzliche Gefahr von Darstellungsproblemen aufgrund von Inkompatibilitäten. Die oft sehr kleinen Displays der Geräte sind außerdem häufig auch einfach ungeeignet, komplexere Sachverhalte übersichtlich darzustellen. Zudem ist der Aufwand für die Aufbereitung der Inhalte durch den Lehrstuhl ebenfalls nicht unerheblich.

Maximal könnte das Konzept unterstützend, aber niemals alleinstehend für Übungsaufgaben eingesetzt werden. Aktuell überwiegen daher die Nachteile für alle Beteiligten.

5.7 Inverted Classroom (IC)

Auch wenn dieses Konzept in der behandelten Literatur [GREEN 2017, S. 225 ff.] eher auf die Geisteswissenschaften bezogen ist, kann man es genauso auf den ingenieurwissenschaftlichen Bereich ausdehnen.

Die bisherige Gestaltung der Seminare lässt sich im weitesten Sinne auch diesem Konzept zuordnen. Dabei tragen die Studenten gruppenweise im Selbststudium Inhalte zu bestimmten Themen zusammen und präsentierten sie dann den restlichen, um anschließend Diskussionen oder Fragen anzuregen. Inhaltlich gesehen eignet sich das Konzept deshalb durchaus für die Übungsthemen.

Allerdings sind diese oder auch ähnliche, zum großen Teil diskussionsbasierte Konzepte am effektivsten für kleinere Gruppen von Lernenden. Wird die Teilnehmerzahl zu groß, muss sich zwangsläufig der Beitrag jedes Einzelnen zur Veranstaltung und damit auch der eigentlich aktive und vertiefende Teil verringern.

Da erwartungsgemäß die Studentenzahlen eher steigen als sinken sollen, ist das Inverted Classroom Konzept perspektivisch aufgrund der mangelnden Kapazität eher ungeeignet für die angedachten Übungen.

5.8 Just in Time Teaching (JiTT)

Dieses Konzept ist eher weniger geeignet, die Übungsaufgaben zu gestalten. Es sieht eine aktive Teilnahme der Studenten über im Voraus zu erbringende Aufgaben vor, die dann in den Übungseinheiten geklärt und vertieft werden. Zusätzlich ist der Übungsleiter angehalten, die eingereichten Beiträge zu sichten und auszuwerten, sowie den zugehörigen organisatorischen Aufwand zu betreiben.

Bei einer perspektivisch anzunehmenden Studentenzahl von 40-60 ist dieser Ansatz vermutlich nicht zu realisieren, da ein Übungsleiter sich mit den Zuarbeiten aller Studenten im Vorfeld auseinander setzen müsste, und dies für jede Veranstaltung aufs Neue.

Dieses Konzept scheidet deshalb für die Übungen aus, vermutlich eignet es sich besser für kleinere Lerngruppen im Rahmen von Weiterbildungen oder Workshops.

5.9 Interaktives Lernen und Interaktive Medien (Game-based-Learning, GBL)

Wenn Inhalte über Spiele vermittelt werden sollen, müssen diese zunächst einmal erstellt werden. Komplexe Spiele wie Simulationen würden sich z. Bsp. gut für ein Thema wie die Digitale Fabrik eignen, sind aber möglicherweise zu aufwändig in der Erstellung. Dieses Lernkonzept bietet zwar großes Potential für die begleitende Motivation der Studenten, tatsächlich realisierbare Spiele im Rahmen der Lehrveranstaltung können aber aus genanntem Grund nur wenig komplex werden (es sei denn, man entwickelt ein solches Konzept für die Zukunft im Rahmen einer weiteren Masterarbeit).

Eingebettet in eine größere Übungsaufgabe, entweder als Auflockerung oder Belohnung für eine gemeisterte Aufgabe, sind derartige Lernkonzepte evtl. sehr gut geeignet, um die weitere Lernbereitschaft zu verbessern. So könnten kleine Rätselspiele entstehen, die einfache Logikaufgaben abbilden, Zahlensysteme ineinander umrechnen oder einfache Wissensfragen stellen. Eine Art alle Übungen begleitendes Jeopardy oder ein ähnliches Quizspiel, bei dem in jeder Übung neue Kategorien hinzukommen, könnte mitsamt einem zugehörigen Punktesystem einen Anreiz darstellen, auch über mehrere Übungen hinweg immer wieder Wissen in Form von Punkten zu sammeln. Am Ende jeder Übung oder auch am Ende des gesamten Semesters könnte dann eine Art Highscore ermittelt werden. Dieser Wert kann für die Studenten sowohl innerhalb eines Jahrgangs als auch jahrgangsübergreifend Vergleiche ermöglichen. Genauso gut könnte man den Punktwert als Motivation nutzen: Wenn der Gesamtjahrgang eine gewisse Punktzahl am Ende überschreitet, organisiert der Lehrstuhl ein Abschlussgrillen o.ä.

Das GBL wird daher im Rahmen der Übung für tendenziell Faktenwissen orientierte Themen wie SPS, VBA oder Datenerfassung – Petrinetze oder VBA vorgeschlagen. Es kann aber auch Themen aufgreifen, die ansonsten im Rahmen der Übung aufgrund zu geringer inhaltlicher Tiefe aussortierten wurden. Besonders gut eignet sich hier das Thema SPS, weil sich die Bearbeitung kleinerer Wahrheitstabellen sehr gut für das GBL eignet.

Zur Erstellung von kleineren Spielen gibt es auch freie Software, wie beispielsweise das Java basierte Projekt jcllc [JCLIC 2017]. Es ermöglicht die Erstellung von selbstkonzipierten Puzzles, Kreuzworträtseln o. ä., die man dann in die Übungen mit einbauen kann.

5.10 Webquests (WQ)

Webquests bieten die Möglichkeit mit verhältnismäßig geringem zeitlichen und finanziellen Aufwand (Erstellen einer Webseite für Lehrkörper und Lernende) Wissen an die Lernenden heran zu tragen. Der interaktive Ansatz macht das Konzept zu einer guten Möglichkeit Eigeninitiative, Feedback und Motivationspunkte mit in den Lernprozess zu integrieren.

Webquests bieten erhebliches Potential für eine oder sogar mehrere Übungen, je nachdem welche Inhalte vermittelt werden sollen. Zusätzlich zur Vorlesung eingebaute externe Quellen für den zu vermittelnden Lehrstoff können neue Sichtweisen eröffnen und evtl. Lernende, die andere methodische Vorlieben haben, besser als bisher ansprechen.

Webquests können außerdem gut mit anderen Konzepten kombiniert werden, beispielsweise mit dem GBL, Blended Learning oder Videos. So könnten kleine Spiele oder Videos in eine solche Seite integriert werden, die dann entweder selbstständig Lehrstoff vermitteln, oder als Motivatoren eingesetzt werden können. Inhaltlich gibt es im Rahmen der genannten Übungsthemen keinerlei Einschränkungen. Da alle Themen einen starken IT-Bezug haben, gibt es auch einige qualitativ hochwertige Quellen dazu im Internet. Falls Spezialinhalte besonders gezielt gefordert sind, können dazu auch eigene Inhalte aus dem Vorlesungsmaterial und der Literatur erstellt werden. Dementsprechend eignen sich alle Themen in gleicher Weise sehr gut für dieses Lernkonzept.

Zwei kritische Punkte bei der Einbindung von inhaltlichen Quellen aus dem Netz sind jedoch folgende: Erstens müssen diese Inhalte ständig neu auf Vorhandensein und Qualität geprüft werden, da sich die Inhalte auch jederzeit ändern können. Zweitens: Wenn Lernende mit Hilfe von Webquests auf Internetquellen verwiesen werden, fördert das möglicherweise auch die Tendenz, diese Quellen eher unreflektiert als „wahr“ anzunehmen. Da eine gewisse Vorauswahl durch den Lehrenden getroffen wird, wird die Filterung der Inhalte bezüglich Qualität und Richtigkeit vorher durch den Lehrenden getroffen. Bei den Studenten könnte das aber dazu führen, dass eine kritische Auseinandersetzung mit den Inhalten und in der Folge mit Netzinhalten allgemein eher nicht stattfindet. Um diesem

Effekt keinen Vorschub zu leisten, sollten stets auch minderwertige Inhalte mit eingebunden werden und die Studenten stets aktiv dazu angehalten werden, alle Inhalte zu hinterfragen.

5.11 Softwaregestütztes Lernen (SL)

Die verschiedenen Arten von Lernsoftware (vgl. Abschnitt 3.12) können zielgerichtet ganz bestimmte Inhalte situationsgerecht präsentieren und vermitteln. Dabei kann der Fokus auf dem reinen Auswendiglernen bis hin zum Trainieren situationsabhängiger Handlungsabläufe liegen.

Lernsoftwareumgebungen sind gut einsetzbar, wenn entweder tendenziell eintöniger Lernstoff ansprechend aufbereitet werden soll, oder in komplexen Simulationsumgebungen die Folgen bestimmter Handlungen deutlich gemacht werden sollen. In jedem Fall ist aber eine bestimmte Lernsoftware notwendig, die zuvor entweder in Eigenregie konzipiert und erstellt, oder aber gekauft bzw. in Lizenz erworben werden muss. Letzteres spricht prinzipiell gegen deren Einsatz in einer Übung, da die damit verbundenen Kosten gescheut werden. Womöglich lässt sich aber kostenlose Software einsetzen. Wenn diese bzgl. Struktur und Inhalt relativ starr ist und sich nur wenig an geforderte Inhalte anpassen lässt, ist sie jedoch nicht für die Verwendung in der Übung geeignet. So gibt es z. Bsp. viele starre, kostenlose Lernsoftwares für Mathematik, zum Erlernen des 10-Finger-Schreib-Systems oder für das Erlernen von Musikinstrumenten.

Thematisch zur Vorlesung passen Angebote wie das kostenlose Lernspiel „AntMe“ [WENDEL 2017], das auf spielerische Weise das Erlernen von C++ oder Visual Basic.NET ermöglicht. Allerdings ist es sicher wenig zielführend, eine Übungsgruppe 90 Minuten lang unter Aufsicht AntMe! spielen zu lassen. Vielmehr könnte sich der Hinweis auf ein solches Angebot vorlesungsbegleitend lohnen.

Daneben gibt es kostenlose Lernumgebungen wie Moodle, bei der der Lehrende dynamische Webseiten für effektives Online-Lernen gestalten kann. Auf diese Art und Weise lassen sich auch die zuvor näher behandelten Webquests relativ einfach und effizient gestalten.

Darüber hinaus gibt es speziell für das Thema Petrinetze einen Java basierten Simulator (<http://olli.informatik.uni-oldenburg.de/PetriEdiSim/index.html>), entwickelt im Rahmen einer Abschlussarbeit an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Er ermöglicht es, den Aufbau und die Funktionsweise von Petrinetzen praktisch zu erlernen und simulieren zu können. Die Software ist unter GNU GP Lizenz frei verfügbar und sogar weiter entwickelbar.

Ähnlich dem GBL ist es jedoch ohne Vorhandensein solcher Spezialsoftware vorteilhaft, Lernsoftware hauptsächlich für einfache Lerninhalte zu verwenden (z. Bsp. VBA, SPS), da komplexe, auf die Themengebiete der Vorlesung zugeschnittene Simulationen einen

großen Entwicklungsaufwand erfordern. Sie können aber, ebenso wie bereits im Abschnitt 5.9 erwähnt, im Rahmen einer oder mehrerer Abschlussarbeiten von Studenten selbst in Angriff genommen werden und so auch ohne hohe Kosten in einiger Zeit zur Verfügung stehen.

5.12 Video / E-Lecture (VD)

Die Erstellung von Lehrvideos ist in der Regel aufwändig (Bild- und Tonaufzeichnung, Schnitt, Aufbereitung etc.), wenn ein hoher Qualitätsanspruch verfolgt wird. Die im Verhältnis zu anderen Konzepten geringe Interaktivität ist ebenfalls ein Nachteil, der aber durch die Einbindung von Videos in weitere Konzepte (Webquests, Webinare etc.) kompensiert werden kann. Diese Vorgehensweise erscheint didaktisch und vom Aufwand her sinnvoller, als z. Bsp. die Interaktivität innerhalb der Videos durch vielschichtige Handlungsstränge zu erhöhen.

Trotz der eingeschränkten Interaktivität sind Videos eine gute Möglichkeit, Lernstoff über die Vorlesung hinaus mit Inhalten zu untermauern, die im täglichen Unterricht oder Seminaren gar nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich wären. Das können Experimente sein, oder das Zeigen von realen Abläufen (Produktion), die sonst nur schwer zugänglich wären. Hier bietet sich beispielsweise ein Videorundgang durch eine bereits bestehende digitale Fabrik bei einem Produzenten der Region an. Oder eine Art virtueller Rundflug eines Datenpaketes durch einen Feldbus oder ähnliches. Sie sollten jedoch nicht zu lang sein, stets die Inhalte besonders anschaulich auf den Punkt bringen und gleichzeitig zur anschließenden Diskussion anregen.

Sehr bewährt haben sich Videos auch im Rahmen von Handlungsanleitungen, um z. Bsp. Bedienungsanleitungen, Abläufe bei der Softwarebedienung oder Reparaturen gut verständlich aufzubereiten.

Sie eignen sich aber auch, um neben dem eigentlichen Lehrstoff z. Bsp. immer wiederkehrende Erklärungen, wie die Benutzung der Grundfunktionen einer bestimmten, in der Übung eingesetzten Software oder der Lernkonzepte selbst Zeit und Aufwand zu sparen.

5.13 Fazit und kritische Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bewertungen in den vorangegangenen Abschnitten sind in Tabelle 7 übersichtlich zusammengefasst. Die Tabelle soll einen Überblick darüber geben, welche der Konzepte für welche Übersichtsthemen (vgl. Tabelle 6) eher geeignet oder ungeeignet sind.

Üb.	EL	BL	SL	WQ	GBL	PI	WN	ML	VD	IC	JiTT
1	+	+	++	++	++	-	-	--	+	-	--
2	+	++	++	++	+	-	--	--	+	-	--
3	+	++	++	++	+	-	--	--	++	-	--
4	+	+	-	++	++	-	-	--	++	-	--
5	+	++	-	++	--	-	--	--	++	-	--
6	+	++	+	++	+	-	--	--	-	-	--

Tabelle 7: Zusammenfassung der Eignung der verschiedenen Lernkonzepte für die jeweiligen Übungsaufgaben 1-6 aufgrund der vorangegangenen Bewertungen

Anhand der Tabelle wird deutlich, dass nicht alle Konzepte für die konkreten Anforderungen der Übungen anwendbar sind, trotzdem gibt es für alle Übungsthemen wenigstens ein oder zwei Konzepte, die Anwendung finden könnten. Damit ist eine gute Grundlage dafür geschaffen, Anhaltspunkte zu geben wie mögliche Übungsaufgaben umgesetzt werden können. So bietet sich für die Übung 5 (digitale Fabrik) beispielsweise ein videounterstütztes Webquest an, während für das Thema 1 (SPS) auch softwareunterstütztes Lernen oder GBL geeignet sein könnte.

Kritische Bewertung der Ergebnisse

Die Evaluation der Übungsthemen für deren Eignung auf der inhaltlichen Ebene (Kapitel 4) wurde anhand möglichst objektiver Bewertungskriterien (inhaltliches, kapazitives, zeitliches und räumliches Kriterium) durchgeführt. Die Gewichtung der Kriterien und der Bezug zu den jeweiligen Vorlesungsinhalten sind jedoch stets auch subjektiven Einflüssen unterworfen. Jeder Bewertende besitzt je nach Vorerfahrung oder seinem ganz persönlichen fachlichem Stand und Interesse in dem jeweiligen Themengebiet eine eher positive, neutrale oder negative Grundhaltung dem Thema gegenüber. Dies muss ihm selbst nicht einmal bewusst sein, sondern kann sich auch unterschwellig äußern.

Aus diesem Grund kann nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden, dass auch subjektive Einflüsse die Themenfindung gestalten. Aus diesem Grund können andere Arbeiten als die vorliegende in manchen Punkten zu anderen Ergebnissen kommen.

Zusätzlich kann auch fehlendes inhaltliches Fachwissen die Bewertung beeinflussen, wenn beispielsweise aufgrund fehlender Informationen die Wichtigkeit eines Themas etwa durch einen fehlenden Bezug zu anderen Themen falsch eingeschätzt wird. Auf diese Weise kann auch die Komplexität eines Einzelthemas unterschätzt und dieses in der Folge fälschlicherweise dem einfach strukturiertem Fachwissen zugeordnet werden.

Die Evaluation der Übungsthemen auf der konzeptionellen Ebene unterliegt zunächst denselben genannten (subjektiven) Kritikpunkten. Zusätzlich birgt die Aufgabenstellung an sich (die Vorgabe zur Findung einer Auswahl aus den behandelten Lernkonzepten für die möglichen Übungen) einen gewissen Konflikt: Die behandelten Konzepte sind

ausschließlich elektronisch gestützte Lernkonzepte. Möglicherweise lassen sich manche Übungsthemen aber auch ohne elektronische Hilfe ebenfalls gut oder sogar besser (da einfacher oder billiger) bearbeiten. Hierbei seien beispielhaft die Themen Boolesche Operatoren oder Wahrheitstabellen genannt, die durchaus auch ohne elektronische Hilfsmittel bearbeitet werden können. Aber auch andere Themen lassen sich mit Sicherheit geschickt auch ohne elektronische Hilfsmittel umsetzen. In dieser Arbeit soll es jedoch ausschließlich um die Nutzung von elektronisch gestützten Lernkonzepten gehen, weshalb an dieser Stelle lediglich der Verweis auf deren Unvollständigkeit angeführt werden soll.

Damit wird die Konzeptauswahl willkürlich eingeschränkt und kommt unter Umständen zwar zu einem guten, aber nicht zu einem optimalen Ergebnis.

Außerdem ist es möglich, dass aufgrund der Vielzahl der möglichen Konzepte, der Wertende versucht ist auch möglichst viele für die Übungen zu verwenden. Dies gilt selbst dann, wenn einige Konzepte objektiv gesehen ungeeignet sind, aber aufgrund ihrer Aktualität möglicherweise besonders hervorstechen (Beispiel: Mobile Learning).

Die getroffene Auswahl sollte daher stets bewusst vor diesem Hintergrund betrachtet werden.

Im folgenden Kapitel werden nun anhand der vorgestellten Ergebnisse konkrete Übungsaufgaben abgeleitet und vorgestellt. Es bildet den zwangsläufig unvollständigen Versuch, die evaluierten inhaltlichen und konzeptionellen Ergebnisse zu vereinen.

6 Konzepte für neue Übungen

Aufbauend auf den vorangegangenen Kapiteln werden hier einige konkrete Übungsaufgaben entworfen, die im Idealfall die vorgeschlagenen Konzepte und Themen kombinieren. Diese können dann entweder teilweise oder in abgewandelter bzw. erweiterter Form für die Neugestaltung der Übung zur Vorlesung genutzt werden. Die Gliederung erfolgt anhand der ausgewählten inhaltlichen Themen.

6.1 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Diese Übung zielt auf die Kombination verschiedener Fachwissensbereiche (Logik, Programmierung, Wahrheitstafeln und Funktionsschaltungen) anhand möglichst interessanter Aufgaben.

Übungsvorschlag 1:

Die Übung soll aus einer Vielzahl kleinerer Übungen zusammengesetzt sein und kann bzw. sollte vorteilhafterweise im Rahmen einer Moodle-Umgebung gestaltet werden, die es ermöglicht, durch den Lehrenden nach und nach verschiedene Teilaufgaben für die Studenten freizuschalten. Die Aufgaben werden einzeln von den Studenten am PC gelöst und geben der Lehrkraft ein direktes Feedback über den Lösungsfortschritt jedes Einzelnen. So kann der Übungsleiter gezielt Hilfestellungen geben.

Die Teilaufgaben bauen aufeinander auf und sollen in diesem Fall das Abstraktionsvermögen und logische Denken schulen. Abschließend gibt es eine etwas komplexere Aufgabe zu Funktionsdiagrammen.

Teilaufgabe 1: Boolesche Operatoren (ca. 15 Minuten)

Einige grundlegende Aufgaben zu Booleschen Operatoren, die das Verständnis der wichtigsten Operatoren abfragen.

Teilaufgabe 2: Wahrheitstafeln (ca. 20 Minuten)

Die Studenten entwickeln selbst ein kleines Spiel zur Wiedergabe von Wahrheitstafeln. Dabei kann das Spiel aus Zeitgründen in Grundzügen schon vorprogrammiert sein, die Studenten müssen nur noch die Formel richtig hinterlegen.

Dafür wird zunächst die zugrunde liegende Formel einer am Bildschirm vorgegebener Wahrheitstafel vom Studenten gefunden und dann zur Probe die Formel in den Quellcode eingegeben. Die Ausgabe des Programms ist dann die Kontrolle, ob die gefundene Lösung korrekt war und gleichzeitig eine kleine Programmierübung. Der Übungsleiter erkennt zudem, wer die Problemstellung schnell und wer sie langsam bewältigt und kann ggf. gezielt Hilfestellungen geben. Er bekommt die Ergebnisse der einzelnen Studenten unmittelbar auf dem Bildschirm angezeigt.

Das programmierte „Spiel“ könnte als Zusatz so erweitert werden, dass bestimmte Operatoren zufallsbestimmt werden. Damit ergäbe sich im Ergebnis ein kleines Spiel, was auch in Folgeübungen immer wieder begleitend mit eingesetzt werden kann.

Teilaufgabe 3: Wahrheitstafeln und Zahlensysteme (ca. 15 Minuten)

Den Studenten werden eine oder zwei Formeln vorgegeben, und sie müssen zwei, jeweils aus z. Bsp. fünf Zeilen bestehende, vorgefertigte Wahrheitstafeln ausfüllen. Die Ergebnisspalte (bestehend aus Nullen und Einsen) soll dann, von oben nach unten gesehen eine Zahl in einem bestimmten Zahlensystem darstellen und die Studenten sollen als Lösung die dargestellte Zahl in die Lösungsmaske eintippen.

Alternativ kann auch einfacher eine Eingabemaske in Moodle gestaltet werden, die zum Überführen einer Zahl eines Zahlensystems in ein anderes dient.

Teilaufgabe 4: Komplexaufgabe Funktionsschaltungen (ca. 40 Minuten)

In einem Elektrofahrzeug soll ein energieeffizientes Heizsystem eingesetzt werden. Als Heizquelle stehen ein Elektroheizer und die Motorenabwärme zur Verfügung. Beide können einen Wasserkreislauf beheizen, der wiederum über einen Wärmetauscher den Innenraum beheizen kann. Da in einem Elektrofahrzeug im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor nur wenig Motorabwärme entsteht, ist dieser zusätzliche Elektroheizer notwendig.

Vereinfachend wird folgendes angenommen: Abhängig von der Motorentemperatur und dem Heizwunsch des Fahrgastes müssen verschiedene Zustände kontrolliert werden. Dafür steht der Temperatursensor T am Motor zur Verfügung. Dieser liefert ein Signal, wenn eine (einstellbare) kritische Temperatur überschritten ist. Beispielsweise liefert T den Wert „1“, wenn er 70°C überschreitet. Der Motor M müsste jetzt gekühlt werden. Darüber hinaus gibt es einen Schalter S, mit dem der Fahrgast die Innenraumbeheizung einschalten kann: $S = 1$ bedeutet dann, Heizung wird gewünscht.

Der Plan der Heizung ist gemäß Abbildung 29 vorgegeben:

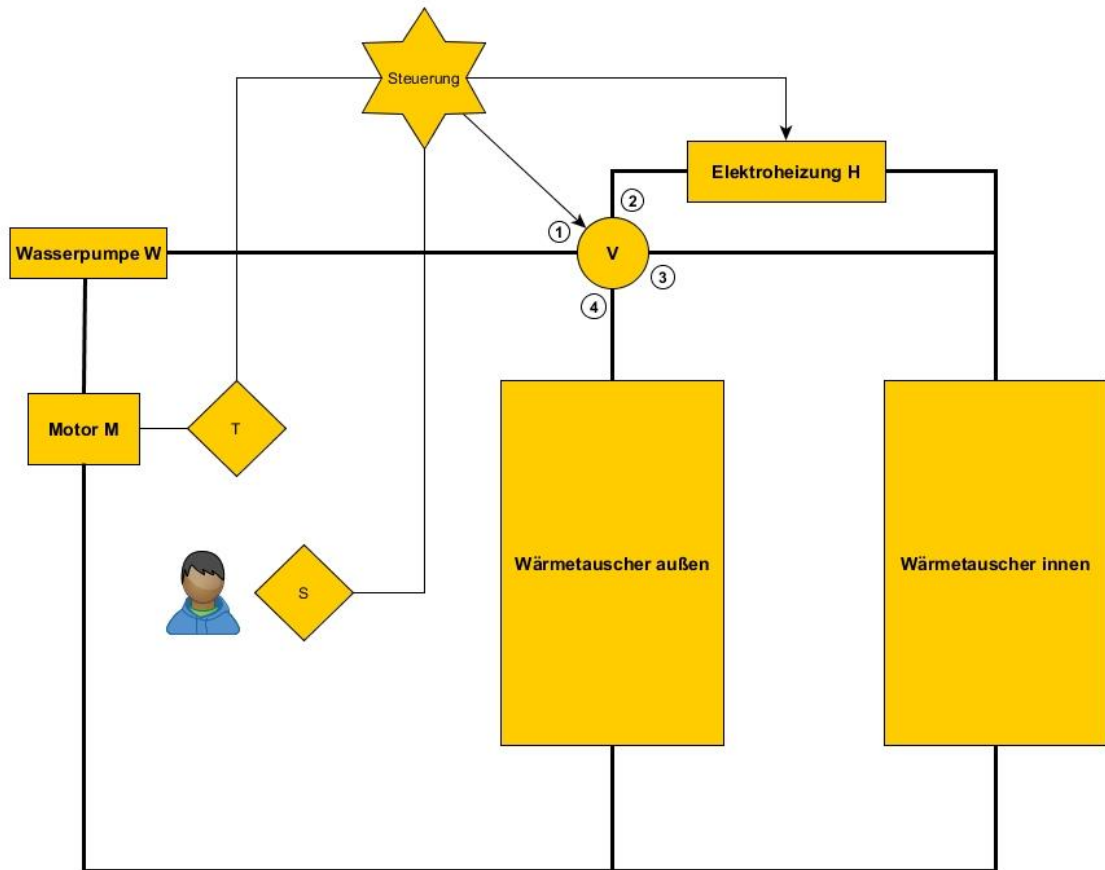


Abbildung 29: Ablaufschema für das Heizkonzept eines fiktiven Elektrofahrzeuges

Fette Linien: Wasserkreislauf, dünne Linien: elektrische Verbindungen. Grafik erstellt mit der kostenlosen Software yworks [YWORKS 2017]

Eine kleine Steuereinheit soll nun gewährleisten, dass die Motorenabwärme, falls benötigt, als Heizquelle für den Fahrgastinnenraum genutzt werden kann. Dazu muss das Vierwegeventil V und die elektrische Heizung H gesteuert werden.

Die Heizung H muss eingeschaltet und vom Wasserkreislauf durchströmt werden, wenn der Motor zu kalt ist, der Fahrgast aber die Heizung benötigt. Wenn der Motor warm ist, kann die Innenraumbeheizung auch ausschließlich über die Motorabwärme durchgeführt werden. Das Ventil muss dann auf Stellung 1-3 schalten und der Elektroheizer kann ausgeschaltet werden.

Wünscht der Fahrgast keine Heizung, muss das Ventil auf Stellung 1-4 schalten. So ist immer gewährleistet, dass der Motor auch dann gekühlt werden kann.

Wie könnte eine Funktionsschaltung aussehen, die in Abhängigkeit von S und T das Ventil V und den Elektroheizer H steuert?

Übungsvorschlag 2:

Erarbeitung verschiedener kleinerer Spiele durch die Studenten selbst, die begleitend während anderen Übungen (in Wartephasen oder zwischendurch) eingesetzt werden können. Dabei werden die Lehrinhalte wie Boolesche Operatoren oder Wahrheitstafeln als bekannt vorausgesetzt, und diese müssen im Rahmen einer Programmieraufgabe in ein kleines Spiel umgesetzt werden. Möglich sind beispielsweise Spiele wie diese:

- Jeopardy mit Kategorien wie Zahlensystemen, Wahrheitstafeln, Programmierschnipseln, Faktenwissen
- Eine Art Flipper, bei dem eine gewisse Punktzahl erspielt werden muss, um die nächste Frage beantworten zu dürfen. Wird diese richtig beantwortet, gibt es Punkte aufs Gesamtkonto, falls nicht, fällt der Spieler eine Stufe zurück.
- Eine Art Minesweeper mit Fachfragen hinter aufzudeckenden Feldern o.ä.

Dabei kann ein Punktesystem integriert werden, mit dem sich die Studenten untereinander oder Jahrgangsweise vergleichen können.

Denkbar ist auch, dass im Anschluss an die Programmierung die Spiele von den Studenten untereinander bewertet werden, um die besten auszuwählen und diese innerhalb der nächsten Übungen einzusetzen.

6.2 Visual Basic for Applications (VBA)

Bei dieser Programmierübung soll die Erkenntnis über den praktischen Zusatznutzen von VBA-Skripten bei der täglichen Arbeit gewonnen werden. Dabei sollen die Studenten nicht nur rein VBA programmieren, sondern im besten Fall dafür sensibilisiert werden, eigenständig für bestimmte Abläufe VBA-Skripte zur Arbeitserleichterung anzuregen. Dies kann selbstverständlich nur geschehen, wenn sie deren Möglichkeiten erfassen und die Einsatzmöglichkeiten selbständig erkennen.

Übungsvorschlag 1: VBA in Word

Für diese Aufgabe sind vom Übungsleiter drei Beispieldatenbanken zu erstellen, auf die die Studenten dann im Rahmen der Übung mittels VBA zugreifen müssen. Außerdem wird eine einfache Wordvorlage benötigt, in deren Felder die Ausgaben der Datenbanken gespeist werden sollen.

Eine Dienstleistungsfirma untersucht kommerziell Proben von Bauschutt auf Asbestgehalt. Dazu werden Bilder an Mikroskopen aufgenommen und ausgewertet. Anschließend muss ein Projektbericht geschrieben werden. Dieser umfasst neben den Kundendaten auch eine firmenintern vergebene, einzigartige Projektnummer. Unter dieser sind alle Anfragen und Vorgänge mit dem entsprechenden Kunden gespeichert.

Im Anschluss an jedes Projekt muss ein Projektbericht geschrieben und verschickt werden. Dieser enthält standardmäßig die Kundendaten, die Projektnummer, Spezialforderungen des Kunden und selbstverständlich auch die Bilder der Untersuchung. Letztere werden nummeriert und projektbezogen in einer Datenbank erfasst, die in die Software des Mikroskopsystems integriert ist.

Bisher müssen die Mitarbeiter für jeden Projektbericht alle Daten händisch aus den beiden Datenbanken in den Projektbericht übertragen.

Teilaufgabe 1: Wordtemplate mit Datenbankdaten füllen (ca. 30 Minuten)

Entwerfen Sie anhand der vorgegebenen Beispieldatenbanken ein VBA-Skript, das das vorgegebene Wordtemplate mit folgenden Daten befüllt:

1. Projektnummer
2. Kundendaten (Name Projektpartner, Anschrift, Telefonnummer)
3. Eigene Firmendaten (Firmenname, Bearbeiter, Bearbeitungszeitraum)

Dazu ist die firmeninterne Datenbank „NAME“ geeignet auszulesen.

Teilaufgabe 2: Wordtemplate mit Bildern aus Datenbank füllen. (ca. 25 Minuten)

Die vom Bearbeiter gemachten Bilder dienen als Nachweis für den Befund des Bearbeiters (Asbest vorhanden oder Asbest nicht vorhanden). Sie sind deshalb enorm wichtig und müssen zwingend im Bericht auftauchen.

Damit der Bearbeiter keine wertvolle Zeit mit der Suche nach Bildern verliert, sollen diese über eine Schaltfläche „Projektbilder einfügen“ automatisch in das Fließtextfeld der Wordvorlage importiert werden. Dazu muss die zweite Datenbank des Mikroskopsystems ausgelesen werden. Als Eingabe dient die Projektnummer, unter der alle vorher am Mikroskop gespeicherten Bilder hinterlegt sind.

Die Beschreibung der Bilder nimmt der Bearbeiter dann im Anschluss entsprechend seines Protokolls vor.

Teilaufgabe 3: Buchhaltungsprüfung mit Excel (ca. 25 Minuten)

Das Finanzamt möchte bei einer Buchhaltungsprüfung die Buchhaltungsdatenbank einer Firma überprüfen. Dabei soll mittels Excel eine Oberfläche zur Verfügung gestellt werden, in die der Quellpfad der Buchhaltungsdatenbank eingegeben werden kann. Beim Bestätigen einer Schaltfläche wird die Datei eingelesen. Die Datenbankdatei besteht aus Datensätzen wie Buchungsnummer, Belegnummer, Rechnungsnummer, Betrag, Konto, Steuersatz etc. Die Datensätze sollen in Excel importiert werden. Anschließend muss der Anwender die Spalte auswählen können, die untersucht wird, und über einen Button auswählen, was genau untersucht werden soll.

Als Ausgabe soll das VBA-Skript das Prüfungsergebnis liefern. Das beinhaltet beispielsweise doppelte Buchungsnummern oder Lücken in den Buchungsnummern. Dazu kommen auch doppelt archivierte Rechnungen mit unterschiedlicher Belegnummer.

6.3 Datenerfassung – Petrinetze

Die Studenten sollen im Idealfall nach der Übung ein Gefühl für die Komplexität und Interdisziplinarität des Themas bekommen. Dazu sollen sie angeregt werden, eigene Lösungsstrategien für komplexe Aufgabenstellungen zu entwickeln und wie sie diese am besten in kleinere Arbeitspakete umsetzen können. Nebenbei vermittelt die Übung praktisches Wissen darüber, wie ein Sensor (hier Temperatursensor) in der Praxis funktioniert und welche physikalischen Prozesse ablaufen, bis am SPS-Eingang eine Null oder eine Eins erscheint.

Auch hier existieren verschiedene Möglichkeiten, eine interessante und lehrreiche Übung zusammenzustellen. Da ist zum einen die ganz praktische Aufgabe, einen kleinen Sensor zu bauen (oder einen vorgefertigten anzusteuern) und diesen in eine Sensoreinheit zu integrieren. Die Aufgabe vermittelt ein grundlegendes Gefühl und ein tieferes Verständnis für den Umgang mit Sensoren aller Art und könnte wie folgt aussehen:

Übungsvorschlag 1: Bau einer Temperatursensoreinheit

Es soll eine einfache Temperatursensoreinheit, bestehend aus einem Sensor und einer kleinen SPS o.ä. gebaut werden. Bei Erreichen einer kritischen Temperatur soll die Einheit das Ausgabesignal von Null auf Eins schalten, welches dann als Eingangssignal für weitere Prozesse dienen kann. Das physikalische Messprinzip kann dabei zunächst durch ein kurzes Einführungsvideo erklärt werden, oder die Übung startet mit einer Webquest zum Thema Temperaturmessung. Dabei werden kurz einige verschiedene Sensortypen und deren Funktionsweisen behandelt (Dauer insgesamt: ca. 15 Minuten).

Teilaufgabe 1: Messfähigkeit herstellen (ca. 25 Minuten)

Für den Sensorbau wird zunächst idealerweise ein einfacher Messwiderstand oder etwas Ähnliches an zwei Drähte angelötet oder zumindest leitfähig verbunden. Die Drähte werden dann mit einer Spannungsversorgung ausgerüstet und der Strom parallel gemessen. Dies kann auch gruppenweise geschehen, wenn nicht genügend Instrumente zur Verfügung stehen. Spannung und Strom werden geräteseitig erfasst, der Widerstand durch die Studenten ermittelt. Eventuell gibt es bei Verwendung eines gekauften Widerstandes eine Eichkurve, über die gleichzeitig die Temperatur bestimmt werden kann.

Anschließend wird die Temperatur in Sensornähe erhöht (Feuerzeug oder andere Wärmequelle) und – falls nicht schon vorhanden – eine Kennlinie des Widerstands ermittelt. Dabei spielt die tatsächliche Temperatur eine untergeordnete Rolle.

Teilaufgabe 2: Sensoreinheit einrichten (ca. 20 Minuten)

Es wird jetzt von jedem Studenten oder jeder Gruppe ein Grenzwert der Temperatur oder des Widerstands des Sensors festgelegt, bei der/dem die Sensoreinheit schaltet. Wenn dieser Schwellwert erreicht ist, soll die von den Studenten entworfene Sensoreinheit sein Ausgangssignal Null auf Eins ändern. Das Signal soll bei Unterschreiten der Grenze auch wieder auf Null zurückschalten. Das ganze kann über eine geeignete Software zur Programmierung von SPS geschehen, oder im Nachhinein als Auswertung einer aufgenommenen Messkurve in Excel.

Teilaufgabe 3: Petrinetze (Restzeit)

Die Funktionsweise eines Spielautomaten „Einarmiger Bandit“ wird mit der Lernsoftware PetriEdiSim [HORNSTEIN 2017] simuliert.

Dabei gibt es den Aktivierungsarm, eine Stoptaste für die Walzen sowie die Walzen selbst, die in verschiedenen Positionen halten können. Je nach Position und auftretender Wahrscheinlichkeit gibt es einen Gewinn in Vielfachen des Einsatzes. Bei jedem Spiel soll ein gewisser Teil des Einsatzes (nicht mehr als 1-2 %) in einen Jackpot wandern. Dieser wird bei einer ganz bestimmten, seltenen Walzenkombination ausgeschüttet. Der Jackpot ist spielerübergreifend, sodass ein Spieler beispielsweise von den Einsätzen aller vor ihm Spielenden profitieren könnte.

Gleichzeitig soll aber auf lange Sicht (sehr viele Spiele) der Automat ca. 5 % des eingesetzten Geldes einbehalten. Dies stellt den Gewinn der Bank bzw. des Casinos dar.

Übungsvorschlag 2: Digitalisierung eines Betriebes

Ein Produktionsbetrieb für Edelstahl-Plattenwärmeübertrager soll digitalisiert werden um zukünftig Abläufe und Qualität zu optimieren. Die Herstellung solcher Übertrager wird anhand eines Videos erklärt oder durch eine Webquest selbst erarbeitet. Es werden verschiedene Übertrager hergestellt, die sich hinsichtlich ihrer Plattenform und -anzahl unterscheiden. Die dabei auftretenden (hier fiktiven) Teilabläufe in der Produktion sind z. Bsp. (nicht zwingend alle erforderlich oder in der Realität vorhanden, sollen hier als Übungsbeispiel verwendet werden):

- Inspektion angelieferter Edelstahlbänder und Qualitätskontrolle,
- Walzen der Bänder mit den entsprechenden Profilen,
- Beschnitt der gewalzten Bänder auf die exakten Abmessungen der Platten,
- Stanzen von Anschlusslöchern in die Platten,
- Ausschussprüfung über eine Kamera mit Formerkennungssoftware,
- galvanische Beschichtung mit Lot zum anschließenden Verlöten (Tauchen in ein Elektrolysebad und Beaufschlagung mit Strom),

- Zusammensetzen bestimmter Platten zu einem Übertrager,
- Wärmebehandlung von Teilen (Löten $>300^{\circ}\text{C}$),
- Transport der fertigen Übertrager ins Lager (erst wenn ausgekühlt auf 40°C),
- Lagerung von Teilen je nach Produktgruppe sortiert,
- Verpackung und Auslieferung der fertigen Wärmeübertrager

Ziel ist eine Schnittstelle für den Betrieb, die es erlaubt auf alle produktionsrelevanten Größen jederzeit zuzugreifen. Dazu zählt z. Bsp. der Lagerbestand der verschiedenen Teile (Anzahl der vielen verschiedenen Einzelplatten und der fertigen, verschiedenen Wärmeübertrager), die aktuelle Produktionsrate und somit die Zeit bis zum Erreichen einer bestimmten Stückzahl. Damit ist der Vertrieb z. Bsp. in der Lage bei Angebotserstellung ein konkretes Lieferdatum zu nennen oder Engpässe besser voraus zu sehen und zu reagieren.

Aber auch qualitätsrelevante Merkmale wie die Ausschussquote (in Abhängigkeit von Produktmerkmalen wie der Plattengeometrie), Formgenauigkeiten etc. sollen gespeichert, nachvollziehbar und rückverfolgbar sein. Dazu sollen bisher nicht bekannte Daten, wie die Verweildauer der einzelnen Stücke in jedem Prozess für zukünftige Optimierungsansätze der Produktion erfasst werden.

Teilaufgabe 1: (ca. 20 Minuten)

Welche der o.g. Abläufe eignen sich wie für eine technische Datenerfassung, und wie können diese in ein Prozessablaufprogramm integriert werden?

Welche Daten können damit gewonnen werden und wie können diese für bisher nicht mögliche Zwecke genutzt werden? (Frage zielt auf Überprüfbarkeit von Fertigungstoleranzen bei späteren Kundenreklamationen oder statistische Auswertung der Produktionsdaten)

Nach der Zusammenstellung der Ergebnisse durch den Übungsleiter entweder digital für die Studenten sichtbar oder einfach an einem Flipchart o. ä. können bzw. sollen die Studenten über die möglichen Lösungen diskutieren und Vor- und Nachteile verschiedener Antworten am konkreten Fall diskutieren. Anschließend kann zu Teilaufgabe 2 übergegangen werden:

Teilaufgabe 2: (ca. 20 Minuten)

Was sind die Voraussetzungen für ein solches System? Wie ist die Herangehensweise an eine Implementierung? Auf welche Rahmenbedingungen muss geachtet werden, und welche Stolpersteine sind zu befürchten? Wie kann eine geeignete Datenbank aussehen? Wie kann eine Schnittstelle zur Datenbankabfrage aussehen?

Auch hier sollen die Studenten wieder über die möglichen Lösungsansätze diskutieren können um sich Vor- und Nachteile verschiedener Lösungsstrategien zu erarbeiten.

Teilaufgabe 3: (Restzeit)

Analog zu Übungsaufgabe 1: Simulation eines einarmigen Banditen mittels Petrinetzen über die erwähnte Lernsoftware.

6.4 Feldbus – Datenaustauschformate

Zu diesem Thema bietet sich ein Webquest oder ein kleines Spiel an. Im Rahmen der Webquest könnten die Vor- und Nachteile bestimmter Datenaustauschformate im jeweiligen Bereich untersucht werden. Dazu sei das STEP-Format als Austausch für 3D-Geometrien zwischen den verschiedenen CAD-Systemen oder Maschinen genannt oder das CSV-Format für Datensätze verschiedenster Sensoren, die mit einem PC oder einer anderen Recheneinheit dann einfach ausgewertet werden können.

Ein kleines Spiel oder eine Lernsoftware, die im Vorfeld erstellt werden müsste, könnte anhand eines konkreten Beispiels eines Netzwerkes bestehend aus definierten Stationen, die Vor- und Nachteile verschiedener Bussysteme praktisch erfahrbar machen. Auch die Kommunikation der Stationen untereinander kann so simuliert und für die Studenten sichtbar gemacht werden. Dabei könnte beispielsweise visualisiert am Bildschirm dargestellt werden, was passiert, wenn alle Stationen eines Netzwerkes wild durcheinander senden. Daraus leiten die Studenten dann unmittelbar die Anforderungen an ein mögliches Transferprotokoll ab und vergleichen diese anschließend mit denen echter Protokolle wie z. Bsp. ftp oder http etc.

Ein Beispiel für solch eine Anwendung könnte folgendes Szenario sein: Es senden verschiedene Sensoren an unterschiedlichen Punkten in einer Halle eines Chemiewerkes laufend Daten ins Netzwerk. Eine SPS oder ein Mikroprozessor verarbeitet diese Daten und erstellt daraus Ausgangsdaten anhand derer bestimmte Entscheidungen getroffen oder Signale ausgelöst werden.

Eventuell kann man den Studenten die Problematik auch ganz analog durch eine Art Rollenspiel näher bringen. Dabei spielen sie selbst Sendestationen und den Mikroprozessor, der die unterschiedlichsten Datenformate verschiedener, an den BUS angeschlossener Sensoren oder Einheiten empfängt. Diese müssen sie dann zunächst sortieren und aufbereiten, damit sie vergleichbar sind. Dann ist womöglich die Taktfrequenz anzupassen etc. Dass dies sehr aufwändig ist und viel Zeit kostet leuchtet unmittelbar ein.

Der Nutzen von Transferprotokollen und Austauschformaten erschließt sich somit unmittelbar.

6.5 Digitale Fabrik

Diese Übung hat das Ziel, die Befähigung der Studenten zur Gruppenarbeit im Rahmen einer komplexen Aufgabenstellung zu stärken. Dabei müssen sie ihr interdisziplinäres Denken schulen und eine weitgreifende Aufgabenstellung mit allen implizierten Konsequenzen durchdenken. Darauf aufbauend kann die Entwicklungsfähigkeit für Lösungsstrategien geschult werden. Außerdem bietet die Übung einen kleinen Programmieranteil, der entsprechendes Fachwissen voraussetzt und entwickeln kann.

Übungsvorschlag 1: Simulation und Aufbau einer digitalen Fabrik in eine bestehende Produktion.

Die Übung findet größtenteils am PC statt. Einige Übungsteile sind Gruppenarbeit und andere reine PC-Teile. Während der Übung ist eine Lehrkraft präsent, moderiert den Übungsablauf und steht laufend für inhaltliche Fragen zur Verfügung. Durch die Übung führt eine Webseite, die vorher vom Übungsleiter erstellt wurde. Diese enthält sowohl Inhalte, Fragenteile als auch Eingabemasken für die Studenten. Die Antworten auf Übungsfragen werden in eine Maske am Computer eingegeben. Zum Programmieren nutzen die Studenten eine normale Programmierumgebung und kopieren am Schluss Code-schnipsel in die Eingabemaske. Die Maske erlaubt das Archivieren der studentischen Arbeiten und evtl. das spätere Auswerten für den Vergleich von Jahrgängen etc.

Die Übung beginnt mit einem kurzen Einführungsvideo. Das Video erklärt die grundsätzlichen Produktionsabläufe in einer Luftballonfabrik (z. Bsp. Herstellung: <http://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/luftballon.php5> Verpackung: <https://www.youtube.com/watch?v=mKXTToXYqOxc>) oder ein selbst gemachtes Video).

Die Studenten schauen sich die Videos an und werden mit den grundsätzlichen Produktionsabläufen bei der Luftballonherstellung vertraut gemacht. Diese sind: 1. Herstellung, 2. Färbung, 3. Mischen, 4. Wiegen, 5. Verpacken.

Als nächstes folgt entweder wieder ein Video oder ein Text auf der Übungsseite, der die Zielstellung skizziert:

Die Geschäftsleitung der Ballon GmbH erfährt auf einer Messe von den Möglichkeiten der Industrie 4.0 und überlegt sich, dass es einen großen Markt für personalisierte Luftballons gibt. Diese können für Hochzeiten, Kindergeburtstage oder sonstige Festveranstaltungen gebraucht werden. Die Geschäftsleitung malt sich folgendes Zielszenario aus:

Die Kunden entwerfen online über ein Java-interface oder ähnliches ihre Wunschluftballons auf der Firmenwebseite. Dabei können sie nicht nur die in der Produktion herstellbaren Farben wählen (hier Rot, Blau, Grün, Gelb, Violett, Orange und Pink), sondern können außerdem einen Schriftzug für jeden einzelnen Ballon entwerfen (z. Bsp. „Willkommen zurück Uli Hoeneß“ oder „Endlich offen: Die unendliche Geschichte des BER“).

Zusätzlich soll es die Möglichkeit geben, richtige Bilder auf die Ballons zu drucken. Diese können entweder selbst hochgeladen, oder über ein einfaches Interface selbst entworfen werden können. Anschließend gibt der Kunde die gewünschte Anzahl für jeden Wunschballon und seine persönlichen Daten an und erhält dann automatisch eine Rechnung per E-Mail. Nach Geldeingang bekommen die Kunden dann nach drei Werktagen einen Beutel mit ihren personalisierten Luftballons zugeschickt. Das Ganze soll möglichst ohne Abstriche bei der Produktionskapazität ablaufen, das heißt annähernd so schnell gehen wie bisher. Die normale Produktion soll dadurch aber nicht beeinträchtigt, sprich ausgebremst werden.

Nun wird nach einer kurzen Diskussionsrunde mit dem Übungsleiter zu Verständnisfragen die erste Teilaufgabe freigeschaltet. Bis hierher sollte die Übung nicht mehr als 15 Minuten gedauert haben. Die erste Teilaufgabe könnte dann wie folgt aussehen:

Teilaufgabe 1: Faktenwissen abfragen und Ideenfindung, ca. 20 Minuten.

- Wie müsste die Eingabemaske auf der Internetseite strukturiert sein?
- Welche technischen Voraussetzungen müssen vorhanden sein, damit die Produktion derart umgestellt werden kann?
- Welche Arbeitsschritte müssten umdefiniert oder neu geschaffen werden, damit das Ziel erreicht werden kann? Gibt es mögliche Varianten der Arbeitsprozesse, die zum selben Ziel führen können?
- Welche Maschinen müssten für eine der Varianten neu angeschafft werden?

Die letzte Frage zielt beispielsweise auf Maschinen für die Farbsortierung, Bedruckung sowie auf Lesesysteme usw. ab

Die Fragen können oder sollten vorteilhafterweise in Gruppen beantwortet werden, wobei ein Ideenaustausch zwischen den Studenten angestrebt wird.

Dem Übungsleiter werden die Eingaben der Studenten live angezeigt, und er kann sofort reagieren, wenn Aufgaben missverstanden oder falsch beantwortet werden. Dazu könnte er entweder eine implementierte Chat- oder Kommentarfunktion nutzen, oder zu der entsprechenden Gruppe hinlaufen und sich dort in die Diskussion einklinken.

Nachdem alle Gruppen die Aufgabe mit ihren Ideen umgesetzt haben (es gibt nicht für alle Fragen ein einheitliches „richtig“ oder „falsch“), kann wieder ein Austausch über den Gruppenleiter erfolgen. Beispielsweise stellt er besonders einfallsreiche Ideen vor oder weist auf besondere Nachteile anderer Ideen hin. Im Anschluss wird zu Teilaufgabe 2 übergegangen.

Teilaufgabe 2: Gruppendiskussion (ca. 20 Minuten)

Es handelt sich um eine fiktive Diskussion zwischen den verschiedenen Abteilungen der Ballon GmbH. Dabei werden die Studenten gruppenweise verschiedenen Abteilungen zugeordnet: Gruppe 1 – Produktion, Gruppe 2 – Controlling, Gruppe 3 – IT, Gruppe 4 – Geschäftsleitung. Die Aufgabe besteht darin, einen möglichst vernünftigen Kompromiss aus den verschiedenen Standpunkten abzuleiten und im Ergebnis eine Zielstellung für die umzusetzenden (Teil-) Ziele abzuleiten. Diese Übung lockert die Übungsatmosphäre etwas auf und bringt neue Sichtweisen in die Aufgabenstellung. Der Übungsleiter moderiert die Diskussion.

Den Gruppen werden am Bildschirm ihre Standpunkte und ihr jeweiliger Handlungsspielraum vermittelt. Anschließend kommen sie zusammen und diskutieren die Möglichkeiten. Die Geschäftsleitung beginnt. Konflikte sollen provoziert und ausdiskutiert werden. Beispielsweise ist die IT-Abteilung viel zu klein um diesen Aufwand zu stemmen und will neue Mitarbeiter, das Controlling will eigentlich keine neuen Prozesse und kritisiert die Kosten, die Produktion fordert ein viel zu großes Budget und die Geschäftsleitung hat ein zu kleines Budget in Aussicht gestellt und fordert immer neue Möglichkeiten. Wie könnten Kompromisse aussehen?

Wenn sich auf vernünftige Kompromisse (z. Bsp. nur Bedruckung, keine Ballonfarbauswahl, oder keine Graphiken, dafür tolle Schriften o.ä.) geeinigt wurde, werden diese fixiert und für die nächsten Teilaufgaben verwendet. Ansonsten werden vorgegebene Zielstellungen verwendet (vom Übungsleiter vorher definiert).

Teilaufgabe 3: Arbeitsaufgaben zerlegen und strukturieren lernen (ca. 15-20 Minuten)

- Wie sieht ein Gesamtkonzept für die digitale Fabrik aus? (Mindmap?)
- Welche Prozesse müssen miteinander kommunizieren können um die vorgesehene Zielstellung zu erreichen?
- Welche exakt definierten Arbeitsschritte in der Produktion sind für die Umsetzung notwendig, und wie können bzw. müssen diese an ein IT System angebunden werden?

Zielstellung: Die Studenten sollen die komplexe Aufgabe „Einführung einer digitalen Fabrik“ in kleine Teilaufgaben zerlegen lernen, für die anschließend konkrete Arbeitspakete definiert werden können.

Teilaufgabe 4: Programmierübung im Gesamtkontext (ca. 15 Minuten)

Die Studenten sollen eine kleine Datenbank entwerfen, die z. Bsp. von einem php Skript über die Firmenwebseite gespeist wird. Dies kann durchaus jeder Student einzeln durchführen, hier muss keine Gruppenarbeit mehr geschehen. Die Aufgabe besteht darin, die

Datenbank von vornherein so zu strukturieren, dass alle Teilprozesse (Produktionsarbeits-schritte, Controlling (Auftragsabwicklung), automatisierte Rechnungserstellung etc.) ein-fach darauf zugreifen können.

Anschließend erfolgt wiederum eine kurze Auswertung durch den Dozenten, der auf mögliche Fehlerquellen hinweist und z. Bsp. ein besonders gutes Beispiel herausstellt.

Falls jetzt noch Zeit verbleibt, kann optional noch Teilaufgabe 5 gestellt, oder als kleine Zusatz- bzw. Hausaufgabe vergeben werden:

Teilaufgabe 5: Programmierübung (ca. 20-30 Minuten)

Programmieren Sie eine Schnittstelle für das Firmennetzwerk, die Abfragen für die skiz-zierte Datenbank bearbeiten kann und den einzelnen Arbeitsplätzen (definieren!) der ein-zelnen Arbeitsschritte alle nötigen Informationen bereitstellt.

Übungsvorschlag 2:

Die Studenten erarbeiten sich den Funktionsablauf einer digitalen Fabrik anhand einer kleinen Wirtschaftssimulationssoftware. Das Ziel ist die wirtschaftliche und logistische Simulation eines fiktiven Produktionsablaufes. Dabei wird nach und nach die gesamte Produktion anhand eines vorgegebenen (oder im Vorfeld selbst erarbeiteten) Schemas digitalisiert. Anschließend werden wirtschaftliche Kenngrößen vor und nach der Digita-lisierung verglichen.

Die Software müsste jedoch zunächst aufwändig erstellt werden. Das könnte jedoch im Rahmen einer Abschlussarbeit durch einen Studenten der Fakultät erledigt werden.

6.6 Logdateien – Skriptsprachen

Ziel dieser Übung soll es sein, die Möglichkeiten der Analyse von Logdateien kennenzu-lernen und auch praktisch durchzuführen. Dabei soll das Verständnis für die Notwendig-keit und die Möglichkeiten von Logdateien geschaffen werden. Gleichzeitig kann im Rahmen der Übung das Wissen über und die Anwendung von Skriptsprachen am prakti-schen Beispiel vertieft werden. Durch die Übung führt ebenfalls ein Moodle.

Vorbereitung: Die Studenten programmieren zu Hause kleine Beispielprogramme um Syntax und Anwendung zu erlernen. Während der Übung werden Aufgaben gestellt, in denen diese Beispiele genutzt werden können, um so Zeit zu sparen und den Fokus auf die eigentliche Übungsaufgabe zu lenken. Diese Beispielprogramme könnten kleine Suchalgorithmen mit Ausgabe der Treffer in einer Datei sein.

Der Übungsleiter muss einmalig entweder einige Logdateien selbst erstellen, oder geeig-nete reale Logdateien finden.

Übungsvorschlag 1: Arbeiten mit Logdateien

Der Chef eines mittelständischen Unternehmens für die Produktion von Werkzeugen erhält von seinem Internetprovider den Hinweis, dass seine Datenübertragungsgeschwindigkeit zukünftig ab 2TB Übertragungsvolumen auf 16 Mbit/s gedrosselt wird. Er ist verwundert über die Drosselung durch das hohe Datenvolumen und möchte Nachforschungen anstellen.

Teilaufgabe 1: Suchen und Finden (ca. 25 Minuten)

Anhand einer Beispiellogdatei des firmeninternen WLAN-Routers werden verschiedene Aufgaben gestellt. In einer ersten Runde (Teilaufgabe 1), schreiben die Studenten kleine Programme in Skriptsprachen um z. Bsp. herauszufinden, wie oft eine bestimmte IP Adresse vergeben wurde, oder welche IP Adresse die am häufigsten vergeben ist. Anschließend soll beispielsweise anhand einer Liste mit MAC-Adressen geprüft werden, ob sich andere als die auf der Liste am Router angemeldet haben und wenn ja, wann und wie oft.

Teilaufgabe 2: Analyse des Datenverkehrs (ca. 25 Minuten)

Der Datenverkehr der fremden MAC-Adressen soll analysiert werden. Dazu bekommt jede Gruppe eine MAC-Adresse zugewiesen und soll deren Datenverkehr analysieren (Zeiten, Zieladresse (Zielwebseite), Datenvolumen gesendet, Datenvolumen empfangen, Gesamtvolumen).

Hier taucht dann in allen Gruppen regelmäßig ein italienischer Server auf, an den meist zu Nachtzeiten beträchtliche Datenmengen gesendet werden.

Teilaufgabe 3: Analyse der Logdatei einer Produktionsmaschine (ca. 30 Minuten)

Eine Maschine stellt regelmäßig verschiedene Pressteile her. Dazu müssen sich Hydraulikzylinder an der Maschine bewegen. Diese Bewegung wird in Logdateien erfasst, und zwar in Form von Weg-Zeit- und Kraft-Zeit-Kurven. Es existiert also eine sehr große Zahl von Dateien, die jeweils einen Stanzzyklus darstellen, während dessen mit einer gewissen Taktung (z. Bsp. 5 Hz) sowohl die Kraft als auch der Weg des Hydraulikzylinders erfasst wird.

Durch die Auswertung der Daten sollen bisher händisch nach Gefühl durchgeführte Wartungsarbeiten wie das Reinigen des Hydraulikzylinders oder qualitätsrelevante Merkmale wie Ausschussproduktion anhand messbarer Kriterien bewertet werden.

Die Logdateien sollen dazu maschinenintern wie folgt aufbereitet werden. Es wird eine zweite Logdatei erstellt, die anhand der Originalrohdaten folgende Spalten enthält:

- a. Zykluszahl
- b. die (mittlere) Kraft im lastlosen Fahrbereich (bevor der Zylinder auf das Pressgut trifft)

- c. die Maximalkraft im Presszyklus
- d. die Zeit, während der ein Pressstempel mindestens die Kraft 2.000 N erfährt

Anschließend sollen diese extrahierten Daten so aufbereitet werden, dass die Maschine ein Warnsignal ausgibt, sobald sich fünfmal in Folge in der Spalte b Kraftwerte über 500 N einstellen. Ein Mitarbeiter soll jetzt den Kolben reinigen.

Wenn die Maximalkraft im Presszyklus den Wert 150 kN übersteigt, soll der Zähler „Ausschussteile“ um eins erhöht werden. Sobald der Quotient aus dem Zähler „Ausschussteile“ und der Zykluszahl einen kritischen Wert von 0,01 übersteigt, soll die Maschine stoppen und überprüft werden. (Frage: Welche möglichen Probleme können bei der Definition eines solchen Kriteriums entstehen und wie kann man dem Vorbeugen? Die Frage zielt auf die frühe Produktion eines Ausschussteils und die damit beim Beginn der Zählung zu hohe Ausschussquote. Lösung: Einbau einer Mindestgröße des Zählers, ab der das Kriterium angewandt werden soll).

Die Zeit in Spalte d soll aufsummiert werden, um die Maschinenhaltbarkeit zu prüfen und für buchhalterische Berechnungen zur Verfügung zu stehen.

Idealerweise lassen sich die Zahlenwerte entweder durch eine Eingabemaske vom Maschinenbediener oder durch eine maschineninterne Teiledatenbank so abändern, dass sie auch beim Wechsel eines Pressteils eine sinnvolle Auswertung ergeben. Wird auf der Maschine ein Werkzeug gewechselt um ein anders Teil herzustellen, sind dafür in der Folge natürlich andere Kräfte und Zeiten notwendig. Deshalb müssen sich auch die zuvor genannten Kriterien teilspezifisch bzw. werkzeugsatzspezifisch ändern können.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit trägt dazu bei, die bisherige Übungsreihe zur Vorlesung „Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen“ der Technischen Universität Dortmund grundsätzlich umzugestalten und an die gestiegene Studentenzahl anzupassen. Dabei nutzt die Arbeit die Gelegenheit, um zu prüfen, inwieweit sich neue Lernkonzepte im Bereich der elektronisch unterstützten Lehrmethoden in die Aufgabenstellungen integrieren lassen. Dabei werden die technischen, kapazitiven und zeitlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt und fließen in die Vorschläge für neue Übungsaufgaben mit ein.

Dazu werden zunächst die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorlesung herausgearbeitet, um mögliche Themen und Übungsansätze inhaltlich zu evaluieren. Im Anschluss werden anhand der Literatur elf mögliche, elektronisch unterstützte Lernkonzepte anhand einer intensiven Literaturrecherche vorgestellt. Dabei werden sämtliche übungsrelevante Inhalte der Lernkonzepte vorgestellt und auf Besonderheiten eingegangen. Diese sind beispielsweise die Notwendigkeit bestimmter Geräte (Clicker oder Mobile Learning) oder bestimmter Software (Beispiel Softwaregestütztes Lernen oder Webquests). Diese inhaltliche und konzeptionelle Auswahl dient der Bildung einer Entscheidungsgrundlage für die Bewertung der einzelnen Themen hinsichtlich ihrer Eignung als Übungsthema bzw. Lernkonzept.

Darauf aufbauend werden in den Kapiteln 4 und 5 zu Beginn jeweils inhaltliche bzw. konzeptionelle Bewertungskriterien erstellt, anhand derer in objektiver Weise eine Übungsauswahl – sowohl für deren Fachinhalte, als auch für die einzusetzenden Lernkonzepte – erfolgt. Die Kriterien bilden die Rahmenbedingung ab, unter denen die Übungen stattfinden können. Sie betreffen beispielsweise die Studentenzahl, zur Verfügung stehende Lehrmittel und Gelder, Software und Räumlichkeiten sowie den Aufwand für mögliche Übungsleiter.

Anhand der Kriterien werden die Themen SPS, VBA, Datenerfassung – Petrinetze, Feldbus – Datenaustauschformate, digitale Fabrik sowie Logdateien – Skriptsprachen ausgewählt. Die Eignung der Lernkonzepte erfolgt mit Bezug auf die inhaltlichen Themen qualitativ anhand der Tabelle 7. Im Ergebnis wird die bevorzugte Verwendung der Lernkonzepte Blended Learning, Game-Based-Learning, Webquest und Video vorgeschlagen.

Anschließend werden die getroffenen Entscheidungen bzw. Empfehlungen kritisch hinterfragt und mögliche subjektive Einflussfaktoren auf die inhaltliche und konzeptionelle Auswahl diskutiert. Diese sind im Wesentlichen eine mögliche Fehleinschätzung aufgrund ungenügender Faktenlage und bewusste oder unbewusste subjektive Einflüsse auf die Bewertung der einzelnen Themen und Konzepte durch die individuelle Vorprägung bzw. Erfahrung der bewertenden Person.

Den wichtigsten Punkt der Arbeit stellt die abschließende Diskussion möglicher neuer Übungskonzepte dar. Dabei werden für die genannten sechs möglichen inhaltlichen Übungsthemen insgesamt neun Vorschläge gemacht, wie eine Übung mit dem jeweiligen Themenschwerpunkt aussehen kann. Es werden sowohl inhaltliche Schwerpunkte benannt, als auch die Umsetzung der angedachten Lernkonzepte in das Übungskonzept beschrieben. Diese Zusammenstellung dient als konzeptionelle Grundlage und Ideengrundlage für die Umsetzung in die Praxis und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Gleichzeitig wird ein erster Versuch unternommen, ausgewählte Teilaufgaben zeitlich zu differenzieren um somit einen Ansatzpunkt für die Struktur der jeweiligen Übungen zu geben.

8 Ausblick

Die vorliegende Arbeit bietet lediglich ein thematisches Grundgerüst und eine Auswahl möglicher Lernkonzepte für die Neustrukturierung der Übungsthemen. Die abgeleiteten, möglichen Übungsaufgaben dienen ebenfalls lediglich als Orientierung für eine erste Ideenfindung und können im Resultat völlig anders aussehen. Die Umstrukturierung der Übung ist ein längerer Prozess, der auch nicht zwingend irgendwann abgeschlossen sein muss.

Unabhängig davon soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, wie evtl. die Studenten selbst einen großen Einfluss auf die Übungsgestaltung nehmen können. Dies kann entweder in Form der angesprochenen, selbst programmierten Spiele geschehen, die von Jahrgang zu Jahrgang unterschiedlich sein können und im Laufe der Zeit ein sehr nützliches Repertoire an Lernspielen für zukünftige Übungen bilden.

Die Möglichkeit, komplexere Simulationen im Rahmen von größeren Studienarbeiten zu erstellen, die dann in zukünftigen Übungen eingesetzt werden können, sollte unbedingt weiter verfolgt werden. Damit wird es möglich, auch Themen die aktuell zu komplex oder zu aufwändig sind (Simulation einer digitalen Fabrik) für die Zukunft anzubieten und die Übung auf diese Weise nach und nach durch die Studenten selbst zu gestalten.

Diese Art der Gestaltung hat möglicherweise für beide Seiten einen Vorteil: Der Lehrstuhl spart Zeit und Aufwand für eine qualitativ hochwertige Übung, die Studenten sind durch die Möglichkeit der Einflussnahme auf ihren Unterricht oder den zukünftiger Studenten zusätzlich motiviert. Letzteres dürfte den Lerneffekt und den Kompetenzerwerb nochmals deutlich steigern.

9 Literaturverzeichnis

BENKER, HANS 2014: EXCEL in der Wirtschaftsmathematik. Anwendung von Tabellenkalkulationsprogrammen für Studenten, Dozenten und Praktiker. Wiesbaden: Springer Vieweg

BÖHRINGER, JOACHIM; BÜHLER, PETER; SCHLAICH, PATRICK 2011: Kompendium der Mediengestaltung. Produktion und Technik für Digital- und Printmedien. 5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin. Springer

BRAUER, MARKUS 2014: An der Hochschule lehren. Praktische Ratschläge, Tricks und Lehrmethoden. Berlin: Springer VS

CLAUS, STEFAN; PIETZONKA, MANUEL 2013: Studium und Lehre nach Bologna. Perspektiven der Qualitätsentwicklung. Wiesbaden: Springer VS

CRESS, ULRIKE; HESSE, Friedrich W.; SASSENBERG, KAI 2014: Wissenskollektion. 100 Impulse für Lernen und Wissensmanagement in Organisationen. Wiesbaden: Springer-Gabler

DABBAGH, NADA; BENSON, ANGELA D.; DENHAM, ANDRÉ; JOSEPH, ROBERTO; AL-FREIH, MAHA; ZGHEIB, GHANIA; FAKE, HELEN; GUO, ZHETAO 2016: Learning Technologies and Globalization. Pedagogical Frameworks and Applications. Heidelberg: Springer

DFG 2013: Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Weinheim: Wiley-VCH

DIN EN 61131-1:2003-07, Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Informationen (IEC 61131-1:2003); Deutsche Fassung EN 61131-1:2003. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin

DIN EN 61131-1:2003-13-03, Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 3: Programmiersprachen (IEC 61131-3:2013); Deutsche Fassung EN 61131-3:2013. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin

DIN EN 61131-5:2001-01, Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 5: Kommunikation (IEC 61131-5:2000) Deutsche Fassung EN 61131-5:200., Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin

EHLERS, ULF-DANIEL 2004: Qualität im E-Learning aus Lerner Sicht. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

ERPENBECK, JOHN; SAUTER, WERNER 2013: So werden wir lernen! Kompetenzentwicklung in einer Welt fühlender Computer, kluger Wolken und sinnsuchender Netze. Berlin: Springer-Gabler

ERPENBECK, JOHN; SAUTER, SIMON; SAUTER, WERNER 2015: E-Learning und Blended Learning. Selbstgesteuerte Lernprozesse zum Wissensaufbau und zur Qualifizierung. Wiesbaden: Springer Gabler

GERLACH, STEFANIE; SQUARR, INGA 2015: Methodenhandbuch für Softwareschulungen. 2., überarbeitete Auflage. Berlin: Springer-Vieweg

GREEN, LUCY SANTOS; BANAS, JENNIFER R.; PERKINS, ROSS A. 2017: The Flipped College Classroom. Conceptualized and Re-Conceptualized. Cham: Springer International

GUERTIN, LAURA A.; ZAPPE, SARAH E.; KIM, HEEYOUNG 2007: Just-in-Time Teaching Exercises to Engage Students in an Introductory-Level Dinosaur Course. Berlin: Springer Science+Business Media

GÜNTNER, WILLIBALD; TEN HOMPEL, MICHAEL 2010: Internet der Dinge in der Intralogistik. Berlin: Springer

HAUSLADEN, IRIS 2016: IT-gestützte Logistik. Systeme – Prozesse – Anwendungen. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler

HERING, EKBERT; BRESSLER, KLAUS; GUTEKUNST, JÜRGEN 2005: Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 5., aktualisierte Auflage. Berlin: Springer

HERMANN-RUESS, ANITA; OTT, MAX 2014: Das gute Webinar. Das ganze Know How für bessere Online-Präsentationen, ein Praxisratgeber: Online präsentieren und Kunden gewinnen. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg

HESSE, STEFAN; SCHNELL, GERHARD 2014: Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation. Funktion – Ausführung – Anwendung. 6., korrigierte und verbesserte Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg

HEUTSCHI, ROGER 2007: Serviceorientierte Architektur. Architekturprinzipien und Umsetzung in die Praxis. Berlin: Springer

HORNSTEIN, PETRA 2017: freie Lernsoftware zum Thema Petrinetze. Fakultät Informatik der TU Oldenburg. Unter: <http://olli.informatik.uni-oldenburg.de/PetriEdiSim/index.html> (abgerufen am 08.05.2017)

IT-WISSEN 2017: Dateiformat. Unter: <http://www.itwissen.info/Dateiformat-file-format.html> (abgerufen am 08.05.2017)

IT-WISSEN 2017: Logfile. Unter: <http://www.itwissen.info/logfile-Log-Datei.html> (abgerufen am 08.05.2017)

JCLIC 2017: Communityprojekt einer Software zum Erstellen kleinerer Lernspiele oder -umgebungen. <http://clic.xtec.cat/en/jclic/> (abgerufen am 08.05.2017)

JESCHKE, SABINA; ISENHARDT, INGRID; HEES, FRANK; TRANTOW, SVEN 2011: Enabling Innovation. Innovationsfähigkeit – deutsche und internationale Perspektiven. Heidelberg: Springer Verlag

KELLER, ANDRES 2011: Breitbandkabel und Zugangsnetze. Technische Grundlagen und Standards. 2., völlig neubearbeitete Auflage. Berlin: Springer

KERN, CHRISTIAN 2007: Anwendung von RFID-Systemen. 2., verbesserte Auflage. Berlin: Springer

- KNORR, MICHAEL 2006: Datenschutzkonforme Protokollierung. Datenschutz und Datensicherheit – DUD (05/2006). Volume 30, Seiten 268-269. Wiesbaden: Vieweg
- KUHLMANN, ANNETTE M.; SAUTER, WERNER 2008: Innovative Lernsysteme. Kompetenzentwicklung mit Blended Learning und Social Software. Berlin: Springer
- KRAMME, RÜDIGER 2011: Medizintechnik. Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: SpringerMedizin
- LAMPE, MATTHIAS; FLÖRKEMEIER, CHRISTIAN; HALLER, STEPHAN 2005: Das Internet der Dinge. Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. S. 69 – 86. Hrsg. FLEISCH, ELGAR; MATTERN, FRIEDEMANN. Berlin: Springer
- LANGER, JOSEF; ROLAND, MICHAEL 2010: Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC). Berlin: Springer
- LEHMANN, KATJA; OESTE, SARAH; JANSON, ANDREAS; SÖLLNER, MATTHIA; LEIMEIS-TER, JAN MARCO 2014: Flipping the Classroom – IT-unterstützte Lerneraktivierung zur Verbesserung des Lernerfolges einer universitären Massenlehrveranstaltung. Wiesbaden: Springer Fachmedien
- LEHNER, FRANZ 2011: IT-Risiko-management. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik (02/2012). Volume 48, Seiten 51 - 62. Wiesbaden: Springer Fachmedien
- MASKE, PHILIPP 2012: Mobile Applikationen 1. Interdisziplinäre Entwicklung am Beispiel des Mobile Learning. Wiesbaden: Springer Gabler
- MNEMOSYNE 2017: Communityprojekt einer Karteikartensoftware. Unter: <http://mnemosyne-proj.org> (abgerufen am 08.05.2017)
- NAHRSTEDT, HARALD 2014: Excel + VBA für Maschinenbauer. Programmieren erlernen und technische Fragestellungen lösen. 4., aktuelle und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg
- NIEGEMANN, HELMUT M.; DOMAGK, STEFFI; HESSEL, SILVIA; HEIN, ALEXANDRA; HUPFER, MATTHIAS; ZOBEL, ANNETT 2008: Kompendium Multimediales Lernen. Berlin: Springer
- PLENK, VALENTIN 2017: Angewandte Netzwerktechnik kompakt. Dateiformate, Übertragungsprotokolle und ihre Nutzung in Java-Applikationen. Wiesbaden: Springer Vieweg
- RAVENS-CROFT, ANDREW; LINDSTAEDT, STEFANIE; KLOOS, CALROS DELGADO; HERNÁNDEZ-LEO, DAVINIA (Eds.) 2012: 21st Century Learning for 21st Century Skills. 7th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL2012. Saarbrücken, Germany, September 18-21, 2012. Proceedings. Berlin: Springer
- REISIG, WOLFGANG 2010: Petrinetze. Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien. Studium. Wiesbaden: Vieweg+Teubner
- RIPPIEN, HORST 2012: Bildungsdienstleistung eLearning. Didaktisches Handeln von Organisationen in der Weiterbildung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

SCHEIBNER, FLORIAN; SCHEIBNER, SEBASTIAN 2017: freie Karteikartensoftware. Unter: <https://mal-was-anderes.de> (abgerufen am 08.05.2017)

SCHICKER, EDWIN 2017: Datenbanken und SQL. Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungen in Oracle, SQL Server und MySQL. Wiesbaden: Springer Vieweg

SEUFERT, SABINE 2008: Innovationsorientiertes Bildungsmanagement. Hochschulentwicklung durch Sicherung der Nachhaltigkeit von eLearning. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften

TEN HOMPEL, MICHAEL; BÜCHTER, HUBERT; FRANZKE, ULRICH 2008: Identifikationssysteme und Automatisierung. Berlin: Springer

WALTER, THOMAS 2008: Kompendium der Web-Programmierung. Dynamische Web-Sites. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin: Springer

WATSON, DERYN; ANDERSEN, JANE 2002: NETWORKING THE LEARNER. Computers in Education. IFIP TC3. Seventh IFIP World Conference on Computers in Education. WCCE2001. July 29-August 3, 2001, Copenhagen, Denmark. New York: Springer Science+Business Media

WELLENREUTHER, GÜNTER; ZASTROW, DIETER 2005: Automatisieren mit SPS. Theorie und Praxis. 3., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien

WENDEL, TOM 2017: Lernsoftware zum Erlernen einiger Programmiersprachen. AntMe! GmbH 2017. Unter: <https://www.antme.net/de/> (abgerufen am 08.05.2017)

WESTKÄMPER, ENGELBERT 2006: Einführung in die Organisation der Produktion. Berlin: Springer.

WESTKÄMPER, ENGELBERT; SPATH, DIETER; CONSTANTINESCU, CARMEN; LENTES, JOACHIM 2013: Digitale Produktion. Berlin: Springer Vieweg.

WIEPCKE, CLAUDIA 2006: Computergestützte Lernkonzepte und deren Evaluation in der Weiterbildung. Blended Learning zur Förderung von Gender Mainstreaming. Hamburg: Dr. Kovač.

VDI 3633 Entwurf 2013-12: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Begriffe. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e. V.

VDI 4499 Blatt 1 2008-02: Digitale Fabrik. Grundlagen. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e. V.

VOGEL, OLIVER; ARNOLD, INGO; CHUGHTAI, ARIF; IHLER, EDMUND; KEHRER, TIMO, MEHLIG, UWE; ZDUN, UWE 2009: Software-Architektur. Grundlagen – Konzepte – Praxis. 2. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

VOGEL-HEUSER, BIRGIT; BAUERNHANSL, THOMAS; TEN HOMPEL, MICHAEL 2017: Handbuch Industrie 4.0 BD. 3. Logistik. 2., erweiterte und bearbeitete Auflage. Berlin: Springer Vieweg

XING, CHUNXIOA; CRESTANI, FABIO; RAUBER, ANDREAS 2011: Digital Libraries: For Cultural Heritage, Knowledge Dissemination, and Future Creation. Heidelberg: Springer Verlag

YWORKS 2017: freie Software zur Flussdiagrammerstellung, yWorks GmbH Tübingen. Unter:
<http://www.yworks.com> (abgerufen am 08.05.2017)