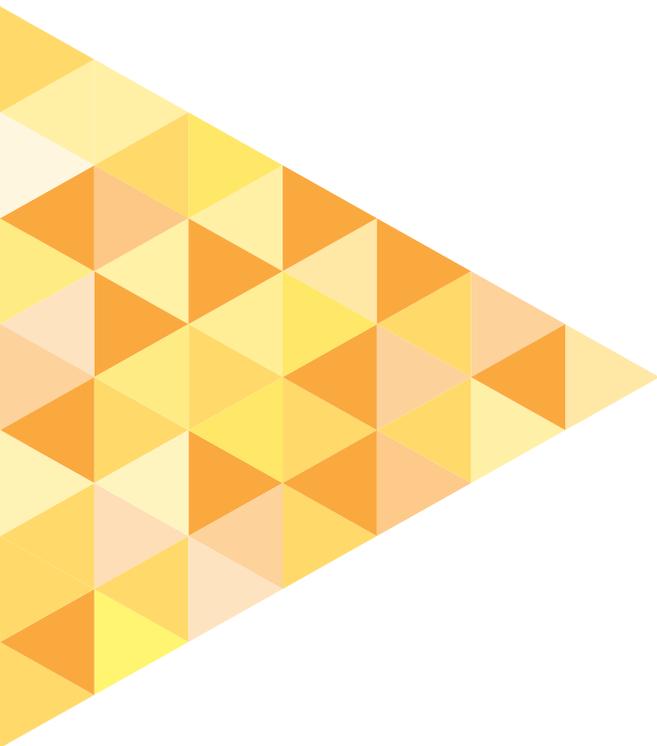


Astrid Dirks

Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von Prozess- und Systemkompetenzen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin



Zitiervorschlag:

Dirks, Astrid: Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von Prozess- und Systemkompetenzen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin. Version 1.0 Bonn 2021

Die Masterarbeit wurde an der Fernuniversität Hagen eingereicht und der Mastergrad verliehen.

© Astrid Dirks, 2021

Version 1.0
März 2021

Herausgeber:

Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Internet: www.vet-repository.info
E-Mail: repository@bibb.de



CC Lizenz

Der Inhalt dieses Werkes steht unter Creative-Commons-Lizenz (Lizentyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung – 4.0 International).

Weitere Informationen finden sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite www.bibb.de/cc-lizenz.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert:
urn:nbn:de:0035-vetrepository-778592-1

**Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von
Prozess- und Systemkompetenzen
in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild
des Mechatronikers / der Mechatronikerin**

Masterarbeit

angefertigt im Studiengang M.A. Bildung und Medien: eEducation
an der FernUniversität in Hagen

Institut für Bildungswissenschaft und Medienforschung (IfBM)

Lehrgebiet: Lehrgebiet Lebenslanges Lernen

Themensteller und Betreuer: Prof. Dr. Uwe Elsholz

vorgelegt von:

Astrid Dirks

vorgelegt am:

19. Oktober 2020

Zusammenfassung:

Ein Ergebnis eines Forschungsprojekts des BIBB ist die Erkenntnis des Fehlens von Prozess- und Systemkompetenz (PSK) bei jungen Auszubildenden.

Im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin werden im Jahr 2018 insgesamt vier Zusatzqualifikationen (ZQ) hinzugefügt. Sie sind ein inhaltliches Angebot, um den Beruf an die Veränderungen durch die Industrie 4.0 anzupassen.

In dieser theoretischen Masterarbeit wird eine Verbindung zwischen ZQ und PSK gezogen und gefragt, wie mediengestütztes Lernen für die ZQ die Entwicklung von PSK unterstützt. Der PSK-Begriff wird expliziert, wohingegen ein Kompetenzraster für die ZQ-Lerninhalte entwickelt wird.

Ein projektbezogenes mediengestütztes Lernen und Arbeiten in ZQ unterstützt die Entwicklung von PSK.

Mediengestütztes Lernen ist Lernen von der Software und folgt einer deduktiven Lern- und Arbeitsrichtung.

Schlüsselwörter: Prozess- und Systemkompetenz, mediengestütztes Lernen, Lernen und Denken von der Software, Software als Taktgeber.

Abstract:

One result of a BIBB (Federal Institute for Vocational Education and Training, Bonn) research project is the need or lack of process and system competence (PSK) among young trainees. Since PSK is a new term with no English equivalent, it is used here without translation.

In the mechatronics technician job profile, a total of four additional qualifications (AQ) were implemented in 2018. The additional offer is to adapt the content changes caused by Industry 4.0 into the job profile.

This theoretical master's thesis connects AQ and PSK and asks how media-supported learning for AQ supports the development of PSK.

The PSK term is scientifically explicated and the AQ learning content is developed in a competence raster. Project-related media-supported learning and working in AQ supports the development of PSK. Media-supported learning is learning with the help of software and follows a deductive learning and working direction.

Keywords: Process- and System-competence, media-supported Learning, Learning and thinking from Software (software based), Software sets the pace.

Inhaltsverzeichnis

	Kapitel	Seite
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	IV
1	Einleitung	1
2	Die duale Berufsausbildung in Zeiten der Veränderung	4
2.1	Veränderungen durch die Einführung des Kompetenzbegriffs	7
2.2	Veränderungen durch die Digitalisierung	9
2.3	Kompetenzen im Ausbildungsalltag	11
3	Das Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin	12
3.1	Die Zusatzqualifikationen	14
3.2	Mediengestütztes Lernen und die Herleitung der Forschungsfrage	17
4	Theoretische Verortung	19
4.1	Kompetenzen in der aktuellen Literatur	21
4.2	Mediengestütztes Lernen in der Berufsausbildung	23
4.3	Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung	25
4.4	Kompetenzen und Weiterbildung	27
4.5	Prozess- und Systemkompetenz – eine Annäherung	29
5	Prozess- und Systemkompetenz in der Ausbildung	32
5.1	Lernen von der Software	33
5.2	Denken von der Software	36
5.3	Handeln von der Software	37
5.4	Lernen für die ZQ	39
5.5	Reflexion der PSK-Arbeitsversion	44
6	PSK-Rasterentwicklung	45
6.1	Indikatoren und Wechselwirkungen	46
6.2	Spiegelung der theoretischen Verortung	49
6.2.1	Kompetenzmerkmale	49
6.2.2	Gütekriterien	51

	Kapitel	Seite
6.3	Rastergestaltung und -format	53
6.4	Das Raster im Praxispretest	56
6.5	Reflexion der PSK-Arbeitsversion	59
7	Reflexion und Diskussion der Ergebnisse sowie die Beantwortung der Forschungsfrage	60
7.1	Reflexion der Begriffe	60
7.2	Explikation der Prozess- und Systemkompetenz	64
7.3	Bewertung des Kompetenzrasters	66
7.4	Beantwortung der Forschungsfrage	67
7.5	Diskussion der Ergebnisse	69
8	Zusammenfassung, Fazit & Ausblick	74
	Literaturverzeichnis	78
	Anhang	
	Anhangsverzeichnis	84
	Kompetenzraster ZQ 1 Digitale Vernetzung, Fremd- und Selbsttest	85
	Kompetenzraster ZQ 2 Additive Fertigung, Fremd- und Selbsttest	87
	Gesprächsleitfaden	89
	Gesprächsmitschrift	93

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung Nr.	Titel	Seite
01	Prozess- und Systemkompetenz durch medien- gestütztes Lernen	3
02	Aufbau der Masterarbeit	19
03	Analyseraster nach Kaufhold	22
04	Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung	25
05	Strukturelle Beziehung zur PSK aus Kap. 4	29
06	Software als Taktgeber	32
07	Screenshot Raster	56

Tabelle Nr.	Titel	Seite
01	Drei Kategorien der Handlungskompetenz	7
02	Neue und geänderte Berufsbildpositionen	15
03	Unterschiede der DQR-Stufen 4 und 5	28
04	Adäquate Kriterien für eine Explikationsstruktur des PSK-Begriffs	31
05	Betriebliches Beispiel ZQ 1	41
06	Betriebliches Beispiel ZQ 2	42
07	Matrix & PSK-Indikatoren	47
08	Kurzform des Rasters: ZQ1- Fremdttest	54
09	Weg der Erkenntnis in den Bildungswissenschaften. Die Forschung als Problemlösungsprozess	73

1 Einleitung

Ein Schlagwort hat die Welt erobert: Digitalisierung!

Die Umwandlung von Informationen und analogen Daten in ein gerätelesbares technisches Format sowie deren Auswirkungen hat die Menschen auf allen Kontinenten erreicht. Unter Nutzung des Internets als weltweites Datenübertragungs- und Austauschnetz sind die Versendung von Daten und die Kommunikation technisch annähernd unbegrenzt möglich. Die Qualität und die Geschwindigkeit des Internets werden beständig weiter entwickelt und ausgebaut. Es kommunizieren Menschen mit Menschen, Menschen mit Maschinen und Maschinen untereinander. Technische, internetbasierte Kommunikation, also digital, ist ein Datenaustausch, der den Menschen als Akteur nicht zwingend erfordert. Die Kommunikation von Maschinen, nicht nur untereinander, wird mit dem Schlagwort der Künstlichen Intelligenz (KI) verbunden.

KI (auch Artificial Intelligence AI) ist eine Softwarekomponente, die Maschinen lernen und „denken“ und aufgrund von Algorithmen und Erfahrungswerten Entscheidungen treffen lässt (vgl. Brynjolfsson/McAfee 2015, S. 112+113). Maschinen können via KI auch mit Menschen kommunizieren. Dabei ist unter dem Verb „kommunizieren“ nicht selbstverständlich das ‚zusammenhängende in-Verbindung-stehen‘ und ‚Kontakte knüpfen und pflegen‘, wie auch das ‚Miteinander sprechen‘ gemeint (vgl. Dudenredaktion 2002, S. 521; Wahrig 2000, S. 755). Technische Gerätekommunikation ist ein emotions- und empathieloser Datenaustausch mittels stationärer oder mobiler Geräte (Computer, Tablet, Smartphone) unter Nutzung des Internets.

Die Digitalisierung und KI lassen die Welt und ihre Möglichkeiten oftmals als grenzenlos und einfach erscheinen. Kontakte, Informationen und Angebote sind in vielen Fällen nur einen Mausklick entfernt. Dadurch verlassen sich Menschen jedoch auch allzu leicht auf die Entscheidungen ihrer technischen Geräte und blenden aus, dass diese ihre Daseinsberechtigung im Sammeln und Abgleichen von Daten und Formaten haben, aus denen Schlüsse gezogen werden, die als ‚intelligent‘ gelten. Der KI fehlt das Potenzial, Daten, Entscheidungen und Auswirkungen in einem Gesamtzusammenhang zu sehen (vgl. Ramge 2018, S. 48), weil sie nur in technischen Dimensionen und mit Daten aus der Vergangenheit arbeitet, nicht jedoch mit einem humanistischen Blick auf die Zukunft. Die Auswirkungen der Digitalisierung und KI sind in allen Lebensbereichen und -phasen erkennbar. In der Arbeits- und Berufswelt verändern Digitalisierungsprozesse Unternehmens- und Arbeitsphilosophien, greifen aktiv in die Geschäfts- und Fertigungsprozesse ein und wandeln nahezu alle Aufgaben (vgl.

Brosda 2018, S. 34). Die ‚neue Arbeitswelt‘ stellt alle arbeitenden Menschen in allen Positionen und Altersstufen vor große Herausforderungen und Anforderungen an ihre Wandlungsbereitschaft. Arbeit, unabhängig von der Sparte und dem Gewerk, wird flexibler und schnelllebig. Technische Innovationen nehmen Einfluss auf Berufsbilder und der Begriff des lebenslangen Lernens in Beruf und Betrieb umfasst wirklich die Zeitspanne vom ersten Ausbildungstag bis zum Erreichen des Renteneintrittsalters. Dominik Bösl vom Roboterhersteller KUKA prognostiziert für die Zukunft der Arbeit weniger Faktenwissen und dafür mehr kompetenzbasierte Bildung. Diese soll ihren Anfang im Bildungssystem nehmen (vgl. Bösl 2018, S. 51). Drei Viertel der Arbeitsplätze finden sich heute im Dienstleistungssektor (vgl. Brosda 2018, S. 34; Zimmer 2009, S. 8). Dieser Bereich wandelt sich in Branchen intensiv durch die Digitalisierung und KI. Und auch der produzierende Sektor in der Industrie erlebt die Veränderungen und passt sich an.

Dazu gehören die Veränderung der Berufsprofile und die Integration von Komponenten digitalen Lernens und Arbeitens in den Ausbildungs- und Arbeitsalltag. Das duale Berufsausbildungssystem in Deutschland hat diese Herausforderungen angenommen und stellt sich dem digitalen Wandel durch die Modifikation der Ausbildungsordnungen und Einführung von Zusatzqualifikationen in einigen Bereichen.

Die nachstehende Masterarbeit im Studiengang eEducation an der FernUniversität in Hagen betrachtet das Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin unter dem Einfluss der Digitalisierung. Es soll die Entwicklung von Prozess- und Systemkompetenz (PSK) untersucht werden.

Um dem Anspruch und der Notwendigkeit einer kompetenzbasierten Bildung gerecht zu werden, wurde das Berufsbild im Jahr 2018 um Zusatzqualifikationen (ZQ) ergänzt (vgl. BiBB 2018). Ein Impuls dafür waren die Rückmeldungen aus den ausbildenden Betrieben, dass den Auszubildenden (Azubis) aufgrund der Komplexität der Ausbildung unter Einfluss der Digitalisierung ein gewisses ‚Prozess- und Systemverständnis‘ fehlen würde (vgl. Zinke 2019a, S. 42-43).

Es wird zu Beginn des Forschungsprozesses davon ausgegangen, dass die ZQ zur Vermittlung von Prozess- und Systemverständnis beitragen werden und der Lern-Weg dahin über **mediengestütztes Lernen** erfolgen kann. Daraus lässt sich eine **Prozess- und Systemkompetenz (PSK)** generieren, wie die nachstehende Abb. 01 veranschaulicht.

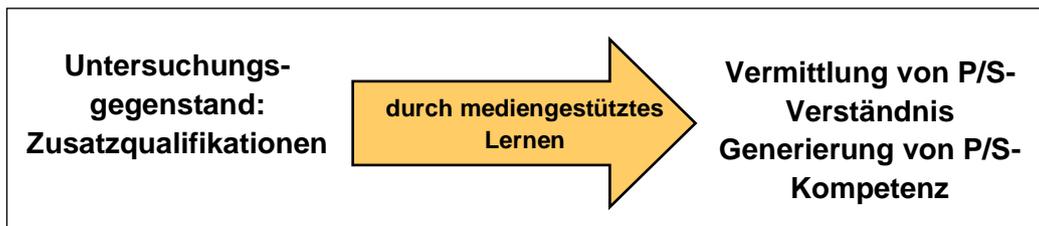


Abb. 01: Prozess- und Systemkompetenz durch mediengestütztes Lernen. Eigene Darstellung.

Gegenwärtig ist noch unklar, ob ZQ tatsächlich zur Förderung von PSK beitragen. Darüber hinaus hat sich in der Literatur noch keine einheitliche Begriffsbestimmung für PSK etabliert, so dass derzeit noch vage ist, was darunter wissenschaftlich verstanden wird. Aus dieser Unklarheit speist sich das Forschungsinteresse für diese Arbeit.

Diese Unklarheit umfasst ebenso *die Anzahl* einer Prozess- und Systemkompetenz oder mehrerer Kompetenzen.

In dieser Masterarbeit wird im nachstehenden Titel von Prozess- und Systemkompetenzen gesprochen. Die Nutzung erfolgt im Verlauf der MA als „PSK“ abgekürzt oder in der singulären Form.

Die ZQ sind seit 2018 in der beruflichen Erstausbildung verortet. Es gibt bereits Stimmen aus Betrieben und Verbänden, diese Qualifikationen auch für bereits tätige Facharbeiter zu öffnen. Aus dem Grund wird der **Titel der Masterarbeit** wie folgt festgelegt:

*„Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von
Prozess- und Systemkompetenzen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin“*

Die Masterarbeit wird im Format einer Literatuarbeit verfasst. Die Kernthemen werden auf den Schlagwörtern der Kompetenz/en und des mediengestützten Lernens liegen. Diese stellen die beiden tragenden Säulen der Arbeit dar. Es wird davon ausgegangen, dass sie in einem komplementär wirkenden Verhältnis zueinander stehen. Die ZQ bilden als Basis den Untersuchungsgegenstand der Arbeit ab.

Ziel der Arbeit soll neben der **Explikation** des PSK-Begriffs die Erstellung eines **Kompetenzrasters** für das Berufsbild des Mechatronikers sein.

Im nachstehenden Kapitel 2 werden das duale Berufsausbildungssystem in Deutschland und die Veränderungen durch die Einführung des Kompetenzbegriffs und die Digitalisierung beschrieben. Die PSK wird als zentraler Begriff in die Arbeit eingeführt. Das Berufsbild des Mechatronikers und die ZQ sind Inhalt des Kapitels 3. Die **Forschungsfrage** wird entwickelt. Die theoretische Ver-

ortung in Kapitel 4 geht auf das mediengestützte Lernen, die Handlungskompetenzen und Kompetenzmessungen in der Berufsausbildung ein. Für den Fortgang der Arbeit wird eine Arbeitsversion des PSK-Begriffs (Explikandum) als Explikat entwickelt und durch die folgenden Kapitel mitgetragen. Kapitel 5 steht im Zeichen der PSK und des Lernens in der Ausbildung. Dabei wird der Begriff des „Denkens von der Software“ erläutert, dem das „Lernen von der Software“ vorangestellt wird. „Handeln von der Software“ folgt. Beim Lernen für die ZQ stellt sich die Frage nach dem Wechsel des Lernens vom induktiven zum deduktiven Format. Ein PSK-Raster wird in Kapitel 6 entwickelt, die Vorbereitungen, Lerninhalte und Indikatoren werden erklärt. Das Raster wird einem Praxispretest unterzogen. Die Beantwortung der Forschungsfrage und die Diskussion der Ergebnisse finden sich in Kapitel 7. Das Explikandum wird aufgelöst und als Explikat und Teilergebnis der Masterarbeit dargestellt. Eine Zusammenfassung, Fazit & Ausblick in Kap. 8 schließen die MA ab. Ein Praxistest des entwickelten Rasters erfolgt nicht. Dieser bleibt für weitere Forschungen offen. Wegen der leichteren Lesbarkeit wird in dieser Masterarbeit auf die gendgerechte Schreibweise verzichtet. Alle Angaben und Nennungen beziehen sich gleichermaßen und gleichberechtigt auf Personen jeglichen Geschlechts. Die Fachbegriffe werden an den Stellen ihres Erscheinens im Text erklärt. Techniklastige Details im Zusammenhang mit den ZQ werden nicht erklärt, da sie nicht im Fokus dieser Masterarbeit stehen.

2 Die duale Berufsausbildung in Zeiten der Veränderung

Das duale Berufsausbildungssystem in Deutschland (nachstehend: duales System) ist als Bildungskonstrukt historisch gewachsen. Es hat seinen Ursprung im Wirken von Georg Kerschensteiner (1854-1932) in München. Die Dualität bezieht sich auf die beiden Lernorte im Betrieb und in der Berufsschule. Die jungen Menschen, die Azubis, wurden und werden an beiden Orten ausgebildet und schließen die Ausbildung mit einem Berufsschulzeugnis und der Abschlussprüfung vor der zuständigen Kammer ab. Eine abgeschlossene Berufsausbildung verleiht ihnen den beruflichen Status des Gesellen, des Facharbeiters oder Fachangestellten für ihr Gewerk oder ihr Fach.

Das duale System hat sich in all den Jahren seit der Entstehung immer verändert. Es war und ist gesellschaftlichen, politischen, technischen, didaktischen und ökologischen Veränderungen ausgesetzt und seine Wandlungsfähigkeit und -pflicht kommen der sozialen und wirtschaftlichen Aufgabe nach, die es innehat.

Nicht geändert, da systemrelevant, hat sich die Existenz der beiden Teilsysteme des Lernens für den Beruf: die Kooperation zwischen der Berufsschule und dem ausbildenden Betrieb. Die Ausprägung der Kooperation, die sogenannte **Lernortkooperation**, entwickelte sich im Laufe der Zeit, auch als Wirkung neuer gesetzlicher Regelungen, von einem Streben nach Abgrenzung und Autonomie von Seiten der Berufsschulen, hin zu einem gemeinsamen Zusammenwirken¹ (vgl. Euler 1999, S. 249-250). Auch die Lernortkooperation hat einen Wandel erlebt und die Lernorte erweiterten sich zu Lernortkombinationen und -konzeptionen (vgl. Dehnbostel 2002, S. 356-357). Im Jahr 2002, also über ein Jahrzehnt vor dem Auftreten des Begriffs der ‚Industrie 4.0‘, schreibt Dehnbostel (vgl. S. 357) von Konzepten lebensbegleitenden und selbstorganisierten Lernens für eine generelle Subjekt- und Prozessorientierung in der beruflichen Bildung. Diese würde zu einer systematisierten und gleichfalls flexiblen Kooperation zwischen den Lernorten führen. Aus den Kooperationen entwickeln sich vernetzte Lernortstrukturen, aus denen die Selbststeuerung und -organisation von Lernen erwächst. Qualifizierungs- und Kompetenzentwicklungsnetzwerke bilden sich heraus und es kommt zu einer Entgrenzung der Lernorte (vgl. a.a.O., S. 369). Dieser Paradigmenwechsel des Lernens (nicht nur für die berufliche Bildung) verlangt eine Aufgeschlossenheit und Flexibilität von Lernenden und Lehrenden in den Betrieben und Berufsschulen. Die Weiterentwicklung der Lernortkooperation in ein Lernortkonzept an dezentralen Lernorten erfolgt parallel zur Entstehung selbstgesteuerten Erfahrungslernens in Netzwerken, die sich über betriebliche, überbetriebliche, berufsschulische und regionale Kontakte entwickeln und erstrecken (vgl. ebd.). Als weitere Folgen und Wirkungen beschreibt der Autor (vgl. a.a.O., S. 372) das gleichberechtigte Lernen, Arbeiten und Kooperieren in einem Netzwerk, was heute etabliert ist, eine wichtige Säule in der beruflichen Aus- und Weiterbildung bildet und einen ‚Nährboden‘ im beruflichen Kompetenzentwicklungsprozess darstellt.

Ein weiterer und ebenso wichtiger Veränderungsprozess im dualen System wird durch den Wandel der Arbeitswelt von der Produktions- in eine Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft mit seinen steigenden Kompetenzanforderungen angetrieben. Dazu kommen Einflüsse auf die deutsche Berufsausbildung durch die politische Öffnung der Arbeitsmärkte in Europa und die damit einhergehenden Vergleichbarkeiten von beruflichen Qualifikationen und Kompetenzen (vgl. Zimmer/Dehnbostel 2009, S. 3).

¹ Frühere erfolgte Veränderungen im dualen System werden hier nicht aufgeführt.

Zimmer bezeichnet den vorgenannten Wandel der Arbeitswelt als den „Übergang von der industriell-maschinellen zur informationstechnisch-automatisierten Produktionsweise“ (2009, S. 9). Das neue Arbeiten lässt sich, so der Autor im Jahr 2009 (vgl. S. 8), mit den traditionellen Denk- und Handlungsweisen des dualen Systems nicht effektiv ‚meistern‘ (hier im Wortsinn des dualen Systems zu verstehen), weswegen es neuer inhaltlicher Zuschnitte und Flexibilitäten bedarf (vgl. a.a.O., S. 9). Darüber hinaus verändert sich das Arbeiten von der Produktions- zur Informationsarbeit mit einer Transformation in kognitive und assistierende Prozesse (vgl. a.a.O., S. 15), fernab von der körperlichen Tätigkeit zur Erschaffung von Produkten. Zimmer (vgl. 2009, S. 16) zitiert Schmiede (zit. in: Schmiede 1996, S. 44), der diese Entwicklung als „Entqualifizierung“ beschreibt, in der Arbeiter ihr eigenes Prozesswissen nun „in Software objektivieren“ können. Zimmer und wohl auch Schmiede stehen diesem Entqualifizierungsprozess skeptisch gegenüber, der in der Arbeitswelt den Kompetenzentwicklungsprozess auslöst und beschreiben ihn als höchst widersprüchliche Entwicklung (vgl. Zimmer 2009, S. 16).

Das ‚in-Software-objektivieren‘ aus dem Jahr 2009 wird durch die Auswirkungen der Vernetzung von Maschinen und Abläufen unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) – Industrie 4.0 – (vgl. Plattform Industrie 4.0 2020, online) in der Literatur und entsprechend im Verlauf dieser Masterarbeit als ‚Denken von der Software‘ eine wichtige Position einnehmen.

Auf die europäischen Einflüsse auf den deutschen Ausbildungsmarkt durch die Grenzöffnungen, wie oben kurz angesprochen, reagieren das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Kultusministerkonferenz (KMK) mit der Entwicklung des Deutschen Qualitätsrahmens (DQR) (vgl. BMBF & KMK 2013, online). Diese Handreichung als Leitlinie zur Erklärung und zum Vergleich von beruflichen Qualifikationen und Kompetenzen tritt im Mai 2013 in Kraft (BMBF 2020a, online). Der DQR wird im weiteren Verlauf der Arbeit Erwähnung finden.

Nachstehend wird auf zwei Veränderungen des dualen Systems intensiver eingegangen, auf die Veränderungen durch die Einführung des Kompetenzbegriffs und die Digitalisierung.

2.1 Veränderungen durch die Einführung des Kompetenzbegriffs

Der Begriff der ‚Kompetenz‘ ist in der Literatur divergent besetzt. Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB o.J. a, online) beschreibt den Begriffsinhalt breit und weit als eine „Verbindung von Wissen und Können in der Bewältigung von Handlungsanforderungen“. Wenn Personen durch nicht routinemäßiges Handeln und Problemlösen Anforderungen und Situationen bewältigen können, gelten sie als ‚kompetent‘ durch Handlungskompetenzen. Diese Extension wird auf die deutsche Berufsausbildung heruntergebrochen, für die der Deutsche Bildungsrat im Jahr 1974 **berufliche Kompetenzen** „als Fähigkeiten, Fertigkeiten, Wissensbestände und Einstellungen, die das umfassende fachliche und soziale Handeln des Einzelnen in einer berufsförmig organisierten Arbeit ermöglichen“ beschreibt und ihn vom Begriff der ‚Qualifikation‘ abgrenzt. Dem Ansatz der **beruflichen Handlungskompetenz/en** wird ein hoher Stellenwert in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zugeschrieben. Im Jahr 1996 finden Kompetenzen über die Einführung des Lernfeldkonzepts, auf das hier nicht weiter eingegangen wird, Einlass in die Rahmenlehrpläne der Berufsschulen. Die berufliche Handlungskompetenz wird gemeinhin in drei Kategorien aufgeteilt, die Fach-, Sozial- und Selbstkompetenz. Sie sind darüber hinaus auch im DQR festgeschrieben (vgl. BIBB o.J. a, online).

Die Kultusministerkonferenz (KMK) erklärt die drei Kompetenzkategorien, die nachstehend in der Tabelle 01 verkürzt dargestellt werden. Als **Handlungskompetenz** wird die „Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen verstanden, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK, 2007, S. 10).

Tab. 01: Drei Kategorien der Handlungskompetenz. Eigene Darstellung.

Bereitschaft und Befähigung zu		
Fachkompetenz	Sozialkompetenz	Selbstkompetenz
Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht methodengeleitet und selbstständig aufgrund fachlichen Wissens und Könnens lösen; Ergebnis beurteilen.	Soziale Beziehungen leben und gestalten, Zuwendungen und Spannungen erfassen und verstehen, sich mit Anderen rational und verantwortungsbewusst auseinandersetzen.	Als individuelle Persönlichkeit Herausforderungen in Familie, Beruf und öff. Leben verantwortlich klären, selbstbestimmte Bindung an Werte.

Die drei weiteren dort aufgeführten Kompetenzen der Methoden, der Kommunikation und des Lernens werden hier nicht weiter erläutert. Sie sind größtenteils selbsterklärend.

Die Entwicklung von beruflicher Handlungskompetenz erfolgt durch Lernen.

Auch wenn der Fokus der Masterarbeit auf dem *betrieblichen Lernen* liegt, so soll im Geist der Dualität des dualen Systems nachstehend kurz auf das *berufsschulische Lernen* eingegangen werden. In ihrem Aufsatz aus dem Jahr 2003, also bereits vier Jahre vor der Veröffentlichung der oben genannten Handreichung der KMK, beleuchten Straka und Macke die Handlungskompetenz und -orientierung als Bildungsauftrag der Berufsschulen und fragen nach dem dortigen Ziel und Weg des Lernens. Beim Handeln agieren zwei Bedingungsfaktoren, die Handlungssituation als externe Bedingung und die individuelle Situation als interne Bedingung. In einem *lern-lehr-theoretischen Rahmenmodell* verfolgt das handelnde Individuum Handlungsziele unter Einflussnahme beider Bedingungen. Zur externen Bedingung eines Berufsschülers können das Verhalten des Lehrers, Lernformen-, -stoff und -ziel gehören. Als eine externe Handlungsfolge kann sich ergeben, dass der Schüler eine Aufgabe löst, die nach Bewertung des Lehrers als richtig erachtet wird. Eine interne Handlungsfolge kann sein, dass sich beim Lerner das Wissen, die Fähigkeiten und die Interessen - dadurch ausgelöst – wandeln. Es wurde etwas gelernt (vgl. Straka/Macke 2003, S. 43-44). Dieses lern-lehr-theoretische Rahmenmodell legen die Autoren wie eine Blaupause auf die beiden zentralen Elemente des beruflichen Bildungsauftrags, die Handlungskompetenz und -orientierung.

Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass das KMK-Verständnis der *Handlungskompetenz* Übereinstimmungen „mit einem behavioristischen Lernzielkonzept hat, bei dem das Lehrziel durch beobachtbares Verhalten und beobachtbare Ergebnisse beschrieben“ aufzeigt. Den internen Bedingungen des Handelns werde keine Bedeutung geschenkt (ebd.). Bezüglich der *Handlungsorientierung* werden Überlegungen angestellt, dass die KMK sie als didaktisch-methodisches Prinzip ansieht, mit „dem im beruflichen Unterricht das Ziel ‚Handlungskompetenz‘ erreicht werden soll“. Da die KMK nicht erkennbar mache, was sie unter den beiden zentralen Begriffen der Handlungskompetenz und -orientierung versteht, bleibt nach der Bewertung von Straka und Macke demzufolge unklar, wie Handlungskompetenz erworben werden könne (vgl. a.a.O., S. 45). Es genüge nicht, die Kompetenzen in ihren Kategorien zu benennen. Sie müs-

sen „auf der Ebene der internen Bedingungen präzisiert und auf der Indikatorebene konkretisiert werden“ (a.a.O., S. 47).

Dieser Beitrag, weit vor dem Erscheinen der Begriffe der Digitalisierung und Industrie 4.0 und ihren Ausprägungen zeigt mahrend auf, das lernende Individuum in der Berufsschule nicht zu vernachlässigen. Berufsschüler dürfen nicht in ein Korsett von Kompetenzbegriffen gepresst werden. Sie müssen individuell in der Berufsschule und auch im Betrieb ‚mitgenommen‘, angeleitet und unterstützt werden. Dieser didaktisch-menschlichen Aufgabe haben sich auch Handelnde in der Epoche der Industrie 4.0 zu stellen.

Der Aufforderung aus dem Jahr 2003, Kompetenzen auf der Indikatorebene zu konkretisieren, wird in dieser Masterarbeit nachgekommen.

In den Folgejahren setzt sich der Kompetenzbegriff immer weiter durch und damit kommt es zu einem *Paradigmenwechsel* im beruflichen Bildungssystem von einer *Input- und einer Outputorientierung*. Die Gewichtung liegt nun auf dem Ergebnis, der Bildungsleistung des Individuums, und nicht mehr auf dem Lernweg dahin (vgl. Kremer 2010, S. 3). Um diese sich am Kompetenzbegriff ausgerichtete Bewertung der Bildungsleistung sichtbar, messbar und vergleichbar zu machen, wird der Qualifikationsrahmen auf europäischer (EQR) und nationaler (DQR) Ebene eingeführt. Damit stellt sich folglich die Frage nach der Bewertung an sich und wie diese anhand welcher Kriterien durchgeführt werden kann. Kompetenzmodelle und -messungen werden im Berufsbildungssystem verankert (vgl. ebd.). Zur Erforschung der Auswirkungen dieses Paradigmenwechsels startet das BMBF in Deutschland mit ASCOT (Technology-based Assessment of Skills and Competences in Vocational Education and Training) ein Forschungsprogramm zu Kompetenzerwerb und Kompetenzmessung in Ausbildungsberufen (vgl. Beck et al. 2016, S. 9). Darauf wird in Kap. 4.3 eingegangen.

2.2 Veränderungen durch die Digitalisierung

Die Digitalisierung wird die Berufsausbildung umfassend verändern. Eine solche Einschätzung hat zu Beginn der ‚Industrie 4.0‘ genannten Epoche bei allen Akteuren viele Fragen, Befürchtungen und auch Neugier ausgelöst. Mittlerweile hat sich diese Aufregung teilweise gelegt und es ist, auch durch die Ergebnisse von Forschungsprojekten und durch betriebliche Prozesse und Erfahrungen klarer, in welche Richtung diese Veränderungen und Entwicklungen in den nächsten Jahren gehen können.

Mit dem Begriff der ‚Industrie 4.0 (I4.0)‘ wird die aktuelle wirtschaftliche und technische Epoche beschrieben, die aufgrund ihrer Ausrichtung hin zur Digitalisierung (siehe Kap. 1) für die Vernetzungen von Menschen und Maschinen, Geräten und Kommunikation weltweit steht. Sie betrifft nicht mehr ausschließlich die Industrie und die dortige maschinelle Arbeit, sondern hat einen globalen Einfluss auf alle Menschen und Systeme. Eine 4.0-Spezifikation lässt sich begrifflich von der Industrie 4.0 ableiten und auf andere Gebiete übertragen. Wirtschaft 4.0 beschreibt das Verständnis und die Entwicklung, dass die Digitalisierung nicht nur die industrielle Produktion wandelt, sondern zu Veränderungen in allen wirtschaftlichen Branchen, besonders der Dienstleistungsbranche, führt (vgl. Weber et al. 2019, S. 63). Die Begriffe werden in der Literatur inkongruent verwendet, haben gleichwohl ihren Ursprung in dem Begriff I4.0.

Die Oxford-Studie von Carl Frey und Michael Osborne aus dem Jahr 2013 mit dem Titel „The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation“ bezieht sich auf die erwarteten Auswirkungen der Digitalisierung auf den amerikanischen Arbeitsmarkt. Sie sagt aufgrund einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit in Betrieben ein hohes Einsparungs- bzw. Rationalisierungspotential an Arbeitskräften voraus. „[...] According to our estimates, about 47 percent of the total US employment is at risk“ (Frey/Osborne 2013, S. 1).

Einer Übertragung der Studie auf den deutschen Arbeitsmarkt von Bonin et al. (2015) zufolge wird die Automatisierungswahrscheinlichkeit in Deutschland auf 12% und somit deutlich niedriger vorhergesagt (vgl. S. 1). Die Forscher weisen zu dem Zeitpunkt bereits auf die Herausforderungen durch den technischen Wandel für Arbeitskräfte hin, dem sich diese durch Qualifizierung stellen müssten, um mit den Veränderungen am Arbeitsplatz zurechtzukommen. Es wird eine Tendenz zu anspruchsvolleren Arbeitsplätzen gesehen (vgl. Bonin et al. 2015, S. 2).

Diese Einschätzungen lassen sich mittlerweile in der Praxis wiederfinden. Lukowski und Neuber-Pohl merken 2017 an, dass der Gesamteffekt auf die Beschäftigung in Deutschland durch die fortschreitende Digitalisierung relativ gering ausfalle, sich die Art der Arbeit jedoch grundsätzlich wandle. Die eingesetzte Technologie macht die Arbeit komplexer und anspruchsvoller (vgl. Lukowski/Neuber-Pohl 2017, S. 9). Die Autoren diagnostizieren die Datensicherheit als ein ‚großes Wirtschaft-4.0-Thema‘ (vgl. a.a.O., S. 12) und charakterisieren die Maschine immer noch als Hilfsmittel für den Menschen. Mit dem Wandel der Art der Arbeit hin zu weniger repräsentativen Routinetätigkeiten und einem sich entwickelnden Schwerpunkt auf manuellen, wissensintensiven und

subjektbezogenen Tätigkeiten (vgl. a.a.O., S. 13) verändern sich auch die **Ansprüche und Inhalte an die Berufsausbildung**. Gleichzeitig steigen die Notwendigkeit und auch Umsetzung des ‚Lebenslangen Lernens‘ im Betrieb und in der Freizeit.

Katzer et al. (vgl. 2017, S. 25) drängen aus dem Grund auf eine konzeptionelle Wende in der Ausbildung mit einem *deduktiven Ansatz*. Die neue Arbeits- und Lernwelt und die existierenden Ordnungsmittel in der Berufsausbildung haben Passungsprobleme, die sich in zwei Dimensionen zeigen. Zum einen sind die fachlichen Einzelkompetenzen in der Praxis noch nicht ausreichend in den Rahmenlehrplänen berücksichtigt. Zum anderen bedarf es einer insgesamt veränderten Herangehensweise bezüglich der Ausprägung von Systemverständnis und dem Lösen von Problemen. Die zeitliche und didaktische Gliederung der Ausbildung berücksichtigt die Entwicklung von Systemverständnis und Problemlösungsfähigkeiten zu spät und zu gering. Das derzeitige *induktive Ausbildungskonzept* vermittelt die beruflichen metall- und elektrotechnischen Grundlagen sofort als die ‚Vermittlung solitärer Kenntnisse und Fähigkeiten‘, während Handlungsmuster und Herangehensweise für das Systemverständnis und die Problemlösungsfähigkeit zu spät und zu kurz kommen (vgl. Zinke et al. 2017, S. 12). Hier ist ein Umdenken in der Ausbildung als Folge der Veränderungen durch die Digitalisierung unabdingbar (siehe Kap 5).

2.3 Kompetenzen im Ausbildungsalltag

Aus der vergleichenden Gesamtstudie „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikation und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: „Branchen- und Berufscreening“ (nachstehend: ‚Studie Berufscreening‘) des BIBB stellt Zinke einige Interviewantworten von Ausbildern zur Kompetenz „Prozess- und Systemverständnis“ vor (vgl. 2019a, S. 42-43). Diese umfassen das Denken in Prozessen und nicht ausschließlich in Komponenten wie Mechanik oder Hydraulik. Auch ein Rückgriff von digitalen auf analoge Arbeitsschritte wird ebenso genannt, wie die Möglichkeit, sich flexibel in einem betrieblichen Prozess zu bewegen. Die bereits erfolgten und zukünftig zu erwartenden Veränderungen der betrieblichen Arbeitsabläufe durch die Digitalisierung zeigen bei den Ausbildern Vermittlungslücken auf, welche die derzeit aktuellen Ausbildungsordnungen nicht schließen können. Das Verständnis für berufliche und betriebliche Prozesse und Systeme, auch über Gewerks Grenzen hinweg, muss geschärft werden. Zinke regt daher an, Prozess- und Systemkompetenz (PSK) bei der Neuregelung der Ausbildungsberufe stärker zu integrieren. Die Einführung von

Zusatzqualifikationen (ZQ) wird ebenfalls als Möglichkeit angesehen (vgl. Zinke 2019a, S. 43).

In dem vorgenannten Artikel wird das Prozess- und Systemverständnis als eine ‚Kompetenz‘ beschrieben (vgl. Zinke 2019a, S. 42). Daraus folgt der Begriff der Prozess- und Systemkompetenz (PSK) (vgl. a.a.O., S. 43). Es zeigt sich, dass sich der Gebrauch der sprachlichen Ausdrücke im Fluss befindet.

Diese Masterarbeit untersucht die PSK. Der wissenschaftliche Weg dahin führt über das Prozess- und Systemverständnis, wie in der Abbildung 01 in Kap. 1 dargestellt.

Nachstehend werden die Ausführungen dieses Kapitels auf das Berufsbild des Mechatronikers heruntergebrochen, ZQ vorgestellt und die Forschungsfrage dieser Masterarbeit hergeleitet.

3 Das Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin

Der Beruf des Mechatronikers wird in einer 3,5-jährigen dualen Ausbildung in der Industrie oder im Handwerk erlernt. Mechatroniker „bauen mechanische, elektrische und elektronische Komponenten, montieren sie zu komplexen Systemen, installieren Steuerungssoftware und halten die Systeme instand“ (BA 2020a, online). Betriebe des Maschinen- und Anlagenbaus, des Fahrzeug-, Luft- oder Raumfahrzeugbaus sowie der Medizintechnik bilden Mechatroniker aus und setzen sie als Facharbeiter aufgabenspezifisch ein (vgl. ebd.). 57% der Ausbildungsanfänger in Industrie und Handwerk nehmen die Ausbildung im Jahr 2018 mit einem mittleren Bildungsabschluss auf. 37% der Azubis kommen mit einer Hochschulreife in die Industrie und 26% in das Handwerk in die Ausbildung (vgl. Berufenet 2020, online). Der Beruf wird im Jahr 1998 mit einer Ausbildungsordnung nach dem Berufsbildungsgesetz anerkannt. 20 Jahre später erfolgt die „Aufnahme von Inhalten zu Digitalisierung, Datenschutz und Informationssicherheit sowie von kodifizierten Zusatzqualifikationen“ (BA 2020b, online).

Der Beruf und die Berufsausbildung des Mechatronikers haben sich in den Jahren des Bestehens in vielen Punkten erweitert, ergänzt und erneuert. Die oben aufgeführten mechanischen, elektrischen und elektronischen Komponenten haben sich durch den technischen Fortschritt verändert und einen starken Wandel durch die Digitalisierung und I4.0 erfahren. Software, Steuerungssysteme und digitale Sicherheits- und Sicherheitssysteme müssen in den Lern- und Arbeitsalltag integriert werden. Für Firmen bedeuten diese Veränderungen massive Eingriffe in die Geschäftsprozesse und die Firmenphilosophie. Es wandelt

sich nahezu alles und eine digitale Vernetzung mit Kunden und Lieferanten, teilweise auch mit wirtschaftlichen Mitbewerbern, vollzieht sich.

Als Beispiel wird hier ein **Ausbildungsprojekt** beschrieben, das in einer international agierenden Maschinenfabrik informell beobachtet wurde. Der Betrieb stellt landwirtschaftliche Maschinen her, die aus der Fahrerkabine über einen Joystick mit mehreren Tasten von einer Person mit einer Hand gesteuert werden. Die Informationen der Maschinentätigkeit werden laufend auf einem Tablet angezeigt und ausgewertet. Der Joystick wurde von der Firma in Kooperation mit einigen europäischen wirtschaftlichen Mitbewerbern entwickelt und umgesetzt. Die Zusammenarbeit reduziert die Entwicklungskosten und macht die Geräte untereinander kompatibler. Das wird als Vorteil für europäische Hersteller auf dem Weltmarkt in Abgrenzung zu Produkten aus China und Nordamerika gesehen. Ein Kunde nutzt diese Maschine in einem außereuropäischen Land. Er beklagt die für ihn zu lange Reaktionszeit einer Taste des Joysticks von ca. 3 Sekunden und erwartet die Änderung auf eine Echtzeitreaktion ohne Verzögerung. Die Firma gibt diese Aufgabe als Projekt in die Ausbildungswerkstatt der Mechatroniker. Die Azubis messen die Zeit, lesen die Software aus und programmieren die Reaktionszeit neu. Das Ergebnis lässt sich in der Software abbilden. Anschließend spielen sie die geänderte Software auf eine Testkomponente und messen die Reaktionszeit. Nach einer erfolgten Abnahme der Arbeit durch die Geschäftsleitung wird die Software online in der Maschine des Kunden aufgespielt.

Das Beispiel zeigt die Arbeit eines Mechatronikers, bzw. des Azubis und seine Herangehens- und Lösungswege betrieblicher Aufträge in der Digitalisierung und I4.0 auf. Es zeigt auch, wie Betriebe, von entsprechenden Argumenten geleitet, ihre Geschäftsprozesse anpassen.

Dafür bedarf es einer Integration von Lern- und Produktionsprozessen im Betrieb und die Aktualisierung im Zuschnitt der Ausbildungsinhalte der Azubis. Der „Schrauber“, der Azubi mit ölförmigen Händen ist ein betriebliches Auslaufmodell. Azubis arbeiten auf der Grundlage von I4.0 mit digitalen Tools, Informationen aus dem Internet, vernetzen sich weltweit. Dabei verfügen sie über Kenntnisse der Hydraulik, Pneumatik, Elektrik und Informatik. Um die Aufgabe im vorbezeichneten Beispiel lösen zu können, bedarf es des sicheren Umgangs mit digitalen Tools und ein belastbares Wissen um die analogen Grundlagen des Berufs. Sie machen diese hybride Tätigkeit aus.

Die oben beschriebene Aufgabe ist in einem weiteren Umfeld zu bearbeiten, als es die Ausbildungsinhalte vorsehen. Die zunehmende Komplexität der Aufgaben in Prozessen und vernetzten Systemen erhöht die Anforderungen an die Lernenden und Lehrenden und an das Berufsbildungssystem, dem mit (Weiter-)Bildungsangeboten Rechnung zu tragen (vgl. BIBB 2018, S. 6). Dieses wird durch die Einführung von vier Zusatzqualifikationsangeboten (ZQ) für die Ausbildung der Mechatroniker umgesetzt.

Das Beispiel zeigt darüber hinaus auf, dass sich die Lernprozesse, die Didaktik und die Lernmedien verändern.

3.1 Die Zusatzqualifikationen

Um den veränderten Anforderungen an die Berufsbildung in einer digitalisierten Arbeitswelt nachzukommen, hat der Hauptausschuss des BIBB eine Modernisierung der industriellen Metall- und Elektroberufe und des Mechatronikers zum 01. August 2018 beschlossen (vgl. BIBB 2018, S. 5-6). Darin wird die Berufsbildposition 5 mit der Bezeichnung „Digitalisierung, Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ mit 12 Teilen neu eingeführt (vgl. a.a.O., S. 8). Eine Berufsbildposition ist ein „Teil des Ausbildungsberufsbilds, eine Kernqualifikation, die unter Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind“ (a.a.O., S. 9). Für diese Masterarbeit von besonderer Relevanz ist der Teil „digitale Lernmedien nutzen“ mit den Inhalten des Web Based Trainings, Computer Based Trainings, E-Learning, Mobile Learning, den Lernplattformen und Massive Open Online Courses. Alle 12 Teile sind während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln (vgl. ebd.).

Für die Mechatroniker werden darüber hinaus noch drei weitere Berufsbildpositionen angepasst, die ‚betriebliche und technische Kommunikation‘, das ‚Planen und Steuern von Arbeitsabläufen, Kontrollieren und Beurteilen der Arbeitsergebnisse‘ und das ‚Qualitätsmanagement‘ (vgl. a.a.O., S. 12).

Die nachstehende Tabelle 02 zeigt die neue und die geänderten Berufsbildpositionen auf (vgl. a.a.O., S. 9-12).

Tab. 02: Neue und geänderte Berufsbildpositionen. Eigene Darstellung.

	Inhalt
Neue Berufsbildposition	
5	Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit
Geänderte Berufsbildposition	
6	Betriebliche und technische Kommunikation
7	Planen und Steuern von Arbeitsabläufen, Kontrollieren und Beurteilen der Arbeitsergebnisse
8	Qualitätsmanagement

Darüber hinaus stimmt der Hauptausschuss vier Zusatzqualifikationen zu. ZQ beschreibt die Bundesagentur für Arbeit als

„abgeschlossene, in die berufliche Ausbildung integrierte Qualifikationseinheiten, die freiwillig gewählt werden können. Sie gehen mit der Vermittlung von Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten über das eigentliche Berufsprofil hinaus und sollen so eine weitere Qualifizierung der Auszubildenden sichern. Diese Zusatzqualifikationen werden im Rahmen der Abschluss- bzw. Gesellenprüfung gesondert geprüft“

(BA online 2020b; vgl. BBiG § 5 Abs. 2 Nr. 5 und § 49).

Diese vier sind die digitale Vernetzung, die Programmierung, die IT-Sicherheit und die additiven Fertigungssysteme (vgl. BIBB 2018, S. 17). Thematisch sind die ZQ an berufsübergreifende und zentrale Handlungsfelder der I4.0 angelehnt. Mit ihnen wird die Absicht verfolgt, eine inhaltlich bundesweit übereinstimmende Leistung zu bescheinigen (vgl. a.a.O., S. 18). Dank dieser Nachvollziehbarkeit bleiben die Inhalte berufsspezifisch bzw. berufsfeldspezifisch und verengen sich nicht auf eine betriebliche Spezifikation.

ZQ erhöhen die Attraktivität einer dualen Ausbildung für Azubis mit Hochschulzugangsberechtigung, denn sie werten die berufliche Bildung als Alternative zu einem Studium auf (vgl. BIBB o.J. b, online). Des Weiteren können die ZQ die Perspektiven für die berufliche Weiterbildung der Fachkräfte verbessern (vgl. BIBB 2018, S. 4).

Nachstehend werden die vier ZQ kurz vorgestellt. Die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten werden als ‚Inhalt‘ bezeichnet.

ZQ Digitale Vernetzung:

Objekte sind in cyberphysischen Systemen miteinander vernetzt. Maschinen agieren autonom und eine Analysesoftware wertet sensorengesteuerte Datenerhebungen aus. Rückschlüsse lassen sich ziehen und eine vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) lässt sich einrichten. Es handelt sich um betriebsspezifische Anforderungen, die berufsspezifisch zu lösen sind.

Inhalt: Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen, Errichten, Ändern und Prüfen von vernetzten Systemen sowie Betreiben von vernetzten Systemen (vgl. BIBB 2018, S. 21-23).

ZQ Programmierung:

Erstellen von Programmen und -teilen als Webanwendungen in Programmiersprachen. Der intermaschinelle Datenaustausch (die Kommunikation) erfolgt in ‚Hochsprachen‘. Das sind Programmiersprachen auf einer erhöhten Abstraktionsebene.

Inhalt: Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen, Anpassen von Softwaremodulen und Testen von Softwaremodulen im System (vgl. a.a.O., S. 25).

ZQ IT-Sicherheit:

Die Datensicherheit der IT-gestützten betrieblichen Systeme ist existenziell und muss ständig überwacht und aktualisiert werden.

Inhalt: Entwickeln von Sicherheitsmaßnahmen, Umsetzen von Sicherheitsmaßnahmen und Überwachen der Sicherheitsmaßnahmen (vgl. a.a.O., S. 27-28).

ZQ Additive Fertigung:

Produktion und Reproduktion von Teilen, oftmals in sehr niedrigen Stückzahlen, die Fertigungsprozesse im 3D-Druck müssen vollständig dokumentiert werden. Komplexe Teile können betriebsspezifisch in einem kurzen Zeitraum gefertigt werden.

Inhalt: Modellieren von Bauteilen, Vorbereitung von additiver Fertigung, additives Fertigen von Produkten (vgl. a.a.O., S. 30-31).

Die vier ZQ bestehen *inhaltlich* jeweils aus drei Teilen, für die stets eine Lernzeit von acht Wochen als Richtwert angegeben ist (vgl. ebd.). Das vorgestellte Firmenbeispiel zu Beginn dieses Kapitels greift auf Inhalte der ZQ Programmierung zurück. Es wird deutlich, dass es in der betrieblichen Ausbildung Projekt- und Arbeitsinhalte gibt, die nicht vom Lehrplan abgedeckt sind und die die Einführung von ZQ begründen.

Das BIBB empfiehlt die Unterrichtung und spätere Prüfung der ZQ-Inhalte nach dem **Modell der vollständigen Handlung**. Das Modell setzt sich aus sechs Stufen zusammen, die eine kontinuierliche Rückkopplung erzeugen und die den Azubi befähigen, Aufgaben selbstständig, selbstkritisch und verantwortlich im Betrieb zu erledigen. Die sechs Stufen lauten: ‚Informieren - Planen - Entscheiden - Ausführen - Kontrollieren - Bewerten‘. Damit wird den didaktischen Prinzipien der Verständlichkeit des Lernstoffs, der Anschaulichkeit und der Praxisnähe nachgekommen (vgl. BIBB o.J. c, online). Als Prüfungsleistung wird ein vom Azubi selbstentwickeltes, selbstgeplantes und durchgeführtes Projekt bewertet. Es ist in einer mündlichen Prüfung vorzustellen.

Zum derzeitigen Stand wird davon ausgegangen, dass ZQ im Berufsbild des Mechatronikers das Prozess- und Systemverständnis im Begriffsverständnis der Ausbilder, siehe Kap. 2.3, hervorbringen können. Die Kompetenz, die diese Masterarbeit bestimmende Prozess- und Systemkompetenz (PSK), generiert sich in einem Lernprozess in den lernenden Azubis. Das Lernen im Prozess der Digitalisierung der Arbeit erfolgt in der Ausbildungspraxis (auch) durch den Einsatz digitaler Lernmedien, wie oben beschrieben.

Der Begriff der ‚digitalen Lernmedien‘ (als Substantiv) wird in der Literatur und in der sprachlichen Anwendung synonym zum Begriff des ‚mediengestützten Lernens‘ (als Verb) verwendet.

Daraus folgt die für diese Masterarbeit fundamentale *Grundannahme*, dass die ZQ im Berufsbild des Mechatronikers durch mediengestütztes Lernen PSK generieren können.

Das mediengestützte Lernen wird nachstehend beleuchtet und die Forschungsfrage hergeleitet.

3.2 Mediengestütztes Lernen und die Herleitung der Forschungsfrage

Die Erschließung von Wissen, das der Mensch im Laufe des Lebens und des lebenslangen Lernens erlangt, erfolgt vorwiegend durch den Einsatz von Medien (vgl. Kerres 2018, S. 5). Das Lernen vollzieht sich in einem autodidaktischen (alleine), sozialen (mit Anderen) und betreuten Kontext mit analogen und/oder digitalen Medien (vgl. a.a.O., S. 25). Kerres zählt neun Varianten des mediengestützten Lernens als digitale Lernszenarien auf, die hier nicht detailliert aufgelistet werden (vgl. 2018, S. VII und S. 6), (siehe Kap. 5.1).

Ein Charakteristikum des mediengestützten Lernens ist die Unabhängigkeit des Lernszenarios einschließlich des Lernortes, der Lernzeit und des Lernpartners.

„Die Lernenden steuern dabei den Lernprozess maßgeblich selbst“ (vgl. a.a.O., S. 32), was hohe Anforderungen an die kognitive und psychische Leistung des Lernenden stellt. Die Entscheidung und Durchführung des ZQ-Lernens als zusätzliche Leistung während der Ausbildung erfordern ebenso kognitive und psychische Leistungen wie das mediengestützte und selbstgesteuerte Lernen. Beide Konstrukte bedingen und verweben sich gegenseitig.

Das **mediengestützte Lernen für ZQ** kann als Weg und als Instrument, PSK zu generieren, gesehen werden. Dieses Lernen wird auch als „technologieunterstütztes oder technologiegestütztes Lernen“ (vgl. Niegemann/Weinberger 2020, S. V+VI) bezeichnet. Es setzt beim Lernenden das Wissen um die Handhabung der Technologie, der Geräte und der Software voraus. Ein Lernen mit Medien (vgl. Opfermann et al. 2020, S. 19) ist dann ebenso ein „**Lernen von der Software**“ (vgl. Zinke 2019c, online, 23:32 Min.).

Aus den vorherigen Argumentationen und dem Beispiel wird deutlich, dass die ZQ die Entwicklung von PSK im Berufsbild des Mechatronikers unterstützen. Es ist an dieser Stelle offen, *wie* diese Unterstützung erfolgt. Die Forschungslücke wird offenkundig und die **Forschungsfrage** lautet entsprechend:

*Wie unterstützen die Zusatzqualifikationen die Entwicklung von
Prozess- und Systemkompetenzen im Berufsbild des Mechatronikers
in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung?*

Bei der Formulierung der Forschungsfrage wird auf das Einbeziehen des Lernwegs und -instruments, des mediengestützten Lernens, verzichtet. Das mediengestützte Lernen ist im Titel der Masterarbeit benannt und erscheint derzeit in der Argumentation im Lernen für die ZQ als Schlüsselinstrument. Es wird jedoch davon abgesehen, in der Forschungsfrage *ein* Instrument zu benennen, auch wenn es derzeit die Rolle des Schlüsselinstruments einnimmt, um für eventuelle weitere Instrumente offen zu bleiben. Diese könnten, unbenommen des Titels der Masterarbeit, auch zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen.

Obwohl die ZQ im BBiG an die Ausbildung gekoppelt sind, strahlen sie mit ihren Inhalten und Perspektiven weit in den Arbeitsbereich der Facharbeiter hinein. Das BIBB sieht in ihnen auch eine „Startmöglichkeit für die berufliche Weiterbildung der Fachkräfte“ (2018, S. 4). Daher wurde das Forschungsfeld in der Fragestellung von der Ausbildung bis zur Weiterbildung aufgezogen.

Für die Beantwortung der Forschungsfrage wird ein Kompetenzraster für die PSK erstellt. Dafür werden die beiden ZQ der ‚digitalen Vernetzung‘ und der ‚additiven Fertigungsverfahren‘ ausgewählt. Die Reduzierung auf zwei ZQ erfolgt unter der Annahme, dass die Entwicklung eines PSK-Rasters für zwei ZQ umfangreiche Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfrage erbringen wird. Eine Verdopplung des Erkenntnisgewinns durch eine Verdopplung der zu bearbeitenden ZQ ist zum Zeitpunkt der Entscheidung nicht erwartbar.

Die ZQ ‚Digitale Vernetzung‘ ist auch für industrielle Elektroberufe wählbar.

Für industrielle Metallberufe besteht die Möglichkeit, die ZQ ‚Additive Fertigungsverfahren‘ zu wählen (vgl. Schwarz 2019a, S. 34). Durch diese beiden ZQ kann die Spannweite eines PSK-Rasters in die Nachbarberufe hinein ausgeweitet werden, so dass das Raster wohlmöglich auch über die Nutzung bei den Mechatronikern hinaus interessant wird. Damit wird die Zielgruppe erweitert.

Die Abbildung 02 zeigt den Aufbau der Masterarbeit.

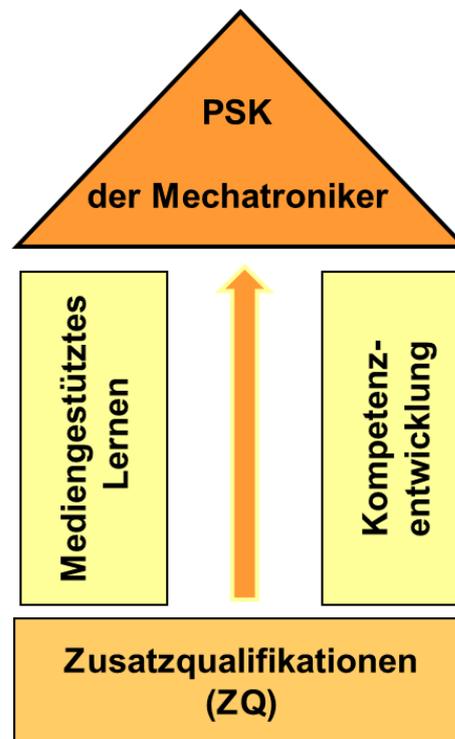


Abb. 02: Aufbau der Masterarbeit.
Eigene Darstellung.

4. Theoretische Verortung

Die Digitalisierung ist wissenschaftsgeschichtlich ein sehr junges Phänomen. Die globale Relevanz des Themas regt in allen Fakultäten weltweit und bereichsübergreifend zu Forschungsarbeiten an.

Es ist der Halbwertszeit der wissenschaftlichen Erkenntnisse durch die Geschwindigkeit technischer Fortschritte und Formate geschuldet, dass es (bis jetzt) in vielen Bereichen nicht zu einer empirischen Theoriebildung gekommen ist.

Eine empirische Theorie ist „ein System logischer widerspruchsfreier Aussagen (Sätze, Hypothesen) über den jeweiligen Untersuchungsgegenstand mit den zugehörigen Definitionen der verwendeten Begriffe“ (Kromrey 2010, S. 42). Das

gilt auch für eine empirische Theorie im Bereich der Berufsbildungsforschung und den Forschungsgegenstand des dualen Systems.

Der Wandel der beruflichen Bildung fragt nach einem Wandel der Berufsbildungstheorie. Kutscha zeigt die Entwicklung berufsbildungstheoretischer Ansätze auf, hin zu einem Konzept einer „erweiterten modernen Beruflichkeit“ (vgl. Bonz 2017, S. 6). Darin leitet er den Begriff der beruflichen Handlungsfähigkeit aus der Epoche der Industrie 3.0 ab und kommt zur beruflichen Handlungskompetenz in der I4.0, was einen Wandel der Qualifizierungsanforderungen nach sich zieht (vgl. Kutscha 2017, S. 29, S. 31). Die Hyperkonnektivität und die Digitalisierung sollen mit einem ‚ganzheitlichen‘ Bildungskonzept gefasst werden, das am Werkstor oder der Bürotür nicht Halt macht, sondern auf komplexe Lebenslagen ausgerichtet ist (vgl. a.a.O., S. 39). Daraus könnte folgen, dass eine neue Berufsbildungstheorie die ‚Arbeit des kompetenten, sich lebenslang weiterbildenden Menschen in einem Verständnis einer expandierten Beruflichkeit im Spannungsfeld zwischen Hyperkonnektivität und Digitalisierung beschreibt und ihn ganzheitlich betrachtet‘. Dieser humanistische Ansatz wäre dann mehr als eine bloße Suche nach Qualitätsanforderungen in einer ‚intelligenten Fabrik‘. Ob er in der digitalisierten Lebens- und Arbeitswelt entwickelt werden und Fuß fassen kann, bleibt im Sommer 2020 offen.

Es wird deutlich, dass es heute keine Berufsbildungstheorie, also kein System logischer widerspruchsfreier Aussagen, für die Berufsbildung in Zeiten der Digitalisierung in Deutschland gibt.

Nachstehend werden die Begriffe der Kompetenz und des mediengestützten Lernens aus der Literatur abgeleitet. Berufliche Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung werden beleuchtet und zum Abschluss des Kapitels wird eine Verbindung zur PSK gezogen.

4.1 Kompetenzen in der aktuellen Literatur

Der weite **Kompetenzbegriff** wird nutzungsspezifisch festgelegt und seine Definition ist vom Anwendungsgebiet seines Einsatzes bestimmt. Der Kompetenzbegriff mit einem Berufsbezug und einer Definition des BIBB wird in Kap. 2.1 vorgestellt. In diesem Kapitel wird jetzt ein domänenunspezifischer Blick auf den Kompetenzbegriff geworfen, seine Merkmale erklärt und ein Ausblick auf die Veränderungen der Lernkultur gegeben.

Kaufhold nennt **vier Grundmerkmale**, um die Kompetenz eines Subjekts zu definieren:

- a) Bewältigung von Handlungssituationen: es ist für die Erfassung und Bewertung von Kompetenz notwendig, diese im Handlungskontext zu betrachten.
- b) Situations- und Handlungsbezug: zur Kompetenzerfassung und -bewertung sind die Person und die organisationalen Bedingungen zu berücksichtigen.
- c) Subjektgebundenheit: eine Kompetenz ist eine an die Person geknüpfte Kategorie und nicht ohne Weiteres von Dritten abrufbar.
- d) Veränderbarkeit: die drei vorgenannten Merkmale zeigen, dass Kompetenz an den Kompetenzträger und seine Entwicklung gebunden ist (vgl. Kaufhold 2006, S. 22-25).

Kompetenz greift das komplette Lebensumfeld eines Subjekts ab. Sie lässt sich für nahezu alle Altersstufen definieren. Die Analyse unterschiedlicher Kompetenzvarianten ergibt die Aufteilung in **drei Ansätze**:

- a) Der pädagogische Ansatz grenzt Kompetenz und Qualifikation voneinander ab, während der
- b) psychologische Ansatz in den Persönlichkeitsmerkmalen des Subjekts Möglichkeiten zur Entwicklung von Kompetenz sieht.
- c) Im handlungsorientierten Ansatz ist Kompetenz eine Handlungskategorie (vgl. a.a.O., S. 13-15).

Kaufhold hat ein **Analyse- und Beurteilungsraster** von Verfahren der Kompetenzerfassung aufgestellt. Dafür strukturiert sie die Kompetenz in **Dimensionen und Elemente**. *Dimensionen* sind die Fach-, Methoden-, Sozial- und Personal-kompetenz. Zu den *Elementen* sind Fähigkeiten, Wissen, Motive und emotionale Dispositionen zu zählen (vgl., a.a.O., S. 96).

Ihr Analyseraster umfasst **vier Kategorien**:

- a) Ziel und Zweck des Verfahrens: Für das Individuum ist eine Kompetenz das Ergebnis einer persönlichen Entwicklung, für den Betrieb ist es ein Entscheidungskriterium einer Personalauswahl. Beide Seiten suchen, wie bei einem

Puzzle, eine genaue Passung. Dazu können Kompetenzraster beitragen. Raster können nach dem anforderungsorientierten (welche Anforderungen ein Betrieb stellt) und entwicklungsbezogenen Ansatz (welche Kompetenzen bringt das Individuum mit und welche müssen/können gefördert werden) strukturiert sein (vgl. a.a.O., S. 104+105).

b) Kompetenzverständnis: Die Kompetenzelemente ‚Wissen, Fähigkeiten/Fertigkeiten, Motive und emotionale Dispositionen‘ müssen zusammenspielen und der situative Kontext ist zu beachten und betrachten (vgl. a.a.O., S. 117).

c) Situations- und Erfassungskontext: Die Handlungsvoraussetzungen und -bedingungen sind in der Situation der Kompetenzerfassung zu berücksichtigen. Es gibt eine Feststellungs- und eine Handlungsebene mit jeweils subjektiven und objektiven Dimensionen (vgl. a.a.O., S. 120).

d) Methodologie: Es werden bei der Kompetenzerfassung die Methoden der qualitativen und quantitativen Forschung berücksichtigt (vgl. a.a.O., S. 126), auf deren detaillierte Aufzählung hier aus Kapazitätsgründen verzichtet wird. Ferner relevant sind die Beurteilungsformen, nämlich die Fremd- und die Selbstbeurteilung, sowie die Methoden der Befragung, Beobachtung und durch Tests (vgl. a.a.O., S. 126-134). Auf die Gütekriterien der empirischen Sozialforschung wird in Kap. 6 eingegangen.

Kaufhold zeigt den Ablauf des Kompetenzbegriffs bis zur Analyse und Beurteilung von Kompetenzerfassungsverfahren auf: vier Grundmerkmale → drei Ansätze → Dimensionen und Elemente → vier Kategorien, siehe Abb. 03.

Den vier Kategorien wird bei der Entwicklung des PSK-Rasters in Kap. 6 gefolgt.

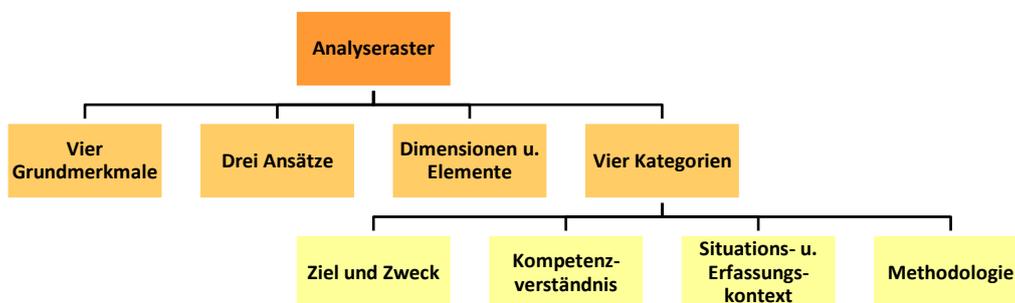


Abb. 03: Analyseraster nach Kaufhold. Eigene Darstellung.

Für Erpenbeck und von Rosenstiel sind Kompetenzen keine beliebigen Handlungsfähigkeiten in Lern- und Handlungsgebieten (Domänen), sondern *Fähigkeiten*, die selbstorganisiertes Handeln ermöglichen (2007, S. XI). Dazu bedarf es Selbststeuerungs- und Selbstorganisationsstrategien des Subjekts, die

gedankliches und gegenständliches Handeln generieren (vgl. a.a.O., S. XI und XXI).

Der Kompetenzbegriff schließt darüber hinaus auch das Verständnis von Lernen, das Lernen selbst und seine Lernkultur mit ein (vgl. a.a.O., S. XX). Die Autoren benennen dieses Lernen „unter den Bedingungen von Komplexität, Chaos und Selbstorganisation“ als **neue Lernkultur** unter dem Einfluss von weltumspannenden ökonomischen und sozialen Einflüssen.

Das daraus entstehende neue Lernen bedient sich auch der „neuen“ digitalen Medien in ihrem unbeschränkten Umfang und wird unter der Dimension des mediengestützten Lernens nachstehend weiterverfolgt. Eine Facette des neuen Lernens in der neuen Lernkultur ist das „Lernen von der Software“, das ebenfalls einen inhaltlichen Einfluss auf diese Arbeit nimmt und in Kap. 5 vorgestellt wird. Kompetenz und lebenslanges Lernen bedingen einander und formen, auch unter dem Einfluss von informellem Lernen und seinen Inhalten, eine neue Lernkultur.

4.2 Mediengestütztes Lernen in der Berufsausbildung

In der Berufsschule und im Betrieb wird (derzeit noch) mit analogen und digitalen Medien gelernt. Die Azubis lernen in der Schule und im Betrieb körperlich präsent am gleichen Ort zur gleichen Zeit in Gruppen oder allein (vgl. Ball 2020, S. 669). Technisch möglich ist auch das Lernen und Arbeiten in Workgroups digital sowie zeit- und ortsunabhängig. Dieses Lernen synchron oder asynchron, am gleichen Ort oder an verschiedenen Orten wird in der Literatur CSCL (Computer Supported Cooperative/Collaborative Learning) genannt (vgl. Haake et al. 2012, S. 2) und stützt sich auf Software zur Kommunikation und zum gemeinsamen Lernen und Arbeiten. Bis vor kurzem wurde die Bedeutung digitaler Medien in der Ausbildung eher zurückhaltend bewertet. Dabei wurden Lehr- und Fachbücher, sowie schriftliche Unterlagen als ‚sehr wichtig‘ kategorisiert, während fachspezifische Software und webbasierte Lernprogramme als deutlich unwichtiger eingestuft wurden (vgl. Gensicke et al. 2016, S. 61). Im Sommer 2020 wird aufgrund der Auswirkungen der SARS-CoV2-Pandemie in Deutschland ein Anstieg der Attraktivität der onlinebasierten Lern- und Arbeitsprogramme und -situationen verzeichnet. Zitierfähige Studien liegen noch nicht vor. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass sich die „Corona-Krise als Lernauslöser im Bildungsbereich“ (FernUniversität Hagen 2020, online) und Katalysator für das mediengestützte Lernen und Arbeiten in allen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen entwickeln wird.

Oftmals ist den Online-Lernenden ihr mediengestütztes Lernen gar nicht aktiv bewusst, denn die Nutzung von niederschweligen digitalen Tools ist intensiv in den Alltag eingefügt und akzeptiert. Zum Beispiel werden eine WhatsApp-Kommunikation mit dem Kollegen über Berufsschulaufgaben und eine zeitgleiche Internetrecherche zum Thema oftmals nicht als Lernen und Kommunizieren mit neuen Medien aufgefasst.

Ein Berufsbildungsinstrument, das sich durch die Digitalisierung von einem Kontrollwerkzeug hin zu einem ausbildungsbegleitenden Lern-, Organisations- und Dokumentationsformat entwickelt hat, ist das zu führende Berichtsheft. Das webbasierte Berichtsheft BLok bildet den Lernprozess papierlos ab und ist für den Azubi, den Ausbilder und den Berufsschullehrer digital zugänglich. Kommunikation kann über das BLok erfolgen, was auch die Lernortkooperation stärkt. BLok hat den Anspruch eines persönlichen Wissensspeichers des Lernenden und erlaubt auch nach Beendigung der Ausbildung den weiteren Zugriff auf das *Lerntagebuch*. BLok kann als Software auf einem Computer installiert werden und ist ebenso als Webapplikation (App) auf Smartphones und Tablets passwortgeschützt zu nutzen. Zeichnungen lassen sich hinterlegen (vgl. BMBF 2020b, online).

Die Software des Online-Berichtshefts BLok bietet Azubis ein mediengestütztes Lernen, indem über den eigenen Lernprozess protokollierend und reflektierend berichtet wird.

Die Beispiele zeigen die *neue mediengestützte digitale Lernkultur* auf. Die große Anzahl digitaler Lern- und Informationsangebote in Verbindung mit unbegrenzten Kommunikationsmöglichkeiten braucht eine Navigation für die Lernenden, denn es besteht die Gefahr, beim selbstgesteuerten Lernen im Ozean der Hyperkonnektivität die Richtung zu verlieren. Nach Ansicht vieler Betriebe sind junge Menschen nämlich nicht zwangsläufig medienkompetent (vgl. Gensicke et al. 2016, S. 68). Ein Weiterbildungsbedarf bei ‚digital natives‘, der über eine Gerätebedienungsqualifikation mit dem Drücken von Knöpfen hinausgeht, wird bei etwa 50% der Azubis diagnostiziert (vgl. ebd.). Als ‚digital natives – digitale Eingeborene‘ werden Menschen verstanden, „die mit dem Internet aufgewachsen sind und die Welt ohne digitale Medien nicht kennen“ (Siepermann o.J., online). Es ist daher erforderlich, dass betriebliche Ausbilder mediengestützte Lernformate kennen, verstehen und sie als Lerntools mit in die Ausbildung integrieren können.

Einer BIBB-Studie zufolge geht die Hälfte der befragten Betriebe davon aus, dass der Einsatz digitaler Medien die Attraktivität der Berufsausbildung steigert

(vgl. Gensicke et al. 2016, S. 42), jedoch auch jeder zweite befragte Betrieb einen Weiterbildungsbedarf der Ausbilder beim Umgang mit digitalen Medien- und Lernformaten sieht (vgl. a.a.O., S. 71). Unter dem Begriff der ‚**Medienkompetenz**‘ versteht Kerres deutlich mehr, als nur die Fähigkeit, Geräte ‚kompetent‘ zu bedienen. Sie umfasst den „aktiven und reflektierenden Umgang mit Medientechniken, medialen Inhalten und die Bedienung ihrer Produkte und Dimensionen“ (Kerres 2018, S. 66). Dabei ist es vordergründig nicht erheblich, ob es sich um analoge oder digitale Medienprodukte handelt (vgl. ebd.).

Das neue und mediengestützte Lernen fasst immer weiter Fuß (vgl. Ball 2020, S. 668). Es wird jedoch auch deutlich, dass es einen (Weiter-)Bildungsbedarf aller Akteure gibt, um Kompetenzbildungsprozesse voranzubringen. Dazu gehören auch didaktisch und inhaltlich gut konzipierte CSCL-Angebote.

Insgesamt ist das mediengestützte Lernen eine Lernform, die den Lernenden auf den ersten Blick viele Freiheiten in Bezug auf Lernzeit, -partner und -ort lässt. Sie lässt den Lernenden jedoch auch erst einmal allein und offeriert die Gelegenheit des kooperativen Lernens und Arbeitens online. Dafür bedarf es der kognitiven und psychischen Leistung der Lernenden (vgl. Kap. 3.2). Mediengestütztes Lernen ist daher inhaltlich engmaschig mit dem ‚Lernen von der Software‘ vernetzt.

4.3 Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung

Zur Kompetenzdiagnostik im Bereich der Berufsbildung gehören die Erfassung, Messung, Bewertung und Vergleichbarkeit von Kompetenzen, siehe Abb. 04. Die erfassten und gemessenen Kompetenzen lassen sich mithilfe des DQR bewerten und vergleichen. Für die Charakterisierung der Kompetenzen im DQR ist maßgeblich, welche Kompetenzen zum Ende des Lernprozesses vorhanden sind. Diese Outcome-Orientierung lassen den Lernort und die -zeit außen vor (vgl. Esser 2013, S. 324), (siehe Kap. 2.1).

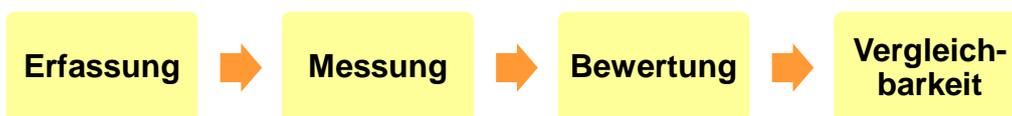


Abb. 04: Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung. Eigene Darstellung.

Einen wesentlichen wissenschaftlichen Beitrag zur *Erfassung und Messung* von Kompetenzen leistet das BMBF-Programm ‚ASCOT‘ (Technology-based Assessment of Skills and Competences in Vocational Education and Training)

(siehe Kap. 2.1), in dem „von Dezember 2011 bis Mai 2015 die Kompetenzen von Jugendlichen am Ende der beruflichen Ausbildung in Deutschland *gemessen* wurden“ (BMBF 2015, online). Euler kommentiert das Ergebnis des ASCOT-Programms, in welchem größtenteils Kompetenzmodelle aus kaufmännisch-verwaltenden und gewerblich-technischen Berufen auf berufsfachliche Kompetenzen betrachtet wurden. Bei den gesundheitlich-pflegerischen Berufen wurde der Fokus auch auf die sozialen Kompetenzen gerichtet. Damit wird, so Euler erklärend, einer früheren Kritik Rechnung getragen, dass sich der Kompetenzansatz hauptsächlich auf fachliche Domänen beschränkt (vgl. 2020, S. 214).

Das Folgeprojekt „ASCOT+ hat das Ziel, digitale Lern- und Messinstrumente für Kompetenzen von Auszubildenden zu entwickeln und in der Praxis zu erproben“ (BMBF o.J., online). Im Rahmen des Forschungsprojekts ASCOT+ hat das BIBB eine systematische Überblicksstudie zu „Methoden der Kompetenzerfassung in der beruflichen Erstausbildung in Deutschland“ erstellt (vgl. Rüschoff 2019). In der Überblicksstudie werden 58 Studien zur Kompetenzerfassung und -messung analysiert. Dabei wird festgestellt, dass 66% der ausgewerteten Studien fachliche Kompetenzen untersucht haben, allgemeine Kompetenzen werden mit 24% aufgefunden und 9% betreffen die sozial-kommunikativen Kompetenzen. Es werden Studien im kaufmännischen und gewerblich-technischen Bereich gewählt, wie auch Studien zu Gesundheitsberufen. Als Studienergebnis wird „eine gute Basis an diagnostischen Instrumenten zur Kompetenzfeststellung“ benannt, verbunden mit dem Wunsch, „die Entwicklung von Instrumenten auf ein breites Spektrum an Berufen und Berufsfeldern auszuweiten“ (Rüschoff 2019, S. 5). Dem wird mit dieser Masterarbeit im Bereich der PSK nachgekommen.

Für die *Bewertung und Vergleichbarkeit* im nationalen und europäischen Bereich gibt es den Deutschen Qualitätsrahmen (DQR, siehe Kap. 2) und sein europäisches Pendant, den EQR.

Die **Niveaustufe 4** des DQR beschreibt die Kompetenzen nach Beendigung einer dualen Berufsausbildung: „Kompetenzen zur selbstständigen Planung und Bearbeitung fachlicher Aufgabenstellungen in einem umfassenden, sich verändernden Lernbereich oder beruflichem Tätigkeitsfeld“ (Esser 2013, S. 324).

Die Kompetenzdiagnostik beschränkt sich nicht auf relevantes Wissen für Arbeitshandlungen. Sie umfasst die „aufgaben- und problembezogene (kompetente) Nutzung von Wissen“ und soll über den kognitiven Bereich hinausgehend

auch emotionale und motivationale Aspekte mit einschließen, was Minnamaier und Ziegler (2016, S. 7) als „eine Herkulesaufgabe“ charakterisieren.

4.4 Kompetenzen und Weiterbildung

Nachdem die Kompetenzen in der Berufsbildung, speziell in der Berufsausbildung im vorherigen Kapitel beschrieben wurden, soll nachstehend auf die Kompetenzen bezüglich der Weiterbildung eingegangen werden. Dabei wird nach Kompetenzen *für die* Weiterbildung und *in der* Weiterbildung unterschieden.

Der Weg von den Qualifikationen mit dem Fokus auf die berufliche Verwertbarkeit führt zur Kompetenz aus der Perspektive des Subjekts, in welchem sich Kompetenz generiert und das Subjekt in die Lage zum Handeln im beruflichen und privaten Bereich versetzt (vgl. Elsholz 2002, S. 32-33). Elsholz weist dem Kompetenzbegriff Elemente der Persönlichkeitsentwicklung und -bildung zu und stellt ihn in die Tradition der Bildungstheorie (vgl. ebd.). Ebenso hält er die Begriffe der Kompetenz und -entwicklung für angemessen, um den subjektorientierten Blickwinkel und den schnellen Wandel in der Arbeitswelt angemessen zu beschreiben (vgl. a.a.O., S. 35). Schließlich hat die Kompetenz die Aufgabe, die Handlungsfähigkeit des Individuums zu erweitern. Das kann erfolgen, wenn das Individuum sein Handeln überdenkt und Schlüsse daraus zieht. Diesen Bezug zurück auf sein eigenes Handeln nennt Elsholz eine „reflexive Handlungsfähigkeit“, die das **Ziel einer Kompetenzentwicklung** sein muss (vgl. a.a.O., S. 38). Diese Reflexivität hat zwei Dimensionen:

a) strukturell: Hinterfragen und Mitgestalten der Arbeitsumgebung und der -bedingungen.

b) selbst-reflexiv: Reflexion über eigene Kompetenzen (beruflich und Privat) und Gestaltung der individuellen Kompetenzentwicklung (vgl. a.a.O., S. 39).

Ein erfolgreicher Kompetenzentwicklungsprozess geschieht auch aus einer Verknüpfung von informellem und formellem Lernen in einem Netzwerk. Kompetenz versetzt das Individuum in die Lage, durch eigene Reflexion Mündigkeit in unterschiedlichen Lebensbereichen zu erlangen. Dieser Blick aus der „Vogelperspektive“ (vgl. a.a.O., S. 40) erlaubt zwei Schlussfolgerungen: Das reflexive Erleben eines Kompetenzentwicklungsprozesses ist eine Weiterbildung, denn in dem Individuum bildet es sich weiter (intern). Durch diesen Prozess kann das Individuum seine eigene betriebliche oder private Weiterbildung erkennen und anstoßen (extern).

Elsholz beschreibt somit die Entwicklung von Kompetenzen *für die* Weiterbildung. Sein Aufsatz aus dem Jahr 2002, der auslaufenden Epoche der Industrie

3.0, lässt sich im Jahr 2020 gut nachverfolgen und Auswirkungen auf die I4.0 aufzeigen. Unter dem hier zitierten ‚Netzwerk‘ wurde die analoge, persönliche Zusammenarbeit (und zusammen lernen) im betrieblichen Umfeld verstanden. Technische und sprachliche Weiterentwicklung belegen den Begriff heute mit Geräten innerhalb einer Internetverbindung und ebenfalls für eine Gruppe von zusammenarbeitenden Individuen. Das Begriffsverständnis aus dem Jahr 2002 ist heute weiterhin gültig, es wurde erweitert und die Kompetenzen *für die Weiterbildung* sind, auch als gedankliche Wegbereiter, in der I4.0 wichtig und aktuell.

Kompetenzen *in der Weiterbildung* werden im DQR in der *Niveaustufe 5* gelistet und nach dem Absolvieren der ersten Aufstiegsfortbildung (Spezialist) erreicht. Sie umfasst „Kompetenzen zur selbstständigen Planung und Bearbeitung umfassender fachlicher Aufgabenstellungen in einem komplexen, spezialisierten, sich verändernden Lernbereich oder beruflichem Tätigkeitsfeld“ (Esser 2013, S. 325). Mit den in der Weiterbildung generierten Kompetenzen wird eine Entwicklung vom Generalisten zum Spezialisten (vgl. Zinke 2019c, 27:36 Min.) ausgelöst.

Die Unterschiede zwischen den Inhalten der DQR-Profile 4 und 5 sind in der Tabelle 3 aufgeführt. Sie zeigen die Progression der Anforderungen an die Spezialisten gegenüber den Gesellen und werden für die Explikation in Kap. 4.5 eingesetzt.

Tab. 03: Unterschiede der DQR-Stufen 4 und 5. Eigene Darstellung.

DQR 4	DQR 5
fachliche Aufgabenstellung	fachliche umfassende Aufgabenstellung
umfassender Lernbereich oder umfassendes Tätigkeitsfeld	komplexer, spezialisierter Lernbereich oder komplexes, spezialisiertes Tätigkeitsfeld

Im vorstehenden Kapitel 4 „Theoretische Verortung“ werden der Zugang zu einer Berufsbildungstheorie in der I4.0 sowie grundlegende Begriffe der Masterarbeit aus der Literatur hergeleitet und teilweise an Beispielen erklärt. Sie stehen als theoretisches Fundament in verschiedenartigen Beziehungen zur PSK (siehe Abb. 05) und werden im Kap. 7 rückblickend abgeprüft.

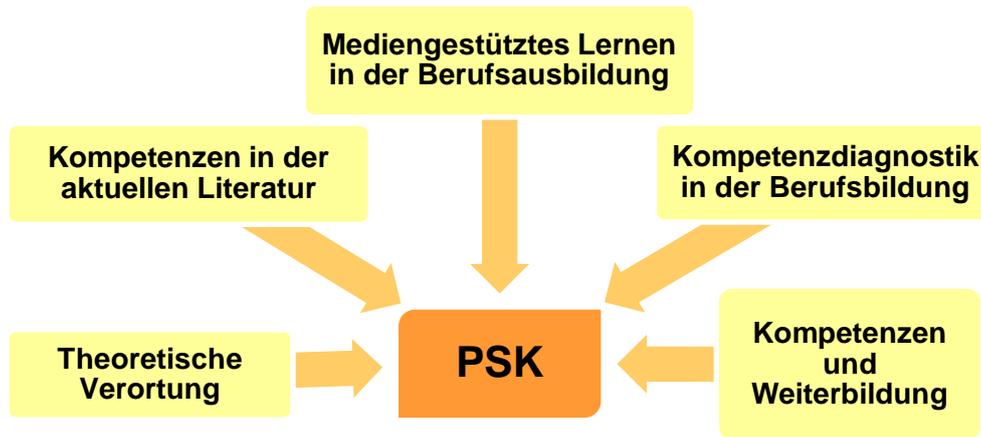


Abb. 05: Strukturelle Beziehung zur PSK aus Kap. 4. Eigene Darstellung.

Im folgenden Kapitel 4.5 fließen sie in die Entwicklung einer PSK-Explikation an geeigneten Stellen mit ein.

4.5 Prozess- und Systemkompetenz – eine Annäherung

Auf das zukünftig verstärkt benötigte Prozesswissen sowie die Management- und Problemlösungsfähigkeiten weist Zinn (vgl. 2017, S. 171) hin. Fachkräfte kommen aus der Position des „Maschinenbedieners“ heraus (vgl. Zinn 2017, S. 171; vgl. auch Kutscha 2017, S. 28-29) und Aufgaben gestalten sich in dynamisch-technologischen Prozessen neu. Kompetenzerwartungen in einer digitalisierten Arbeitswelt setzen ein Lernen in einer digitalisierten Welt voraus. Mediengestütztes Lernen, eingebettet in ein didaktisches Konzept und in die beruflich-betrieblichen Anforderungen, kann den Wissenserwerb erhöhen und das Lernen von der Software vorantreiben. Trotz einiger veröffentlichter Studien liegen derzeit wenige Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Einsatzes moderner Lernmedien auf domänenspezifische Kompetenzbedarfe vor. Hier sieht der Forscher ein Forschungsdesiderat (vgl. Zinn 2017, S. 174).

Elsholz beschreibt unter Rückgriff auf die KMK-Definition die drei Kompetenzkategorien (siehe Kap. 2.1) der Fach-, Sozial- und Human- oder Selbstkompetenz und führt aus, dass andere Kompetenzen nicht additiv als weitere Kompetenzen zu fassen, sondern Bestandteile der drei Genannten sind (vgl. Elsholz 2002, S. 33). Demzufolge wäre PSK im Überschneidungsbereich der drei Kategorien anzusiedeln bzw. darunter zu subsumieren.

PSK ist jedoch keine ‚Kompetenz zu Befähigung und Bereitschaft‘ (siehe Kap. 2.1, Tab. 01), sondern eine ‚**Verständnis**kompetenz‘, welche aus dem Prozess- und Systemverständnis deduziert wird. Dabei speist sich die PSK aus dem erworbenen Wissen um den Sachverhalt in einem zusammenhängenden

System. Sie überblickt und deutet Abläufe (Prozesse) und Hintergründe. Danach zieht sie diese in die Bewertung und folgenden Handlungen mit ein.

PSK kennt und klammert die drei Kategorien der Handlungskompetenz und läuft im Lern- und Arbeitsprozess wie ein Hintergrundprogramm im Standby-Modus stets mit.

Für den Begriff der PSK gibt es in der Literatur keine Definition und es gibt dazu auch keine adäquaten Google-Treffer, die den Begriff im Berufsbildungsbereich sehen. Es ist ein Begriff, der präzisiert werden muss (vgl. Gabriel o.J., online). Von einer Ableitung des PSK-Begriffs aus den Definitionen und Beschreibungen der „allgemeinen Kompetenzdiskussion“ wird Abstand genommen, weil der Begriff in der Masterarbeit eine eindeutige berufsbezogene Bedeutung hat, die ihm zugeschrieben werden muss. Den PSK-Begriff aus dem Allgemeinen herunterzubrechen, könnte Verluste und begriffliche Ungenauigkeiten riskieren. Aus dem Grund wird im Folgenden ein **Explikat** des Begriffs hergeleitet und durch die weiteren Kapitel mitgetragen und abgeglichen.

Im wissenschaftlichen Verfahren einer **Explikation** wird ein Ausdruck so präzisiert, dass er für den Sozialwissenschaftler nützlich ist (vgl. Opp 2014, S. 151, 154). Der Begriff, der in dem Verfahren expliziert werden soll (hier: PSK) wird **Explikandum** genannt und das Ergebnis einer Explikation ist das Explikat. Dabei hat die Explikation das Ziel, einen Begriff gemäß bestimmten Kriterien zu präzisieren (vgl. ebd.). Zwei methodologische Regeln sind einzuhalten: Es muss gezeigt werden, dass das Explikandum unpräzise ist (Regel 1). Darüber gibt Regel 2 vor, mindestens ein Adäquatskriterium für das Explikat anzugeben (vgl. a.a.O., S. 152).

Es ist unstrittig, dass der PSK-Begriff als Explikandum unpräzise ist. Dabei ist es schon unklar, ob der Begriff im Singular oder im Plural zu verwenden ist (siehe Kap. 1). Um damit wissenschaftlich zu arbeiten, ist eine Explikation unerlässlich. Zuerst wird daher eine Explikationsstruktur anhand von sechs W-Fragen, wie Tabelle 04 nachstehend zeigt, entwickelt.

Tab. 04: Adäquate Kriterien für eine Explikationsstruktur des PSK-Begriffs. Eigene Darstellung.

Frage	Antwort
Wer	Azubis und Facharbeiter
Wo	im betrieblichen Umfeld
Was	Verstehen von Prozess(en) und System(en), gewerks- oder abteilungsübergreifend
Wie	reflexiv, durch Selbstorganisations- und -steuerungsprozesse, durch Lernen und Denken im Pro- zess und System
Wann	heute, ständig, im Laufe des Entwicklungsprozesses
Warum	holistisches Verständnis für die Arbeit und die Aufgabe in der digitalen Welt

Durch diese Explikationsstruktur wird deutlich, dass das Explikandum ein wissenschaftliches Format erfährt, das mitgetragen und zur Explikation weiterentwickelt und konkretisiert wird.

Die daraus gebildete Explikation besteht aus fünf Sätzen und lautet wie folgt:

- PSK ist eine berufliche Verständniskompetenz, die sich in Azubis und Facharbeitern mittels reflexiver Selbstorganisations- und -steuerungsprozesse durch Lernen und Denken im Prozess der Arbeit entwickelt. (1)
- PSK drückt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) aus und schaut multiperspektivisch auf einen Sachverhalt, um ihn daraufhin in einem zusammenhängenden System gewerksübergreifend zu dirigieren. (2)
- PSK wirkt holistisch in einem Spannungsbogen zwischen der Erledigung einer fachlichen Aufgabenstellung und dem (Inter-)Agieren in einem komplexen spezialisierten Lern- und Tätigkeitsfeld. (3)
- Die Entwicklung von PSK ist Teil des lebenslangen Lernens. (4)
- PSK im Kompetenzträger ist nicht offen ersichtlich, dennoch im Standby-Modus kontinuierlich abrufbar. (5)

Das Explikat als Arbeitsversion für diese Masterarbeit hat den Wortlaut:

- PSK ist eine berufliche Verständniskompetenz und beschreibt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) und das daraus resultierende multiperspektivische Agieren in einem betrieblichen Gefüge (System).

Das Explikat wird in die folgenden Kapitel mitgetragen, abgeprüft und, wie in Kap. 1 beschrieben, in Kap. 7 aufgelöst.

5 Prozess- und Systemkompetenz in der Ausbildung

Die Arbeitsversion der PSK (siehe Kap. 4.5) geht von einem eigenständigen Verständnis der Prozesse und Systeme aus. Es folgt der vertikalen Denkrichtung ‚von oben nach unten‘. Die Wirkrichtung ist deduktiv (engl. top-down). Durch das Verstehen des großen Ganzen werden auch die darunter angesiedelten Teile verstanden (Deduktion).

Die Entwicklung der PSK im Individuum erfolgt über die Verbindung: **Lernen & Denken & Handeln**. Das Handeln ist schließlich der *Beweis*, das offizielle Ergebnis und Ziel, dass PSK generiert wird. Dieses geschieht durch Lernen und Denken im Prozess der Arbeit. Dabei sind softwaregesteuerte Produkte, Geräte, Maschinen und Lösungen allgegenwärtig. **Software** ist der **Taktgeber der PSK**. Das Kapitel 5 wird entsprechend, wie in Abb. 06 gezeigt, gegliedert:



Abb. 06: Software als Taktgeber. Eigene Darstellung.

Die drei Aspekte werden im Folgenden beschrieben und das Lernen für die ZQ beleuchtet. Der Inhalt des Kap. 5 wird am Ende des Kapitels an der PSK-Arbeitsversion reflektiert.

Das *Denken von der Software* ist bereits als Schlagwort im Forschungskontext etabliert und stammt aus der M+E Studie aus dem Jahr 2016 (vgl. Spöttl et al., S. 63). Dem Denken zeitlich vorgeschaltet ist das *Lernen von der Software*.

In der vorgenannten Studie wird dem **Beruf des Mechatronikers** eine Passung bezüglich der I4.0-Aufgabenanforderungen zugeschrieben. Diese umfassen Planung, Aufbau, Einrichtung und Störungsbehebung von Systemen und Anlagen in der Produktion (vgl. a.a.O., S. 156, S. 9). Allerdings wird auf die unzureichende Verankerung der Vernetzung mechatronischer Einrichtungen und der softwarebasierten Handhabung und Konfiguration sowie der IT-gestützten Fehleranalyse im Berufsbild hingewiesen (vgl. a.a.O., S. 156). Dem Berufsbild wird eine hohe Affinität zu Veränderungen durch die I4.0 attestiert und viele Handlungsfelder können den neuen Anforderungen angepasst werden (vgl. a.a.O., S. 157). Die Autoren stellen abschließend die Frage, „wie die Anforderungen

aus der Softwareperspektive Eingang in das Berufsbild finden können“ (ebd.). Mit der Einführung der ZQ ist diese Frage beantwortet.

In den Handlungsempfehlungen der M+E-Studie wird auf den Aspekt der Prozessbetrachtung, -betreuung und -optimierung hingewiesen, der aus der Sicht der Informatisierung des Berufsbilds verstärkt werden muss (vgl. a.a.O., S. 9). Unter den Begriffen der „Softwareperspektive“ und der „Informatisierung“ wird die Abbildung abstrakter Prozesse unter Anwendung von Software verstanden. „Informatisierungssysteme machen es möglich, die stofflichen Produktions- und Arbeitsprozesse auf Basis exakter Zahlen und Informationen umfassend zu analysieren, zu kontrollieren und zu steuern“ (Boes/Pfeiffer 2006, S. 20).

Das bedeutet eine Ausweitung des Berufsfelds in Richtung der Softwareorientierung, wie es die ZQ inhaltlich auch leisten. Der Fokus liegt in dem Gewinn und der Weiterverarbeitung von Daten und im Positionieren des Individuums in einer analog-digitalen, hybriden, (Arbeits-)Welt – Software als Taktgeber.

5.1 Lernen von der Software

Das Lernen mit Medien ist zu einem „geflügelten Wort“ geworden und doch ein uneinheitlicher und unterschiedlich definierter Begriff geblieben (vgl. Opfermann et al., 2020, S. 17). Neben dem Begriff bleiben auch die Ziele unklar. Opfermann et al. berichten von ‚multimedialem Lernen‘ als dem Lernen mit ‚neuen Medien‘ sowie dem Einbinden technischer Errungenschaften in einen Lernprozess (vgl. a.a.O., S. 19). Dabei werden oftmals Lerninhalte aus analogen Lernmedien (Büchern) in ein digitales Format (Beispiel pdf) konvertiert, Grafiken animiert und als ‚Lernen mit neuen Medien oder digitales Lernen‘ bezeichnet. Diese Sichtweise greift in dieser Masterarbeit zu kurz. Es geht nicht um das vordergründige Bedienen von modern gestylten Geräten und dem Reproduzieren einer Abfolge von Tastendruckaufforderungen, sondern um das Verstehen, was diese Geräte, mit denen gelernt wird, machen. Es geht um den Inhalt, die Software, denn erst wenn klar ist, was das Gerät macht und wie die Software funktioniert, kann sie zielführend zum Lernen und zum Arbeiten eingesetzt werden. Das Softwarelernen steht in diesem Kapitel im Fokus und wird als Lernen ‚von‘ und ‚mit‘ der Software betrachtet.

Kerres schreibt, dass der Computer als **kognitives Werkzeug** die aktive Erzeugung und Verarbeitung von Informationen und die eigenständige Auseinandersetzung mit Inhalten fördert (vgl. 2018, S. 9). Deutlicher wird es, wenn das Wort ‚Computer‘ gegen ‚Software‘ ausgetauscht wird. Der Autor führt weiter aus, dass das Ziel eines kognitiven Werkzeugs die eigenständige Ausein-

andersetzung und Durchdringung der Lerninhalte durch den Lernenden ist (vgl. ebd.), also selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Lernen. Somit kann die Software als das Werkzeug und das Lernen mit ihr als Weg zur eigenständigen Erreichung eines Lernziels gesehen werden.

Dieses Lernen ist das mediengestützte Lernen im Sinne der Masterarbeit, denn es stützt und unterstützt den Lernenden. Die Software als Arbeitsprogramm braucht ein Medium oder Gerät, in dem sie arbeitet und daher ist der Begriff des mediengestützten Lernens richtig und auch einleuchtend.

Software funktioniert von ihrer Architektur als Ganzes und nicht in Teilen. Ein Befehl an die Software wird im Ganzen und unter Berücksichtigung aller notwendigen Komponenten und Informationen ausgeführt. Daher ist es adäquat, Software als ein holistisches Gefüge zur Steuerung von komplexen Abläufen zu betrachten. Die Wirkrichtung ist auch hier deduktiv (engl. top-down). Dieser Ansatz kann **von** der Software gelernt werden. Dabei kommt es darauf an **zu lernen**, einen Sachverhalt zu erkennen und ihn in einer Draufsicht zu betrachten (from top to down). Bei seiner Bewertung sind alle Bewertungs- und Lösungskomponenten zu Rate zu ziehen.

Das Lernen **mit** der Software ist erfolgreich, wenn ein Wissenserwerb durch den Einsatz eines softwaregeleiteten Geräts erfolgt. Die Varianten und Merkmale des mediengestützten Lernens sind in Kap. 3.2 beschrieben.

An dieser Stelle erfolgt ein kurzer *Exkurs* „von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse“ (Becker 2019a, online), um den Bogen zurück zum Lernen im Prozess der Arbeit und der Ausbildung als Mechatroniker zu schlagen.

Als Bildungsgegenstand der beruflichen Bildung unter dem Einfluss der Digitalisierung werden 1. die Objekte (Beispiel: Mikroelektrik), 2. Produkte (Beispiel: Systeme mit RFID-Chip), 3. Medien (Beispiel: Lernsoftware) und 4. Handlungen (Beispiel: Prozessvisualisierung) genannt (vgl. ebd.). Deutlich werden die vier Bestandteile eines betrieblichen Produktions- und Arbeitsprozesses und die Notwendigkeit des Lernens in allen Bereichen. Es geht nicht darum, Menschen durch Maschinen zu ersetzen, denn die Digitalisierung substituiert kognitiv geprägte Handlungen durch Automatismen/KI. Das steht fest und ist unumkehrbar. Es geht um die Gestaltung der physischen und virtuellen Arbeitsprozesse durch den Menschen. Der Mensch muss seine Gestaltungshoheit in den Arbeitsprozessen behalten und das kann nur erfolgreich sein, sofern er in Prozessen und Systemen lernt, denkt und handelt. Es bedarf daher einer arbeits-

prozessorientierten Didaktik als didaktischer Kern der Digitalisierung (vgl. ebd.). Der Lerninhalt ist, „was dem Handeln seinen Sinn verleiht“. Darunter versteht Becker eine Arbeitsaufgabe oder einen -prozess als Querschnittsinhalt. Das „flinke Bedienen eines Smartphones“ gehört für ihn nicht dazu (vgl. ebd.). Die vom Autor gestellte Frage, wie wir Digitalisierung lehren wollen, beantwortet er selbst mit Teilantworten unter der Maßgabe der Digitalisierung als Querschnittslehrinhalt: Mechanismen verständlich machen, Zusammenarbeitskonzepte einführen und üben, Lernen im Prozess der Arbeit als Selbstverständlichkeit ansehen, Bildungsnetzwerke in Anspruch nehmen, sowie die Vielfalt der digitalisierten Tools zum Lernen und zur Gestaltung und Bewertung von Aufgaben nutzen (vgl. Becker 2019b, online). Die Wirkrichtung ist auch hier deduktiv (engl. top-down).

Der deduktive Lern-Lehransatz vom Allgemeinen zum Besonderen sieht vor, anfangs abstrakte Begriffe, Regeln und Prinzipien zu vermitteln und sie anschließend an tatsächlichen Anwendungen und mit Beispielen zu veranschaulichen. Der induktive Ansatz vom Besonderen zum Allgemeinen hingegen beginnt mit den Beispielen, Einzelfällen und Anwendungen und erklärt aus der Position heraus die Begriffe, Regeln und Prinzipien. Als Vorteil wird dem deduktiven Ansatz die rasche Vermittelbarkeit von Überblickswissen zugeschrieben (vgl. Niegemann 2020, S. 126). Dabei ist der Blick von oben über den Sachverhalt, um ihn zu überblicken, ihn zu kennen und zu wissen. Im induktiven Lernen soll die Abstraktion selbst entdeckt werden und es kann infolgedessen zu einer Nachhaltigkeit des Behaltens kommen (vgl. ebd.). In der Praxis komplexer Lernangebote wechseln die Lernrichtungen oftmals (vgl. a.a.O., S. 127).

Mit Software zu lernen ist ein deduktiver Prozess, in welchem die Lernleistung im gesamten Zusammenhang und -spiel zwischen Software, Gerät und Lerner zu sehen ist. Erst einmal muss der Lerner die Softwarearchitektur verstehen, um zu wissen, was ‚sie von ihm möchte‘. Daraufhin geht es um den Lerninhalt. Die Software zeigt das Ganze (oben), das abwärts in Lernportionen aufgeteilt wird. Ein geläufiges und verbreitetes Beispiel ist das mediengestützte Lernen für eine theoretische Führerscheinprüfung, das heute in vielen Fällen ausschließlich über eine Smartphone-App stattfindet und durchgeführt wird. Nachdem die Softwarestruktur verstanden wurde, kann der Lerninhalt gelernt werden. Erst wenn die Begriffe und Regeln der Straßenverkehrsordnung gewusst werden, kann ein Lernprozess in den Lernportionen im weiteren Verlauf erfolgreich sein. Das Beispiel vom Softwarelernen ist im Zusammenhang der

Masterarbeit passend, weil die Gruppe der Fahrschullerner und der Mechatroniker-Azubis temporär annähernd deckungsgleich ist. Azubis, die während der Berufsausbildung die Führerscheinprüfung absolvieren, kennen das deduktive Lernen von und mit der Software.²

Die deduktive Richtung findet sich ebenfalls in Lern- und Arbeits**projekten**, in denen vom Projektziel nach unten in die einzelnen Aufgaben gelernt, gedacht und gehandelt wird (siehe Kap. 3).

Zinke spricht vom **Lernen von der Software** im deduktiven Kontext der Berufsausbildung (vgl. Zinke 2019c, 23:23 Min.). Darauf wird in Kap. 5.4 weiter eingegangen.

Lernen von der Software ist jedoch kein Privileg oder keine Pflichtaufgabe für Azubis. Fachkräfte werden täglich mit softwarebasierten Aufgaben konfrontiert. Bei der Schnelligkeit von Softwarelösungen muss ständig und lebenslang gelernt werden, um zum Handlungszeitpunkt auch handlungskompetent zu sein. Die Software ist der Taktgeber und Lernen von/mit der Software im Prozess der Arbeit sowie in der Ausbildung zählt zur PSK.

5.2 Denken von der Software

Der im vorherigen Kapitel geschilderte Ansatz vom Lernen von der Software wird in diesem Kapitel zum Denken von der Software weiterentwickelt.

Der Mensch und die (softwaregesteuerte) Maschine sind zur ‚Zusammenarbeit‘ bestimmt. Über das Internet werden Maschinen, Lagersysteme, Betriebsmittel etc. vernetzt (vgl. Windelband/Dworschak 2015, S. 72). Das Konstrukt, welches die Vernetzung und Steuerung der unterschiedlichen Komponenten vornimmt, wird Cyber-Physisches-System (CPS, auch Plural) genannt und ist ein feststehender Ausdruck weltweit. Diese Zusammenarbeit erfolgt in den Bereichen der Instandhaltung, Überwachung und Planung von Produktionsprozessen, sowie dem Einsatz von Leichtrobotern (vgl. a.a.O., S. 76). Dabei gibt es zwei Formate im Zusammenwirken von Mensch und Maschine.

Im *Automatisierungsszenario* lenkt das CPS den Menschen, dessen Arbeit durch die Technik bestimmt wird, die seine Eigenständigkeit heruntersetzt. Der Mensch als Fachkraft wird zum Auftragsempfänger durch die Maschine. Es entwickelt sich bei ihm eine Kompetenzlücke, da durch das monotone Abarbeiten

² Im Rahmen des M2-Moduls des Masterstudiengangs wurden Mechatroniker-Azubis zu einem ähnlichen Sachverhalt in problemzentrierten Interviews befragt (N=9). Alle Azubis gaben an, während der Ausbildung die Führerscheinprüfung absolviert zu haben. Diese Aussage hat keinen Anspruch auf Gültigkeit und ist hier als Hinweis und Tendenz anzusehen.

von maschinellen Anweisungen kein Fachwissen aufgebaut werden kann (vgl. a.a.O., S. 77). Dabei ist unbestimmt, welche Qualifikation eine Fachkraft in dem Aufgabenfeld haben muss und es scheint, dass Handlungskompetenz im Automatisierungsszenario nicht notwendig ist und gebraucht wird.

Im *Spezialisierungsszenario* lenken und beherrschen die Fachkräfte die CPS, die ihre Fachkompetenz bei jedem Auftrag benötigen (vgl. ebd.). Das kann für die Fachkraft nur erfolgreich sein, wenn sie als Spezialist handlungskompetent agiert. Bei der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine muss die Fachkraft die Maschine verstehen und mit ihr über Befehle kommunizieren. Es bedarf einer *gemeinsamen Sprache*, um Arbeitsprozesse zu steuern. Der Ausdruck in der (Programmier-)Sprache erfolgt über die Software. Die Instandhaltung, Überwachung und Planung müssen in der Software **gedacht** und daraufhin **umgesetzt** (siehe Kap. 5.3) werden. Die Fachkraft muss von der Software denken (vgl. Spöttl/Windelband 2016, S. 3). Es ist nicht strittig, dass im Spezialisierungsszenario auch die PSK gebraucht wird.

Das deckt sich auch mit einem Ergebnis der M+E-Studie, das Windelband mit dem Aufbau von Prozessverständnis als ganzheitlichem „Denken in Prozesszusammenhängen, dem Denken in vernetzten Systemen und interdisziplinären Zusammenhängen“ (2018, S. 5) beschreibt. Es ist durch eine Kollaboration und durch partnerschaftliche Zusammenarbeit in vernetzten Prozessabläufen und Wertschöpfungsketten über unterschiedliche Domänen und Hierarchien gekennzeichnet (vgl. ebd.). Das ist ein klares Plädoyer für die PSK.

Klar erkennbar ist, dass die Fachkraft im Spezialisierungsszenario von der Software denkt. Die Software ist der Taktgeber und das Denken von der Software im Prozess der Arbeit zählt zur PSK.

5.3 Handeln von der Software

Das Handeln von der Software als dritter Teil der Verbindung Lernen-Denken-Handeln agiert außerhalb der PSK-Explikation. Der naheliegendste Weg wäre, dem Handeln mit der Beschreibung der Handlungskompetenz(en) zu begegnen, was hier nicht erfolgt und der Bogen zurück zur PSK geschlagen wird.

Handeln von der Software ist die logische Folge aus dem Lernen und Denken von der Software und zeigt auf, dass PSK vorhanden ist.

Nachstehend soll hier ein Blick aus der sozio-technischen Perspektive auf den Menschen als handelnde Fachkraft geworfen werden. Der Mensch handelt von der Software in CPS. Ein Wandel der Arbeit bringt einen „Wandel der Anforderungen an Tätigkeiten und Qualifikationen“ (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, S. 19)

mit sich und bedeutet zwangsläufig den Wandel der Handlung. Dieser Wandel des menschlichen Arbeitshandelns ergibt sich durch eine Veränderung der Funktionsteilung zwischen dem Menschen und der Maschine (vgl. a.a.O., S. 18). Die Maschine nimmt entweder die Funktion des Vorgesetzten und Chefs mit der Erteilung von Aufträgen ein oder sie fungiert als gleich- oder nachrangiger Kollege, dem Aufträge erteilt werden können. Eine besondere Beziehung ergibt sich über die „Ironien der Automatisierung“ (vgl. a.a.O., S. 19). Solange die Maschine störungsfrei läuft, braucht sie den Menschen nicht. Es kommen Routine und Monotonie auf, die jedoch dazu führen können, dass der Mensch unachtsam wird und dem technologischen Ablauf der Maschine vertraut (vgl. ebd.). Eine Handlung ist nicht notwendig. Trotzdem muss der Mensch aufmerksam sein und immer sofort reagieren können. Das ist mit der Spielfunktion eines Fußballtorwarts vergleichbar, der keine Aufgaben zu erledigen hat, solange ihm die Feldmannschaft durch eigene Fehler keine Arbeit macht. Erst wenn der Ball gefährlich nahe an das eigene Tor kommt, muss er kompetent handeln. Die Handlungsfrequenz variiert zwischen ‚sehr oft‘ und ‚sehr selten‘. Es ist die Aufgabe des Torwarts, das Spiel seiner Feldmannschaft zu verfolgen, Spielzüge vorherzusehen und sich selbst fit (kompetent) zu halten. Ähnlich ergeht es der Fachkraft an der Maschine, die sich selbst auch immer wieder handlungsfähig halten muss. Das bezieht sich auf die Arbeit an und mit der Maschine und auf die Weiterbildung.

Die Software zum Handeln ist so vielfältig wie die Geräte und Funktionen, in denen sie zum Einsatz kommt. Im Bereich der *Instandhaltung* stellt sie an Produktionsanlagen interaktive virtuelle Handlungsanweisungen bereit, denen zur Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Optimierung zu folgen ist (vgl. Windelband/Dworschak 2015, S. 76). Praktisch sind darunter Informationen auf einem Display und/oder akustische oder optische Signale zu verstehen, die für die Fachkraft die Anweisung zur Handlung bedeuten. Das kann direkt an einer Maschine der Fall sein oder auf ein mobiles Gerät der Fachkraft transportiert werden, wenn beispielsweise das Smartphone einen Signalton ausstößt. Bei der Instandhaltung an der Maschine vor Ort oder kontakt- und körperlos über eine Netzverbindung sind Handlungsanweisungen der Software zu folgen.

Bei der *Planung und Überwachung* von Produktionsprozessen wird Maschinenverhalten in CPS simuliert und eine Qualitätskontrolle durch abgerufene Informationen in CPS durchgeführt (vgl. ebd.).

Zum beruflichen und betrieblichen Handeln von der Software gehört auch die multiple Weiternutzung der durch Softwarehandeln erzeugten Daten in anderen

Abteilungen. Handlungszeiten an der Maschine sind gleichzeitig Arbeitszeiten und werden dem Zeitkonto des Mitarbeiters zugeschrieben oder einem Kunden in Rechnung gestellt. Verbrauchtes Material wird vom Lager ausgebucht und ggf. neu bestellt. In der Software wird durch die Handlung eine Datenspur gezogen, die die Arbeit erleichtern oder auch erschweren kann. Die zeitgleiche Kontrolle der Software beim Handeln von und mit ihr ist in vielen Bereichen ein noch ungeklärter Bereich. Die Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit und dadurch auch nach der Zukunft der Arbeit kann nie endgültig beantwortet und geklärt werden, da mit jedem Software-Update eine neue Handlungsanweisung oder -option sichtbar wird. In dieser Masterarbeit wird die Frage nicht weiter verfolgt. Es bleibt nach diesem sozio-technischen Exkurs die Erkenntnis beim Blick auf den handelnden Menschen, dass auch hier die Software der Taktgeber ist. Dabei ist es nicht entscheidend, dass das Handeln kein Aspekt in der PSK-Arbeitsexplikation ist.

5.4 Lernen für die ZQ

Nach der Beschreibung von Lernen, Denken und Handeln von der Software wird auf das Lernen für die ZQ eingegangen und die beiden MA-relevanten ZQ werden erklärt.

Die deduktive Lernrichtung greift Zinke bei der Beschreibung der Möglichkeiten zur Förderung von PSK auf (vgl. 2019a, S. 43).

Für das Berufsbild der Mechatroniker ist die Einführung von ZQ auf der Ordnungsebene im Neuordnungs- bzw. Änderungsverfahren bereits erfolgt. Auf der Umsetzungsebene sieht er darüber hinaus weiteren Handlungsspielraum. Die aktuelle Lernrichtung in der Ausbildung ist induktiv mit vielen Einzelaufgaben zum System hin denkend und lernend. Der Autor schlägt eine konzeptionelle Wende in der Vermittlung von Ausbildungsinhalten vor, indem der aktuelle induktive Ansatz aufgegeben wird (siehe Kap. 2.2). Eine induktive Ausrichtung würde durch einen deduktiven Ansatz abgelöst, der vom System und Prozess von oben in die Arbeitsaufgaben hineingearbeitet wird, anstatt Einzelaufgaben zum System oder Prozess hin zu lösen (vgl. Zinke 2019a, S. 43). Ein bereits zu Beginn der Ausbildung gelebtes und gelehrt System, in dem frühzeitig Funktionsweisen und Baugruppen erkundet, analysiert und verändert werden, schafft neben dem systemischen Denken auch die Voraussetzung für die Problemlösungsfähigkeit und Fehlersuche. Es ist auch für die Azubis interessanter und motivierender (vgl. Katzer et al. 2017, S. 25) und für die PSK-Entwicklung förderlich.

Die Handlungsfolge in der **ZQ ‚Digitale Vernetzung‘** (hier nachstehend: ZQ 1) lautet: Analysieren, Entwickeln, Errichten, Ändern, Prüfen und Betreiben (vgl. BIBB 2018, S. 22-23), (siehe Kap. 3.1). Eine Fachkraft arbeitet gewerksübergreifend an der Schnittstelle zwischen der IT-Abteilung und dem Aufgabenfeld des Mechatronikers. Die Handlungsfolge beschreibt eine vollständige Projektarbeit, die eigenständig zu erledigen ist.

Für die **ZQ ‚Additive Fertigung‘** (hier nachstehend: ZQ 2) lautet die Handlungsfolge: Modellieren, Vorbereiten, Fertigen (vgl. a.a.O., S. 30-31). Die Fachkraft arbeitet selbstständig und ist mit der Arbeit oftmals kurzfristig in ein bestehendes Projekt eingebunden. Dafür muss sich die Fachkraft sehr schnell fachlich und persönlich in diesem Projekt einfinden und die Abläufe und Inhalte kennen.

Es ist deutlich, dass ZQ in beiden Projekttypen zum Einsatz kommen. In ZQ 1 übernimmt die Fachkraft ein neues Projekt und füllt es von der Planung bis zur Übergabe aus. Kommunikation verläuft mit betrieblichen und externen Gesprächspartnern. In ZQ 2 ist die Fachkraft für einen bestimmten Aufgabenbereich Teil eines Projekts. Die Kommunikation verläuft projektintern. PSK ist in beiden Projekttypen unverzichtbar.

Das BIBB empfiehlt die Vermittlung der ZQ im dritten oder vierten Ausbildungsjahr, da die Prüfung im Rahmen der Abschlussprüfung Teil 2 stattfindet. Das Lernen im Betrieb sollte in angemessenen Lernaufgaben oder Projekten stattfinden und klar angeleitet werden (vgl. a.a.O., S. 34). Die zeitliche Festschreibung ist sinnvoll, um die Azubis mit einem ausreichenden Vorwissen und begründeten Interessen in das Lernen für ZQ zu begleiten. Die Berufsschule ist in das ZQ-Lernen nicht formal eingebunden und es gibt daher auch keine schulische Empfehlung von Lernmedien. Das ZQ-Lernen im Selbstorganisations- und Selbststeuerungsformat macht absolut erforderlich, dass die Azubis mit den Inhalten der *neuen Berufsbildposition 5* und den *angepassten Berufsbildpositionen 6,7 und 8* vertraut sind (siehe Kap. 3.1) und die Abläufe im Betrieb und im Zusammenspiel der verschiedenen Abteilungen kennen. In diesem Zusammenhang rät das BIBB zur Prüfung der personellen und materiellen Rahmenbedingungen der Ausbilder und des Betriebs.

Der ZQ-Selbstlernprozess schließt ebenfalls angeleitet und eigenständig die Literatur- und Dokumentenanalyse, Kenntnisse um Normen und Rechtsgrundlagen sowie Gespräche über den Inhalt des Lernprozesses ein (vgl. ebd.). Das ZQ-Lernen kann nur, da es ein ‚Lehrbuch ZQ‘ physisch nicht gibt, mediengestützt und digital stattfinden.

Nachstehend werden kurz zwei Lernszenarien im Modell der vollständigen Handlung (siehe Kap. 3.1) skizziert und der Inhalt der ZQ in den Tabellen 05 und 06 dargestellt. Sie sind den Anwendungsbeispielen des BIBB entnommen und haben keinen Anspruch auf lückenlose Vollständigkeit.

ZQ 1, digitale Vernetzung: Ein Motorantrieb soll von der konventionellen Steuerungs- und Schütztechnik auf ein flexibles, modulares Motormanagement-System für Motoren mit konstanten Drehzahlen im Niederspannungsbereich (vgl. Siemens 2020, online) umgestellt werden (vgl. BIBB 2018, S. 23).

Tab. 05: Betriebliches Beispiel ZQ 1. Eigene Darstellung.

Modell der vollständigen Handlung	Inhalt (BIBB 2018, S 23-24)	Praktische Umsetzung Lern- und Arbeitsprozess
Informieren	Daten an vorhandenen Systemen auslesen, Informationen zu neuem System beschaffen, Information zu betrieblichem Netzwerk überprüfen	Messinstrumente zielgerichtet einsetzen, Internetrecherche, Geräteinformation (analog) im Betrieb beschaffen
Planen	Betriebliche Möglichkeiten für die Umsetzung in Planung einbeziehen, Überlegung, welches Steuerungsmodell geeignet sein kann, Arbeits- und Zeitplan erstellen, techn. Dokumentation anfertigen	Digitales Projektplanungssystem einsetzen, digitale Dokumentation, Kontakt (per Mail) mit Hersteller
Entscheiden	Auswahl des Systemtyps und der Netzwerkkomponenten, Freigabe von Fachabteilung einholen	Auswahlprozess in Software dokumentieren
Durchführen	Termine abstimmen, Betriebsmittel installieren und Konfiguration des Netzwerks vornehmen, Verschlüsselungssystem anwenden, Programmierung, Abnahme vorbereiten, Dokumentation anpassen	Koordination über Personal Information Manage (Software), Infos zur Netzwerkkonfiguration beim Hersteller beschaffen (online)
Kontrollieren	Elektrische Sicherheit feststellen, Netzwerkinbetriebnahme, Funktionstest durchführen, Unregelmäßigkeiten beseitigen, Abnahmeprotokoll anfertigen, Wartungs- und Inspektionsprozesse anpassen, Dokumentation übergeben	Herstellervideos anschauen und umsetzen, Kommunikation in Online-Foren bei Fragen nach der Fehlerbeseitigung, Wartungsintervalle in Kalender eintragen, bei vorausschauender Wartung

Modell der vollständigen Handlung	Inhalt (BIBB 2018, S 23-24)	Praktische Umsetzung Lern- und Arbeitsprozess
		(Predictive Maintenance) berücksichtigen
Bewerten	Feedback einholen und auswerten, abschließende Projektprüfung	Feedback analog oder durch Tool, ggf. Lerntagebuch in BLok

ZQ 2, additive Fertigung: Es ist ein Motorrad-Bremshebel „just in time“ in einer kleinen Stückzahl zu fertigen (vgl. BIBB 2018, S. 32).

Tab. 06: Betriebliches Beispiel ZQ 2. Eigene Darstellung.

Modell der vollständigen Handlung	Inhalt (BIBB 2018, S 32-33)	Praktische Umsetzung Lern- und Arbeitsprozess
Informieren	Konfiguration des Endprodukts klären (Größe, Gewicht, belastbare Regionen, Farbe), Pläne und Zeichnungen einsehen, Maschinen- und Werkstattbelegungsplan prüfen	Technische und physikalische Werte online recherchieren,
Planen	Fertigungsverfahren prüfen, Wirtschaftlichkeit ermitteln, vergleichen, Gestaltungsmuster in Arbeitsplan festlegen, Nachbearbeitung der Teile einkalkulieren, Daten aus Referenzprojekten einsehen	Digitale Dokumentation vorheriger Projekte aufrufen und auswerten, digitales Projektplanungssystem einsetzen
Entscheiden	Fertigungsverfahren entscheiden	Entscheidungsweg dokumentieren
Durchführen	3D-Modell erstellen, Datensicherung, 3D-Printer einrichten, Probeteil herstellen, Fertigung	Fachsoftware einsetzen, 3D-Printer bedienen, Herstellervideos anschauen und umsetzen
Kontrollieren	Maßnahmen zur Mängelbeseitigung dokumentieren, Produktionsreste ordnungsgemäß entsorgen, Maschine reinigen, gefertigte Teile ggf. mit der Hand nacharbeiten	Projektsoftware nutzen, Umweltschutzbestimmungen kennen
Bewerten	Ergebnis- und Produktionsprozessbewertung, was kann besser gemacht werden?	Dokumentation in Software, ggf. Lerntagebuch in BLok

Es wird deutlich, dass die Arbeitsaufgaben der ZQ vielfältig sind und das Arbeitsergebnis nicht konfektioniert ist bzw. sein kann. Projekte der ZQ 1 sind individuell betriebsspezifisch auszurichten und bedürfen bei der Planung und Umsetzung immer des ganzheitlichen Blicks auf die Aufgabe, die Abteilung und den Betrieb. Es sind Projekte mit einer langen Planungs- und Umsetzungszeit, die oftmals mit hohen betrieblichen Investitionen verbunden sind. Daher sind auch betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse wichtig. Sie sind nur sehr eingeschränkt im ZQ-Inhalt niedergeschrieben, gehören aber – wie klar geworden ist – in das multidimensionale Wissen im Rahmen der PSK-Explication.

Projekte der ZQ 2 sind ebenfalls individuell und auftragsspezifisch strukturiert. Den 3D-Druck zeichnet die Möglichkeit der Produktion in sehr niedrigen Stückzahlen aus. Um die Produktionskosten für ein 3D-Objekt nicht unendlich in die Höhe zu treiben, muss die Produktion von Beginn an präzise geplant und umgesetzt werden, um die Anzahl der Mängel Exemplare so gering wie möglich zu halten. Im ZQ-Inhalt ist eine ressourcenschonende Produktion nicht niedergeschrieben. Sie gehört jedoch, wie auch das umweltverträgliche Recycling von Mängel Exemplaren, zum multidimensionalen Wissen im Rahmen der PSK-Explication.

Die kurze Reflexion der ZQ 1 und 2 zeigt auf, dass für die ZQ mediengestützt selbstgesteuert und selbstorganisiert gelernt werden muss. Das Lernen für die ZQ erfolgt im Projekt und ist deduktiv ausgerichtet. Die Software ist auch hier der Taktgeber beim Lernen für die ZQ.

Die ZQ-Prüfung findet vor der zuständigen Kammer statt, die eine Bescheinigung über die Leistung ausstellt (vgl. DIHK 2018, S. 14).

Das ‚Kapitel 5.4 Lernen für die ZQ‘ ist in dem ZQ-Komplex sehr wichtig und es gibt im gesamten Verfahren keine Institution, die sich dieses Themas annimmt. Das BIBB hat die Inhalte in Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern verabschiedet und die Kammern prüfen zum Abschluss des ZQ-Lernens. Die Berufsschulen sind organisatorisch und rechtlich nicht zuständig und die betrieblichen Prüfer häufig vor Ort allein mit der Vermittlung der Inhalte, die nicht zusammengefasst in einem Buch vorhanden sind. Oftmals ist unklar, welches didaktische Tool zum Lernen geeignet ist und wie der Zugang zu adäquaten Lerninhalten im digitalen Format gelingt. Die Auswahl von Lernmedien ist für betriebliche Ausbilder eine Herausforderung³ und es gibt bei dem schnellen technolo-

³ Das war das Ergebnis von zwei informellen Gesprächen mit betrieblichen Ausbildern im Rahmen des Moduls M2, siehe vorherige Fußnote.

gischen Fortschritt nur wenige Standards und Regeln. Zum Austausch der Ausbilder gibt es informelle Ausbilderstammtische in den Regionen und das BIBB hält inhaltsstarke Informationen und Kontaktangebote online vor.

An einer „**Didaktik der Digitalisierung**“ wird geforscht (vgl. Becker 2019) und es zeigt sich hier, dass Praxisbedarf vorhanden ist.

5.5 Reflexion der PSK-Arbeitsversion

Zum Abschluss des Kap. 5 hier wird die PSK-Arbeitsversion aus dem Kap. 4.5 abgeprüft. Dieses erfolgt anhand der fünf gebildeten Sätze der Explikation. Die Sätze werden an dieser Stelle nicht noch einmal aufgeführt.

Zu Satz 1: Für die ZQ wird selbstorganisiert und selbstgesteuert mediengestützt gelernt. Das Lernen und Denken von der Software im Prozess des Lernens und Arbeitens ist vorhanden. Die Beschreibung in Satz 1 ist zutreffend.

Zu Satz 2: PSK wird im Spezialisierungsszenario gebraucht, um es zu lenken und zu beherrschen. Die Beschreibung in Satz 2 ist zutreffend.

Zu Satz 3: Das Lernen für die ZQ erfordert die Auseinandersetzung mit den Lerninhalten und den ganzheitlichen Blick auf das Projekt im Kontext betrieblicher Abteilungen. Die Beschreibung in Satz 3 ist zutreffend.

Zu Satz 4: Das Lernen der ZQ-Inhalte ist ein Teil des lebenslangen Lernens. Die Schnelllebigkeit der Technik und Software fordern die permanente Fortentwicklung des Wissens und Wissen-Wollens. Die Beschreibung in Satz 4 ist zutreffend.

Zu Satz 5: PSK wird aus dem Standby-Modus abgerufen und äußert sich in den in Satz 1 bis 4 genannten Aussagen. Die Beschreibung in Satz 5 ist zutreffend. An dieser Stelle der Masterarbeit trifft die PSK-Explikation zu und braucht nicht überarbeitet zu werden.

Im folgenden Kap. 6 wird das PSK-Raster erstellt, einem Praxispretest unterzogen und der Kapitelinhalt ebenfalls an der PSK-Arbeitsversion reflektiert.

6 PSK-Rasterentwicklung

In diesem Kapitel wird nachstehend das Raster entwickelt.

Die Entwicklung beginnt zunächst mit der Suche nach Indikatoren für die PSK. Hiernach wird ein Abgleich mit der theoretischen Rahmung und den wissenschaftlichen Gütekriterien vorgenommen. Es folgen der Aufbau des Rasters und die Durchführung eines Pretests mit Ausbildern. Zum Abschluss des Kapitels 6 wird die PSK-Arbeitsversion anhand des Kapitelinhalts reflektiert.

Eine berufliche Kompetenz ist stark von dem Fachbereich oder Gewerk abhängig, in dem sie auftritt. Vor dem fachlichen und historischen Hintergrund lässt sich die Ausrichtung einer Kompetenzmessung bestimmen (vgl. Rüschoff 2019, S. 6). Für fachliche, allgemeine und sozial-kommunikative Kompetenzen in unterschiedlichen Berufsbildern ist es üblich, sie zu diagnostizieren (vgl. a.a.O., S. 17). Entsprechend gibt es für Handlungskompetenzen eine Vielzahl an diagnostischen Instrumenten und Vorlagen.

Das ist bei der PSK nicht der Fall. PSK ist bis jetzt unerforscht und ungemessen. In dieser Arbeit wird sie als Verständniskompetenz, deren Output nach der Explikation in Kap. 4.5 nicht offen ersichtlich ist, beschrieben. Daher ist PSK in einem Fragebogen oder einem Praxistest auch vordergründig nicht zu ermitteln und zu messen. In der quantitativen empirischen Forschung wird in Fällen, in denen ein Sachverhalt nicht direkt messbar ist, das Format der *Indikatoren* eingesetzt. Sie gelten als ein „Anzeiger für Sachverhalte“ und übersetzen den nicht direkt messbaren Sachverhalt in eine erhebbare Information (vgl. Burzan 2014, S. 1029). Indikatoren lassen sich in einem Fragebogen abfragen. Die Entwicklung von Indikatoren erfolgt durch eine Operationalisierung. Das ist der Vorgang der Übersetzung des nicht messbaren Sachverhalts in einen Indikator (vgl. a.a.O., S. 1032). Die empirische Sozialforschung hat dazu präzise Regeln und Handlungsanweisungen entwickelt. Diese, sowie die implizierten methodischen Herausforderungen, werden nachstehend nicht detailliert aufgezeigt, da das Format der theoriegestützten Literaturarbeit keinen Teil der empirischen Datenerhebung und -auswertung vorsieht.

Es ist an dieser Stelle klar geworden, dass die Verständniskompetenz PSK auch - beziehungsweise nur - über Indikatoren erhoben werden kann. Zu dieser Anforderung kommt ergänzend der Zeitfaktor hinzu, denn die ZQ sind im Jahr 2018 in Kraft getreten und es gibt neben niedrigen Absolventenzahlen noch keine fundierten praktischen Erfahrungen, bzw. Best Practice Beispiele (vgl. Schwarz 2019b, S. 7). Daher muss die Entwicklung der Indikatoren allein aus den Inhalten des Berufscreenings erfolgen.

Aus gleichem Grund wird im Laufe des Kapitels 6.4 vom Format der theoriegestützten Literaturlarbeit abgewichen und das entwickelte PSK-Raster einem Praxispretest in Form einer Bewertung durch drei betriebliche Ausbilder unterzogen. Die Aussagen der Ausbilder fließen in die anschließende Bewertung und Weiterentwicklung mit ein.

6.1 Indikatoren und Wechselwirkungen

Die Übersichten 5 und 8 des BIBB (2018, S. 22-23, S. 30-31) bei der Beschreibung der ZQ-Inhalte folgen dem sechsstufigen Modell der vollständigen Handlung und sind für die PSK-Rasterentwicklung nur eingeschränkt als Anhaltspunkt geeignet. Infolgedessen müssen eigenständige PSK-Indikatoren gefunden werden. Die sechs Stufen können als Indikatoren, als Anzeiger für Sachverhalte, im Modell der vollständigen Handlung angesehen werden. Die sechs Verben drücken in der Abfolge eine Handlung aus (Handlungsverben).

Diesem Muster folgend werden Verben zusammengetragen, die für die PSK stehen können. Dazu werden die Interviewaussagen der Experten in der Studie Berufscreening nach ausdrucksstarken Verben durchsucht. Es werden insgesamt neun Verben gefunden, die die Interviewpersonen zur Beschreibung der Prozess- und Systemkompetenz genutzt haben (vgl. Zinke 2019b, S. 73-75). Dabei fällt auf, dass die Verben keine Handlung beschreiben, sondern kognitive Vorgänge. Sie lassen sich mit dem Begriff der ‚kognitiven Verben‘ zusammenfassen und werden in dieser Arbeit als *PSK-Indikatoren* für die Rasterentwicklung eingesetzt. Diese kognitiven Verben werden als PSK-Indikatoren angesehen:

- *sehen-erkennen-denken (A)*
- *überschauen-kennen-wissen (B)*
- *berücksichtigen-anpassen-reflektieren (C)*

Sie werden in drei Gruppen mit jeweils drei Begriffen sortiert. Um die Verbindung zum Modell der vollständigen Handlung herzustellen, werden dessen **sechs Stufen** zu drei Zweiergruppen zusammengefasst und als Matrix visualisiert. Die neun kognitiven Verben können systematisch eingetragen werden und korrespondieren horizontal und vertikal mit den Stufen des Modells der vollständigen Handlung. Das zeigt die Tab. 07 mit der Bezeichnung ‚Matrix & PSK-Indikatoren‘. Die Tabelle wird nachstehend erklärt.

Der Typ der Worte ist hier nicht entscheidend für die Bestimmung zum Indikator. Ein Verb, das eine Tätigkeit und keinen Sachverhalt ausdrückt, übernimmt die Aufgabe eines Indikators. Wichtig für die Masterarbeit ist, dass die Abfolge der

Verben (Beispiel: sehen-erkennen-denken) als Prozess erkannt wird, der sich bruchlos in die Argumentation einfügt. Diese Abfolge der Verben ist der erkannte Sachverhalt.

Tab 07: Matrix & PSK-Indikatoren. Eigene Darstellung

	Informieren und Planen ↓	Entscheiden und Durchführen ↓	Kontrollieren und Bewerten ↓
Informieren und Planen →	sehen	erkennen	denken
Entscheiden und Durchführen →	überschauen	kennen	wissen
Kontrollieren und Bewerten →	berücksichtigen	anpassen	reflektieren

Zu den Stufen ‚Informieren und Planen‘ im Modell der vollständigen Handlung werden die PSK-Indikatoren ‚Sehen, Erkennen und Denken‘ gezählt, wie auch ‚Sehen, Überschauen und Berücksichtigen‘.

Erklärung: Ein Projekt eines Azubis beginnt mit dem Sehen, Erkennen und Überschauen der Aufgabe. Es wird verständlich, welche Informationen bei der Planung zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus ist auch das System, in dem das Projekt stattfindet, mit zu denken und zu berücksichtigen. Sobald erkannt wird, dass Informationen nicht ausreichend sind, wird ein Selbstorganisations- und Selbstlernprozess angestoßen. Lernen und Denken (von der Software) beschreiben die Phase A, die sich in den Handlungen des Informierens und Planens zeigt. Die Wechselwirkung ist deutlich.

Zu den Stufen ‚Entscheiden und Durchführen‘ im Modell der vollständigen Handlung werden die PSK-Indikatoren ‚Überschauen, Kennen und Wissen‘ gezählt, wie auch ‚Erkennen, Kennen und Anpassen‘.

Erklärung: Die Aufgabe ist zu überschauen und die Herausforderungen sind zu erkennen. Dadurch kennt der Azubi die Aufgabe. Etwaiges fehlendes Wissen wird im Selbstorganisations- und Selbstlernprozess nachgeholt und angepasst. Lernen und Denken (von der Software) beschreiben die Phase B, die sich in den Handlungen des Entscheidens und Durchführens zeigt. Die Wechselwirkung ist deutlich.

Zu den Stufen ‚Kontrollieren und Bewerten‘ im Modell der vollständigen Handlung werden die PSK-Indikatoren ‚Denken, Wissen und Reflektieren‘ gezählt, wie auch ‚Berücksichtigen, Anpassen und Reflektieren‘.

Erklärung: Die Aufgabe ist es zu denken und berücksichtigen, ob alle relevanten Arbeiten ordnungsgemäß durchgeführt wurden. Dazu gehört das Wissen, wie sie im komplexen betrieblichen und/oder beruflichen System positioniert sind.

Ggf. kann fehlendes Wissen im Selbstorganisations- und Selbstlernprozess angepasst werden. Die Aufgabe umfasst das Reflektieren des Handlungsprojekts und der eigenen Leistung sowie den Einbezug in zukünftige Handlungen. Lernen und Denken (von der Software) beschreiben die Phase C, die sich in den Handlungen des Kontrollierens und Bewertens zeigt. Die Wechselwirkung ist deutlich.

Die PSK-Indikatoren werden horizontal und vertikal mit den Indikatoren im Modell der vollständigen Handlung verknüpft. Das zeigt genau auf, dass sich beide Indikatorengruppen in Wechselwirkung befinden und sich auch gegenseitig erklären können. Die praktischen und zeitlichen Übergänge zwischen den einzelnen Indikatoren sind fließend und nicht immer trennscharf möglich, was ebenfalls die Nähe der Indikatorengruppen aufzeigt. Die ‚Draufsicht‘ auf die Arbeit aus der Vogelperspektive ist deduktiv. Die Aussage, dass die Handlung der Beweis der Existenz von PSK ist (siehe Kap. 5), wird hier bestätigt.

Die ZQ-Lerninhalte aus den Übersichten 5 und 8 des BIBB (2018, S. 22-23, S. 30-31) werden in Kap. 6.3 in PSK-Indikatoren ‚übersetzt‘ und in ein Raster übertragen. Im nachstehenden Kap. 6.2 werden die Vorbereitungen zur Rasterentwicklung beschrieben und auf das Kompetenz-Analyseraster von Kaufhold angewendet.

Das Kap. 6.1 schließt hier mit einer kurzen Zusammenfassung des recht komplexen Inhalts: Es ist klar, dass das sechsstufige Modell der vollständigen Handlung für die PSK-Rasterentwicklung nur sehr begrenzt als Vorlage für eine Indikatorenentwicklung geeignet ist. Im vorbenannten Modell gelten die Verben der Handlungsfolge als Indikatoren. Für die PSK werden neun Verben als Indikatoren ermittelt, die als ‚kognitive Verben‘ jeweils zu dritt in drei Gruppen (A, B, C) sortiert werden. Die Gruppierung ist sinnvoll, da das Modell sonst zu kleinteilig und unübersichtlich wäre. Die gruppierten kognitiven Verben bilden eine Abfolge. Für jeweils eine Gruppe wird eine Verbindung zu zwei Indikatoren des Modells der vollständigen Handlung gezogen und angeglichen. Es wird eine Wechselwirkung zwischen beiden Indikatorengruppen aufgezeigt. Die Ausrichtung der kognitiven Verben als PSK-Indikatoren ist deduktiv und eine Handlung ist der Beweis der Existenz von PSK.

In der Matrix (siehe Tab. 07) besteht die Möglichkeit eine Diagonale zu ziehen. Sie berührt die Indikatoren **Sehen-Kennen-Reflektieren**. Die Indikatoren treten in jeder Stufe doppelt auf und stehen stellvertretend als „Signal-Items“ für den kognitiven Inhalt ihrer jeweiligen Stufe. Diese Indikatorenabfolge von

ausdrucks- und inhaltsstarken, kognitiven Verben wird als Essenz in die finale Arbeitsversion der PSK mit einfließen.

6.2 Spiegelung der theoretischen Verortung

Die entwickelten PSK-Indikatoren respektive die PSK-Explikation werden in diesem Kapitel am Kompetenz-**Analyseraster** von Kaufhold gespiegelt bzw. abgeglichen. Der Abgleich folgt der in Kap. 4.1 skizzierten Struktur. Anschließend wird ein Bezug zu den Gütekriterien wissenschaftlichen Arbeitens hergestellt.

6.2.1 Kompetenzmerkmale

a) *Bewältigung von Handlungssituationen*: Kaufhold geht von erfassbaren Handlungen in einem Handlungskontext aus und beurteilt nach sichtbarem Erfolg (vgl. 2006, S. 22). Diesem Ansatz wird für die PSK nicht uneingeschränkt zugestimmt, da PSK keinen vordergründig sichtbaren Erfolg mit sich bringt. Da sie im Kompetenzträger im Standby-Modus abrufbar ist, trägt sie deduktiv zum Handlungserfolg bei. Diesem Punkt ist modifiziert zuzustimmen.

b) *Situations- und Handlungsbezug*: Kaufhold schreibt, dass es aufgrund des Wechselverhältnisses zwischen Situation und Handlung notwendig ist, die Person als organisationale Bedingung einzubeziehen (vgl. a.a.O., S. 24). Die PSK-Indikatoren stellen stets die Draufsicht auf die Situation heraus und wirken im Wechsel auf eine Handlung. Diesem Punkt wird zugestimmt.

c) *Subjektgebundenheit*: Die an eine Person gebundene Kompetenz ist nicht direkt von Dritten abrufbar (vgl. ebd.). Diesem Punkt wird zugestimmt. Er ist Bestandteil der PSK-Explikation (siehe Kap. 4.5).

d) *Veränderbarkeit*: Kaufhold zeigt die Kompetenzentwicklung im Kompetenzträger auf (vgl. a.a.O., S. 24-25). Diesem Punkt wird ebenfalls zugestimmt. Kompetenzentwicklung bzw. -veränderung sind Ergebnisse des lebenslangen Lernens (siehe Kap. 4.5).

Kaufholds **vier Grundmerkmale** lassen sich, wie hier gezeigt, auch für die Analyse der PSK anwenden.

Kompetenzvarianten folgen bei Kaufhold **drei Ansätzen** (vgl. a.a.O., S. 13-15). Den Ausführungen zum pädagogischen und psychologischen Ansatz, wie in Kap. 4.1 beschrieben, wird bezüglich der PSK zugestimmt. Der beschriebene handlungsorientierte Ansatz trifft auf die PSK nicht zu.

Den von Kaufhold aufgestellten **Dimensionen und Elementen** in ihren Ausprägungen werden für die PSK als unzutreffend widersprochen und hier nicht detailliert wiedergegeben (vgl. a.a.O., S. 96). Die PSK wird der Dimension der

Verständniskompetenz zugeordnet und die Elemente sind unter anderem das Lernen und Denken von der Software.

Die **vier Kategorien des Analyserasters** von Kaufhold werden auf die Explikation gelegt und diskutiert. Beschrieben werden die vier Kategorien nicht (siehe Kap. 4.1).

a) Das Ziel und der Zweck einer PSK-Entwicklung und der Einsatz eines PSK-Rasters zur Kompetenzerfassung (vgl. a.a.O., S. 104-105) war und ist die Begriffsbestimmung der Feststellung von PSK mit dem Fokus auf den ZQ in der Mechatroniker-Ausbildung. PSK wird von Betrieben nachgefragt und ein PSK-Raster hilft Bewerbern und Betrieb, die Passung zu finden. Das Lernen und Denken von der Software in den ZQ im Rahmen des selbstgesteuerten und selbstorganisierten Lernens und Arbeitens soll sich in einem PSK-Raster wiederfinden. Es wird über die Indikatoren der kognitiven Verben umgesetzt. Darüber hinaus trägt das Ergebnis einer Kompetenzerfassung auch dazu bei, eine für den Azubi, die Fachkraft oder den Bewerber geeignete ZQ zu finden. Aus diesem Grund sollen die ZQ auch für Fachkräfte geöffnet werden.

b) In Anlehnung an das Kompetenzverständnis (vgl. a.a.O., S. 117) müssen die kognitiven Verben als PSK-Indikatoren im situativen Kontext zusammenspielen. Das ist im nachstehend zu entwickelnden PSK-Raster individuell für die ZQ der digitalen Vernetzung und der additiven Fertigung umzusetzen.

c) Kaufholds Ausführungen zum Situations- und Erfassungskontext (vgl. a.a.O., S. 120) sehen eine Feststellungs- und Handlungsebene vor. Die Feststellungsebene beschreibt die Situation und den Zusammenhang, in welchem die Kompetenzerfassung stattfindet. Die Handlungsebene charakterisiert die Handlung der Kompetenzerfassung (nicht zu verwechseln mit der Handlungskompetenz im Sinne der MA) (vgl. a.a.O., S. 119). Beide Ebenen sind bei dem durchzuführenden Pretest zu beachten.

d) Die Methoden der quantitativen und qualitativen Forschung werden berücksichtigt (vgl. a.a.O., S. 126). Die Entwicklung der PSK-Indikatoren erfolgt nachvollziehbar und die Kompetenzmessung wird im entwickelten Raster durchgeführt. Das komplexe und bisher noch unerforschte Konstrukt der PSK wird über die Indikatoren erschlossen.

Das Raster wird als Papier-Stift-Kombination in Form eines **Fragebogens** in DIN A4-Größe entwickelt. Eine Seite wird für die **Fremdbeurteilung** durch den Ausbilder oder Prüfer vorgesehen (Fremdtest). Eine zweite Seite ist für die **Selbstbeurteilung** durch den Azubi oder die Fachkraft bestimmt (Selbsttest).

Pro ZQ wird es jeweils ein doppelseitiges Kompetenzraster im Format eines Fragebogens geben.

Die Dokumentation der Beurteilung erfolgt durch Ankreuzen auf einer vierstufigen Skala „trifft nicht zu, trifft teilweise nicht zu, trifft teilweise zu, trifft zu. Es wird eine gerade Anzahl an Antwortmöglichkeiten angeboten, um mindestens eine Tendenz (trifft nicht teilweise zu, teilweise zu) zu erhalten. Somit kann die Antwortmöglichkeit „teils/teils“ ausgeschlossen werden. Die Summe der angekreuzten Antworten pro Skala gibt einen Überblick über die PSK.

Kaufhold wirft im Jahr 2006 einen domänenunspezifischen Blick auf den Kompetenzbegriff und entwickelt ein Kompetenz-Analyseraster (siehe Kap. 4.1). Im vorstehenden Kap. 6.2 wird das Analyseraster auf die PSK-Explikation projiziert und domänenspezifisch ausgewertet. Es ist mit Einschränkungen möglich, die berufliche Verständniskompetenz PSK mit einem domänenunspezifischen Kompetenzraster zu analysieren und wichtige Hinweise für die Rasterentwicklung herauszuarbeiten. Diese werden im nachstehenden Kap. 6.3 bei der Umsetzung angewendet. Es wird auch klar, dass im Jahr 2020 in der I4.0 ein Kompetenzraster unter Berücksichtigung digitaler Kompetenzen fehlt (Kompetenz 4.0).

6.2.2 Gütekriterien

Zu den klassischen Gütekriterien werden die Objektivität, die Validität und die Reliabilität gezählt (vgl. Döhring/Bortz 2016, S. 222). Sie sollen gewährleisten, dass der Forschungsprozess wissenschaftlich nachvollziehbar durchgeführt wurde und die Ergebnisse unabhängig erhoben und ausgewertet werden.

Objektivität: Die Bedeutung der Interdependenz der Forschungsergebnisse vom Forscher wird im Kriterium der Objektivität ausgedrückt (vgl. Kaufhold 2006, S. 139). Dabei wird zwischen Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität differenziert (vgl. Rüschoff 2019, S. 20).

Die *Durchführungsobjektivität* sagt aus, dass das Testverfahren für alle Getesteten identisch ist. Das betrifft das Medium des Tests (hier: Fragebogen) und die Testsituation und -umgebung (vgl. ebd.). Rüschoff beurteilt den Standardisierungsgrad bei IT-gestützten und simulationsorientierten Verfahren höher als bei Papier-Bleistift-Tests. Eine Durchführungsobjektivität sei in einer computerisierten Umgebung leichter zu erreichen (vgl. a.a.O., S. 21). Dem wird nicht vollständig zugestimmt. Die zu beobachtenden Sachverhalte sind im Papier-Bleistift-Test festgeschrieben und der Testende kann sich ganz auf den ana-

logen Fragebogen konzentrieren. Zwischen ihm und der Frage und Antwort steht/liegt nichts. Bei einer IT-gestützten Abfrage ist der Computer das Medium und die Visualisierung am Monitor kann auch zu Ablenkungsprozessen führen. Die *Auswertungsobjektivität* sagt aus, dass eine erbrachte Leistung immer gleich bewertet bzw. ausgewertet wird. Messverfahren mit geschlossenen Antwortformaten wird eine hohe Auswertungsobjektivität zugeschrieben (vgl. ebd.). Die *Interpretationsobjektivität* sagt aus, dass ein Testergebnis immer auf die gleiche Weise interpretiert und bewertet wird. Somit kommt es immer zum gleichen Ergebnis (vgl. ebd.).

Die Objektivität im Testverfahren stellt eine anspruchsvolle Herausforderung bei der Anwendung des PSK-Rasters dar. Es ist, ohne auf Forschungsergebnisse zurückzugreifen, sehr gut vorstellbar, dass ein Test im Selbst- und Fremdtestverfahren zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. Der sich selbst testende Azubi oder die Fachkraft wird wissen, wann er unwahr mit seinen eigenen Einschätzungen umgeht. Es besteht für die getestete Person die Möglichkeit, den Test als Lernzielkontrolle anzusehen und sich so objektiv wie möglich zu bewerten. Im Fremdtestverfahren wird das Testverfahren dann als objektiv angesehen, „wenn verschiedene Untersucher zu den gleichen Ergebnissen gelangen“ (Kaufhold 2006, S. 139).

Die Herausforderung an die Gestaltung des Rasters bezüglich der Objektivität ist es, die Fragen so präzise wie möglich zu gestalten.

Validität: Ein Test- oder Messverfahren ist dann valide oder auch gültig, wenn genau das gemessen wird, was gemessen werden soll (vgl. Kaufhold 2006, S. 141). Das ist bei der PSK besonders wichtig, da sie ein über Indikatoren zu beobachtender Sachverhalt ist. Die Validität kann in die Inhalts-, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität unterteilt werden.

Die *Inhaltsvalidität* bezieht sich auf die Vielfalt der Inhalte, die eine mögliche Aufgabe abdecken (vgl. Rüschoff 2019, S. 22). Die Fragen sollen die Inhalte der ZQ abbilden. Bei der Rasterentwicklung wird auf die ZQ-Inhalte des BIBB zurückgegriffen.

Die *Konstruktvalidität* fragt, ob das „Testverfahren tatsächlich das Konstrukt [...] misst (z.B. berufliche Kompetenz), die es zu messen beansprucht“ (Rüschoff 2019, S. 23). Es stellt sich die Frage, ob das Raster wirklich das Konstrukt der PSK und seine Eigenschaften abbilden kann.

Die *Kriteriumsvalidität* fragt, ob und wie intensiv das Testkriterium (hier: PSK) mit externen Kriterien oder Merkmalen im Zusammenhang steht. Das bedeutet,

dass der Test ein praxistaugliches, externes Kriterium misst (vgl. ebd.). Dem wird das PSK-Raster nicht nachkommen können, da es sich auf eine Verständniskompetenz bezieht. Die praktische Umsetzung, nach der die Kriteriumsvalidität fragt, ist eine Handlungskompetenz. Rüschoff hat in der systematischen Überblicksstudie des BIBB bei 58 Veröffentlichungen lediglich siebenmal das Auftreten von Kriteriumsvalidität beobachtet (vgl., a.a.O., S. 24).

Die Anforderung an die Gestaltung des Rasters bezüglich der Validität ist es, die Fragen aus den ZQ-Inhalten des BIBB zu entwickeln und die Merkmale der PSK-Explikation abzubilden.

Reliabilität: Die Reliabilität drückt aus, wie zuverlässig das Instrument (hier: das PSK-Raster) misst. Dabei steht im Fokus zu ermitteln, ob das Messinstrument in der Lage ist, das Konstrukt fehlerfrei zu erheben (vgl. Rüschoff 2019, S. 24). Die Feststellung der Reliabilität erfolgt in der Überprüfung des Rasters im Einsatz unter Anwendung einer Testtheorie und ggf. statistischer Elemente und einer Analysesoftware. Für die Entwicklung des Rasters bleibt die Reliabilität an dieser Stelle unberücksichtigt.

6.3 Rastergestaltung und -format

Das Kompetenzraster für PSK (PSK-Raster) bedient sich an einigen Stellen des Formats eines wissenschaftlichen Fragebogens. Es erfüllt jedoch vollumfänglich nicht die Kriterien eines wissenschaftlichen Fragebogens, die hier nicht aufgeführt werden.

Wie im Fragebogen, so werden auch im PSK-Raster Daten erhoben. Der Zweck dieser Daten liegt nicht in der wissenschaftlichen Weiterverarbeitung zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn. Das Raster wird in einem Ausbildungsbetrieb verwendet und dient indikatorengestützt zur Feststellung von PSK. Es wird, wie vorab bereits beschrieben, im Papier-Bleistift-Format aufgesetzt und als Fremdttest durch die Ausbilder und Selbsttest durch den Azubi oder Facharbeiter eingesetzt. Aussagen in Form von Antwortvorgaben (Items) sind anhand einer vierstufigen Skala zu bewerten. Es besteht dann die Möglichkeit, die ausgefüllten Raster des Ausbilders (Fremdttest) und des Azubis (Selbsttest) körperlich nebeneinandergelegt zu vergleichen. Nicht übereinstimmende Antworten bieten ein Gespräch über die Ausbildung und die Wahrnehmung der Lern- und Arbeitsleistung in der ZQ an, sowie die Gelegenheit zur Nachschulung.

Sollte das Raster seine Praxistauglichkeit beweisen, bietet sich als *zukünftiger Entwicklungsschritt* an, die Anzahl der Antworten in den vier Stufen zu be-

werten. Beispiel: über 50% der Antworten in dem Raster belaufen sich auf die Aussage „Trifft nicht zu“. Das bedeutet einen erhöhten Nach-Schulungsbedarf vor der ZQ-Prüfung und die Aussage, dass sich PSK noch nicht im statusüblichen Maße entwickelt hat.

Die Antwortvorgaben in beruflichen Kompetenzrastern beginnen oftmals mit dem Modalverb ‚können‘ in der ersten Person Singular: „Ich kann ...“ (vgl. IBBW o.J., online). Diese Antwortformulierung kommt im PSK-Raster nicht zur Anwendung. Die Antwortvorgaben greifen alle auf die kognitiven Verben zurück, wie in Kap. 6.1 beschrieben.

Die Antwortvorgaben im Selbst- und im Fremdttest sind, bis auf den Personenbezug, inhaltsgleich.

Es werden zwei PSK-Raster entwickelt, die im Aufbau identisch sind: Raster ZQ1 für die digitale Vernetzung und Raster ZQ2 für die additive Fertigung. Beide Raster, bzw. die vier Raster (mit Selbst- und Fremdttest) sind im DIN A4-Hochformat aufgebaut und nehmen das Blatt annähernd vollständig ein. Die Schriftgröße beträgt 9,5 pt. und ist in der Schrift Arial gut lesbar. Für eine spätere Anwendung in der Praxis wird der freie Platz auf dem Blatt wahrscheinlich für betriebsinterne Informationen genutzt.

Hier wird in Tab. 08 die Kurzform eines Rasters eingefügt. Ein verkleinerter Screenshot als Ansicht eines Rasters ist als Abb. 07 in Kap. 6.4 eingebunden. Die vier Raster finden sich im Anhang.

Tab. 08: Kurzform des Rasters: ZQ1- Fremdttest. Eigene Darstellung.

ZQ1 – Digitale Vernetzung – Fremdttest (Kurzform)

Fragen-code	Der Azubi / der Facharbeiter	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sieht das Projekt in dem Raum, in dem es umgesetzt wird (Passt der Schaltschrank in den Raum?)				
ED1	überschaut die Termine				
KB1	weiß um die Sicherheit im Projekt				
BP1	erkennt Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis				
	Summe				

Der Aufbau des Rasters erstreckt sich über sechs Spalten und 25 Zeilen, davon eine Kopf- und eine Fußzeile. Die 23 Zeilen für die Antwortvorgaben sind in vier Blöcke mit nachstehenden Codes aufgeteilt: IP (Informieren und Planen), ED (Entscheiden und Durchführen), KB (Kontrollieren und Bewerten) und BP (Items der neuen Berufsbildpositionen). Pro Block gibt es zwischen fünf und sieben Items. Alle Items beginnen mit einem kognitiven Verb.

Spalte 1 beinhaltet den Fragencode. Dieser wird aus einer Abkürzung der Stufen des Modells der vollständigen Handlung (siehe Kap. 6.1) und einer fortlaufenden Ziffer gebildet. Spalte 2 enthält die Indikatoren als Item. Die vierstufige Antwortskala befindet sich in den Spalten 3 bis 6.

Da die Inhalte der neuen Berufsbildposition 5 und die geänderten Berufsbildpositionen 6 bis 8 inhaltlich sehr nahe zu den ZQ-Inhalten stehen, werden einige von ihnen in das Raster unter dem Block BP aufgenommen. Die Fragencodes können bei einem breitflächigen Einsatz und einer softwaregestützten Auswertung darüber hinaus unterstützend sein.

Hier wird aus jedem Block pro ZQ ein Item *beispielhaft* erklärt.

IP: ZQ1: „überschaut das Ausmaß der Planung“

ZQ2: „denkt den Ablauf des Projekts in der Software voraus“

Es wird hinterfragt, ob der Azubi/Facharbeiter die Information und Planung des ZQ-Projekts selbstständig und softwaregestützt überschaut und denkt (Indikatoren).

ED: ZQ1: „erkennt technische und administrative Engpässe“

ZQ2: „überschaut die Prozessdokumentation“

Es wird hinterfragt, ob der Azubi/Facharbeiter die Entscheidungen und Dokumentation im ZQ-Projekt selbstständig und softwaregestützt kennt und erkennt (Indikatoren).

KB: ZQ1: „berücksichtigt beim Funktionstest die technischen, administrativen und dokumentativen Auflagen“

ZQ2: „reflektiert den Projektablauf und bezieht Feedback kritisch auf sich“

Es wird hinterfragt, ob der Azubi/Facharbeiter die Kontrolle und Bewertung im ZQ-Projekt selbstständig und softwaregestützt betriebs- und berufsspezifisch denkt und reflektiert (Indikatoren).

BP: ZQ1+2: „erkennt Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis“

„erkennt Kommunikationsnotwendigkeit“

Es wird hinterfragt, ob der Azubi/Facharbeiter einen Selbstlern- und Selbstorganisationsprozess softwaregestützt erkennen, steuern und umsetzen kann. Nachstehend wird auf den Praxispretest des Rasters eingegangen.

6.4 Das Raster im Praxispretest

Der Praxispretest findet am 26. August 2020 in den Räumen der Ausbildungswerkstatt einer Maschinenfabrik statt. Die Maschinenfabrik bildet seit Bestehen des Berufsbilds des Mechatronikers diesen Beruf erfolgreich aus und übernimmt Fachkräfte in eine betriebliche Anstellung. Die Weiterbildung zum Techniker/Meister wird vom Betrieb unterstützt bzw. gefördert.

Die situationsbedingten Abstandsregelungen im Rahmen des betrieblichen Hygienekonzepts werden im Praxispretest eingehalten und das Format eines Gruppengesprächs gewählt, das im mp3-Audioformat aufgezeichnet wird. Das Gespräch wird anschließend nicht wörtlich transkribiert. Die relevanten Informationen zu den entsprechenden Indikatoren werden herausgeschrieben. Das Transkript als stichwortgestützte Mitschrift ist dem Anhang beigefügt. Das Gespräch dauert eine Stunde. Die Gesprächspartner sind:

Ausbilder A: langjähriger betrieblicher Ausbilder in der Firma, Prüfer der IHK, vertritt den Betrieb bundesweit in unterschiedlichen Ausschüssen und Arbeitskreisen, sowie als Dozent auf Kongressen.

Ausbilder B: seit 17 Jahren im Betrieb, duale Ausbildung zum Mechatroniker absolviert, danach die Weiterbildung zum Techniker, zusammen mit A und C für die Ausbildung der Mechatroniker zuständig. Darüber hinaus: Kontakte zu den Berufsschulen, Lernortkooperation, digitale Vernetzung.

Ausbilder C: seit 6 Jahren im Betrieb, duale Ausbildung zum Mechatroniker absolviert, danach die Weiterbildung zum Techniker, zusammen mit A und B für die Ausbildung der Mechatroniker zuständig. Darüber hinaus: Additive Fertigung.

Für das Gespräch wird ein informeller Leitfaden entwickelt, der den Ausbildern über einen Beamer sichtbar gemacht wird. Der Leitfaden findet sich im Anhang

ZQ1 - Digitale Vernetzung - Selbsttest

Fragecode	Ich	Ich kann es	Ich kann es nicht	Ich weiß nicht	Ich weiß nicht	Ich weiß nicht
IP1	Warum das Projekt in dem Raum, in dem es angestrichelt wird (Papier für Schulbuchprojekte in dem Raum?)					
IP2	erkennen den Ausgangszustand des Projekts und kann es im Rahmen der Aufgabenstellung lösen					
IP3	erkennen, wie die Planung wichtig ist					
IP4	überprüfen das Ausmaß der Planung					
IP5	berücksichtigen die betrieblichen Möglichkeiten und Bedürfnisse					
ED1	überprüfen die Termine					
ED2	erkennen betriebliche Notwendigkeiten und kann sie anpassen					
ED3	erkennen technische und administrative Ergebnisse					
ED4	erkennen die Projektfortschrittsberichte					
ED5	weiß, wo Informationen zu beschaffen sind, kann von der Software einen					
ED6	weiß, welche Konsequenzen die Projektziele haben und kann sie anpassen					
ED7	überprüfen die Projektfortschrittsberichte					
ED8	weiß, wo die Schweren im Projekt					
ED9	berücksichtigen beim Umsetzen die technischen, administrativen und dokumentarischen Aufgaben					
ED10	erhalten Wartungs- und Inspektionsberichte					
ED11	berichten an die Leitung über den Projektfortschritt in dem betrieblichen Bericht					
ED12	überprüfen den Projektfortschritt und bieten Feedback, wenn notwendig					
ED13	erkennen Wissenslücken und nutzen betriebliche Möglichkeiten sie zu schließen					
ED14	weiß, digitale Lernmedien, auch online bereitgestellt, zu nutzen					
ED15	weiß, digitale Lernmedien, auch online bereitgestellt, zu nutzen					
ED16	erkennen Kommunikationsoptionen					
ED17	weiß, welche die Schritte					

Abb. 07: Screenshot Raster. Eigene Darstellung. Die Raster befinden sich im Anhang ab Seite 85.

der MA. Er dient als Gerüst für ein Gespräch, auch untereinander. Er wird im Lauf des Gesprächs nicht in der Reihenfolge eingehalten, um den Gesprächsfluss nicht zu unterbrechen. Die dort benannten Punkte werden unter den Aspekten der Aus- und Weiterbildung besprochen.

Nach der Einleitung und Hinführung wird das Gespräch zum Themenblock der **ZQ** geleitet. Daraufhin wird über die **PSK** in unterschiedlichen betrieblichen und beruflichen Facetten gesprochen. Die vier entwickelten PSK-Raster-Ausdrucke werden diskutiert.

Die Firma bildet (noch) keine ZQ aus.

Themenblock ZQ: Die ZQ werden als Chance gesehen. Eine ZQ ist ein individuelles Instrument, um leistungsstarke Azubis zu fördern, die bereits wissen, in welchem Fachbereich sie nach Beendigung der Ausbildung tätig sein möchten. Darauf können sie sich frühzeitig vorbereiten. Das breite Ausbildungsspektrum im Berufsbild des Mechatronikers bietet somit eine Individualisierung und Spezialisierung an. Sie ist im DQR in der Stufe 4 angesiedelt. Das Lernen und Arbeiten für die ZQ findet in Projekten statt. Das Lern- und Arbeitsformat ist den Azubis bekannt.

Für die ausgebildeten Facharbeiter sind die ZQ ebenso als Spezialisierung zum Spezialisten zu sehen. Die ZQ könnten als erste berufs- und betriebsspezifische Weiterbildung nach der Ausbildung und vor der Weiterbildung zum Techniker in der DQR-Stufe 5 absolviert werden. Das würde den frühzeitigen Druck, sich bereits in der Ausbildungszeit für eine ZQ entscheiden zu müssen, vermindern. Darüber hinaus könnte eine Weiterbildung durch ZQ im Arbeitsprozess personen- und bedarfsbezogen erfolgen. Es wäre interessant, die ZQ für Facharbeiter zu öffnen. Der Bedarf wird betrieblich gesehen. Dann bräuchten Mitarbeiter nicht angelernt werden, sondern Fachkräfte könnten sich weiterbilden.

Die Prüfung der ZQ wird als noch nicht praxistauglich eingeschätzt. Das Spektrum der ZQ ist vom Gesetzgeber weit gestreut und vieles bleibt offen. So wird zum Beispiel in der Inhaltsbeschreibung der ZQ Additive Fertigung nicht vorgegeben, mit welcher Software die Programme geschrieben und welcher Drucker genutzt werden soll. Es ist gewollt, keinen Anbieter zu bevorzugen. Jedoch macht es die fehlende Eingrenzung den ehrenamtlichen IHK-Prüfern nicht möglich, sich in alle Bereiche der additiven Fertigung vollumfänglich weiterzubilden.

Themenblock PSK: Es gibt eine eigene betriebliche Definition für die PSK. Dabei wird zwischen der Prozess- und der Systemkompetenz unterschieden. Die beiden Begriffe werden einzeln gesehen und haben eigene Bedeutungen. Sie werden nicht verbunden. Der individuelle Ansatz wurde aus dem betrieblichen

Produktentstehungsprozess (Pep) entwickelt und ist für die Azubis in einer Pep-Akte sichtbar. Darunter wird eine Excel-Datei verstanden, die einen Produktionsentstehungsprozess abbildet. Damit kommen die Azubis bereits sehr früh in der Ausbildung in Kontakt und dokumentieren dort ihre erledigten Aufgaben. Die Pep-Akte leitet sie und wird als das Medium zur Generierung von Prozesskompetenz angesehen. Es ist räumlich und inhaltlich nicht auf die Ausbildungswerkstatt beschränkt, sondern umfasst alle Fachabteilungen, mit denen in einem Projektverlauf Kontakt besteht.

Ein selbstständig durchgeführtes und in der Pep-Akte dokumentiertes Projekt zum Ende der Ausbildung wird als Beleg für betriebliche Systemkompetenz gesehen. Das System, wie die Abteilungen des Betriebes zusammen wirken, wird verinnerlicht.

Weitere Aussagen zu den beiden Themenblöcken fließen in das Kap. 7 mit ein.

Die Diskussion der beiden PSK-Raster führt zu folgenden Bewertungen:

ZQ1 – Digitale Vernetzung: In der Draufsicht auf das Raster fällt sehr schnell auf, dass die einzelnen Blöcke das Modell der vollständigen Handlung widerspiegeln. Die einzelnen Schritte werden über die kognitiven Verben als Indikatoren erkannt und von den Ausbildern ohne Hinweis oder Nachfrage selbstständig thematisiert. Die Items bilden einen Projektprozess praxisnah ab und sind nachvollziehbar.

ZQ 2 – Additive Fertigung: Die Items ED 1&4, KB4 und BP3 sind für ein Projekt im Rahmen der additiven Fertigung im Betrieb nicht zutreffend. Die Anwendungsbereiche eines zu fertigenden Werkstücks werden in vielen Fällen nicht bekanntgegeben oder unterliegen auch der Geheimhaltung. Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen sind dementsprechend auch nicht bekannt. Folglich kann keine Verortung in Projekt und Betrieb stattfinden. Der Einsatz von Diagnosetools ist nicht ersichtlich.

Im Gespräch wird klar, dass die aus den Vorgaben des BIBB abgeleiteten Items nicht betriebsspezifisch sind. Diese Aussage unterstützt die Einschätzung, dass ZQ berufs- und betriebsspezifisch sind und im Bereich der additiven Fertigung dazu auch in hohem Maße auftragsbezogen. Die Ausbilder empfehlen, das ZQ2-Raster ggf. an die betrieblichen Belange anzupassen und zu berücksichtigen, dass jedes Projekt seinen eigenen Charakter hat und nicht immer einfach in einem Raster abbildbar ist.

Die Aussagen über das Format des Rasters werden nachstehend zusammengefasst: Die Items sind klar und verständlich für die Ausbilder formuliert und sie

gehen davon aus, dass sie sich den Azubis auch sofort erschließen. Das Layout des Rasters ist übersichtlich. Die Farbgebung könnte im Rahmen der Corporate Identity angepasst werden. Das würde die Identifikation und die Wertigkeit des Rasters für die Azubis erhöhen. Es wäre dann ein betriebliches Dokument.

Die Handhabung als Fremd- und Selbsttest wird als praxistaugliches Angebot angesehen, um bei dem Vergleich der Antworten Übereinstimmungen oder – noch wichtiger – Abweichungen und die Notwendigkeit zur Nachschulung festzustellen.

Die Einbeziehung von Items aus den Berufsbildpositionen wird positiv bewertet.

6.5 Reflexion der PSK-Arbeitsversion

Zum Abschluss des Kap. 6 hier wird die PSK-Arbeitsversion aus dem Kap. 4.5 abgeprüft. Dieses erfolgt anhand der fünf gebildeten Sätze der Explikation. Die Sätze werden an dieser Stelle nicht noch einmal aufgeführt.

Zu Satz 1: In Projekten wie einem ZQ-Projekt wird selbstorganisiert und selbstgesteuert gelernt und gearbeitet. Reflexion und Denken und Lernen von der Software sind eine Grundlage und das Verstehen eines Projekts bei der Draufsicht aus der Vogelperspektive spiegelt PSK wider. Die Beschreibung in Satz 1 ist zutreffend.

Zu Satz 2: In Projekten wie einem ZQ-Projekt wird abteilungsübergreifend gearbeitet. Dazu braucht es neben dem Wissen um den fachlichen Projektkinhalt auch das Wissen um die Vorgänge in den Abteilungen und die softwaregestützte und analoge Kommunikation und Dokumentation.

Das ist in einem ZQ-Projekt der additiven Fertigung inhaltlich nicht immer vollumfänglich gegeben, da die Aufgabenstellung in solchen Projekten sehr stark betriebs- und auftragsspezifisch ausgestaltet ist. Das schmälert die Notwendigkeit des multidimensionalen Wissens um die Abläufe und Sachverhalte nicht. Die Beschreibung in Satz 2 ist zutreffend.

Zu Satz 3: Ein holistischer Spannungsbogen innerhalb eines komplexen und spezialisierten Lern- und Tätigkeitsfelds wird aufgezeigt. Darin zu lernen und zu arbeiten bedarf es PSK. Die Beschreibung in Satz 3 ist zutreffend.

Zu Satz 4: Jedes ZQ-Projekt stellt individuelle Anforderungen an die Azubis, die erfüllt werden müssen. Dazu greift das Instrument des mediengestützten Lernens. Das gilt für die Zeit der Ausbildung und wird sich im Lernen und Arbeiten für weitere Projekte fortsetzen. Die Beschreibung in Satz 4 ist zutreffend.

Zu Satz 5: Das zielgerichtete Vor-, Mit- und Nachdenken in einem Projekt ist nicht offen sichtbar. Es ist als PSK im Standby-Modus abrufbar und äußert sich

in den in Satz 1 bis 4 genannten Aussagen. Die Beschreibung in Satz 5 ist zutreffend.

An dieser Stelle der Masterarbeit trifft die PSK-Explikation auch auf die ZQ zu und braucht nicht überarbeitet zu werden.

Im folgenden Kap. 7 wird das Explikandum der PSK aufgelöst und als Explikat und Teilergebnis der Masterarbeit aufgeführt. Die Forschungsfrage wird beantwortet und das Ergebnis diskutiert.

7 Reflexion und Diskussion der Ergebnisse sowie die Beantwortung der Forschungsfrage

Im nachstehenden Kapitel 7 werden die leitenden Begriffe der Masterarbeit reflektiert und in einen Zusammenhang gesetzt. Das Explikandum der PSK wird aufgelöst und als Explikat mit der PSK-Arbeitsversion dargestellt. Dem folgen die Bewertung des Kompetenzrasters und die Beantwortung der Forschungsfrage. Eine Diskussion der Ergebnisse unter Einbezug der bildungswissenschaftlichen Perspektive schließt sich an.

7.1 Reflexion der Begriffe

Zusatzqualifikationen ZQ: Die Einführung von vier Zusatzqualifikationen im Berufsbild des Mechatronikers war ein richtiger Schritt, um den vielschichtigen Aspekten und Auswirkungen der Digitalisierung in den beruflichen und betrieblichen Bereichen Rechnung zu tragen. Die ZQ sind im Jahr 2018 in Kraft getreten. Zu dem Zeitpunkt waren die Auswirkungen der I4.0 schon flächendeckend in den Betrieben angekommen und in den Ausbildungswerkstätten auf den innerbetrieblichen Lehrplänen präsent. Fachkräfte mit einer Ausrichtung in den spezifischen Themen der Digitalisierung werden gebraucht und Firmen wünschen sich einen geregelten Wissenserwerb und eine bescheinigte Leistungserbringung. Das steht in der Tradition des dualen Bildungssystems.

Die Einführung von ZQ ist in § 49 BBiG geregelt und implementiert die ZQ am System der berufsschulischen Ausbildung vorbei. Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten werden gesondert geprüft und bescheinigt, wobei das Ergebnis der Abschlussprüfung nach § 37 BBiG außen vor bleibt. Es prüfen die Kammern und nicht die Berufsschulen. Die Kammern stellen auch die Bescheinigung aus. An dieser Stelle könnte diskutiert werden, ob ZQ die Dualität des dualen Systems infrage stellen. Es war und ist wichtig, diese Ausbildungsinhalte mit in eine zu bestätigende Form zu bringen, und zwar so schnell und praxisnah wie möglich. Es ist jedoch auch wichtig, den berufsschulischen Teil des dualen Systems

nicht von den ZQ-Inhalten und den Themen der Digitalisierung, KI und I4.0 abzugrenzen und schlimmstenfalls auszuschließen. Perspektivisch war es vom Gesetzgeber richtig, die ZQ in eine Gesetzesform zu gießen, um bei Bedarf ein (viel zu) langes Gesetzgebungsverfahren im Berufsbildungsbereich zu vermeiden, um schnell auf Veränderungen und Bedarfe eingehen zu können. Es ist jedoch mit dem bildungswissenschaftlichen Blick auf ZQ zwingend, den ZQ-Lerninhalten auch eine reguläre Perspektive in den Ausbildungsordnungen zu schaffen. Die rapide digitale Entwicklung ist gesellschaftlich und technisch viel zu wichtig, als dass sie in ZQ lediglich „angehängt“ wird.

Es besteht der Bedarf, die ZQ-Inhalte mit Leistungserbringungsbescheinigung auch den Facharbeitern zugänglich zu machen. Das Argument aus dem geführten Gespräch, dann *nicht mehr anzulernen, sondern weiterzubilden*, ist aus bildungswissenschaftlicher Sicht zu stützen. Darüber hinaus begründet es den Grundsatz des lebenslangen Lernens.

In dem Gespräch mit Ausbildern, die auch als ehrenamtliche Prüfer für die Kammer tätig sind (siehe Kap. 6.4), wird thematisiert, dass sie mit der Überprüfung und Bescheinigung von ZQ-Leistungen derzeit überfordert sind. Daher ist die Weiterbildung der Prüfer mit in zukünftige Planungen einzubeziehen.

Das betrifft strukturell das **Konstrukt der ZQ**, nicht nur für die Mechatroniker.

Prozess- und Systemkompetenz(en) PSK: Der Begriff der PSK und die damit verbundene Diskussion über berufliche Handlungsfähigkeiten in digitalisierten Arbeitsumgebungen werden von Windelband und Zinke eingeführt (vgl. Windelband 2018; Zinke 2019b). Das Auftreten des PSK-Begriffs fällt in den Zeitraum des Inkrafttretens der vier ZQ für die Mechatroniker. Es liegt nahe, dass es einen Zusammenhang geben kann, zumal Zinke und Windelband das Mechatroniker-Berufsbild beforschen und in ihren Publikationen thematisieren.

Die Einzelbegriffe der Prozesskompetenz wie auch der Systemkompetenz sind in der Literatur auffindbar (vgl. Ehrke/Heimann 2009, S. 7 ff.; vgl. Hahne 2007, S. 13 ff.). Die PSK-Kombination aus beiden findet sich jedoch nur bei Windelband und Zinke, wie vorstehend beschrieben. Zinke zeigt anhand von Interviewaussagen betrieblich Ausbildender auf, was in Betrieben darunter verstanden wird (vgl. 2019a, S. 42-43; 2019b, S. 73-76). Dabei fällt die Unbestimmtheit auf, mit der die Begriffe „Prozess“ und „System“ mit den Begriffen „Verständnis“ und „Kompetenz“ verknüpft werden. Darüber hinaus ist offen, ob es eine Kompetenz oder mehrere Kompetenzen sind oder sein können (siehe Kap. 1). Um diese

begrifflichen Verflechtungen zu strukturieren, erfolgt in der Masterarbeit eine Annäherung an den Begriff der PSK mittels einer Explikation.

In dem Gespräch mit Ausbildern (siehe Kap. 6.4) wird klar, dass deren betriebliches Verständnis (!) von der PSK-Entwicklung mit einem eigenen Werkzeug, der Pep-Akte, ab dem ersten Ausbildungstag gefordert und gefördert wird. PSK ist (dort) betriebsspezifisch und nicht an ZQ gebunden, sondern innerbetriebliches **Ausbildungsziel für alle Azubis**.

Mediengestütztes Lernen: Mediengestütztes Lernen entzieht sich weitestgehend dem Lernen in einem Klassenverband, beispielsweise dem Frontalunterricht. Es zeichnet sich durch die Anwendung von digitalen Lernszenarien aus, die über digitale Endgeräte und die Vernetzung über das Internet zur Verfügung stehen. Die Lernenden lernen allein oder in Gemeinschaft synchron oder asynchron. Das macht die Lernenden unabhängig von Lernorten und -zeiten, jedoch abhängig von Geräten und einer Internetverbindung. Sie müssen sich nicht in die Organisation eines Klassenverbands einfügen, sondern ihre eigenen Selbstlern- und Selbstorganisationsstrategien entwickeln und darin lernen und arbeiten. Es gibt digitale Lernszenarien, in denen Berufsausbildungsinhalte vollständig abgebildet und nutzbar sind. I4.0 und KI beeinflussen das Format der Arbeit hin zu projektbezogenem Arbeiten in einer deduktiven Dimension.

Mediengestütztes Lernen ist im Bereich des beruflichen Lernens in Projekten zu finden, in denen informell, unkompliziert und auch schnell gelernt und gearbeitet wird. Projektlernen mit Medien ist häufig ein Mikrolernen (engl. Microlearning), bei dem zum Ausgleich von in der Projektarbeit auftretenden Wissenslücken ein „Wissenshappen“ gesucht, gefunden und konsumiert wird. Mediengestütztes Lernen kann beim Lernenden als „konstruktives Lernen im Sinne subjektiver Wissenskonstruktionen und Welterzeugung fördern“ (Wild 2018, S. 32).

Lernen von der Software: Das mediengestützte Lernen ist eng verwoben mit dem Lernen von der Software. Um (Lern-)Software zielspezifisch zu nutzen, müssen ihre Architektur und Philosophie verstanden werden. Die Software übernimmt im Lernprozess die Funktion eines kognitiven Werkzeugs. Werkzeugen ist zu eigen, dass sie erst mit kompletter Beherrschung durch die Anwender im Einsatz ihre umfassenden Funktionen geltend machen können. Das trifft auch auf Software zu und aus dem Grund ist das Softwarelernen auch eine Herausforderung. Die Denk- und Wirkrichtung von Software ist deduktiv (top-down), wie das Arbeiten in Projekten. Die Software muss gelernt werden und

es muss von ihr gelernt werden. Das ist ein anspruchsvoller Prozess und rechtfertigt die Bezeichnung des kognitiven Werkzeugs. Bereits im Lernen den Prozess und die deduktive Denkrichtung zu verstehen, ist die Voraussetzung für das nachgeschaltete Denken von der Software.

Denken von der Software: Im Umgang und beim Arbeiten mit Maschinen nehmen diese die Rolle eines Kollegen oder Vorgesetzten des Menschen ein. Der Mensch, der Arbeiter, die Fachkraft agiert und/oder reagiert in der Interaktion mit Maschinen. Softwaregesteuerte Maschinen sind von Menschen entwickelt und programmiert worden. Maschinenverhalten ist jedoch nicht menschlich, sondern effizient im Rahmen, was eine Maschine aus sich heraus leisten kann. Fachkräfte müssen die Maschinenfunktionen verstehen, ihren softwareveranlassten Handlungsaufforderungen nachkommen und mit ihr zusammenarbeiten. Ein Maschinendenken, also eine denkende Maschine, gibt es nicht. *Maschinen funktionieren* von der Software her. Daher *müssen die Menschen* von der Software denken, um sie zu verstehen, mit ihr zu arbeiten und sie beherrschen. Dem Lernen von der Software folgt das Denken von der Software. Ein analoger Zaublerlehrling, der seinen digitalen Besen nicht beherrscht, würde einen **Deus ex Machina**, den Gott aus der Maschine, benötigen, um in dieser Welt zurechtzukommen (vgl. Goethe 1961, S. 54-56; vgl. Kudla 2001, S. 155). Dann hätte der Mensch jedoch die Hoheit über sein Arbeitsleben verloren. Dem kann mit dem Denken von der Software entgegengetreten werden.

Kompetenzraster: Im Rahmen der Kompetenzdiagnostik (siehe Kap. 4.3) ist ein Kompetenzraster *ein* Instrument in Form einer Matrix oder eines Fragebogens. Es lässt sich analog in der Papierform oder digital auf einem Smartphone oder Tablet anwenden. Das Kompetenzraster bietet die Möglichkeit, zu testende Kompetenzen direkt anzusprechen oder indikatorengestützt abzuprüfen. Häufig wird die Abfrageform mit dem Modalverb „können“ genutzt. Wenn die zu testende Person dann das eine oder andere „kann“, ist sie kompetent oder scheint es zu sein und gelangt, je nach Aufbau des Rasters, in eine höhere Kompetenzstufe. Ein solches Format hat Vor- und auch Nachteile.

Gleiche Frage- und Abprüfbedingungen auf alle zu Testenden gleichermaßen anzuwenden, inkludiert auf den ersten Blick ein demokratisches Verfahren, da ja alle die gleichen Fragen erhalten, bzw. ihnen ausgesetzt sind. Der Prüfer kann im Modus des Fremdtests immer gleich bewerten. Geschlossene Fragen bzw. Beschreibungen vollständiger Arbeitsvorgänge gewähren der zu testen-

den Person jedoch auch keinen Spielraum, sich selbst in einem Raster zu spiegeln. Wenn der abzurufende Vorgang nicht genau in dem vorgegebenen Rahmen so erledigt wird, wie aufgeschrieben, dann ist die formale Niveaustufe nicht erreicht. Die zu testende Person ist nicht kompetent oder scheint es formal nicht zu sein. Individualität wird in ein Raster gepresst, das Kompetenzraster wird als Blaupause auf die Person gelegt. Das kann nicht immer deckungsgleich sein. Kompetenzen sind nicht nur berufsspezifisch, sondern auch betriebsspezifisch in ihrer Entwicklung und Anwendung. Sie lassen sich nicht vollumfänglich in ein Raster zwängen.

7.2 Explikation der Prozess- und Systemkompetenz

Einem der Schlüsselbegriffe dieser MA, der Prozess- und Systemkompetenz (PSK), wird sich im Format einer Explikation genähert. Windelband und Zinke verwenden ihn im Singular (vgl. Windelband 2018, online; Zinke 2019a, S. 43). Die Prozess- und Systemkompetenz wird aus dem Prozess- und Systemverständnis hergeleitet, was einen Hinweis für die Anwendung in singularer Form bietet. In Interviewaussagen des Berufscreenings (vgl. Zinke 2019b, S. 73-74) werden von Auszubildenden jedoch verschiedenartige Aussagen gemacht, was darunter verstanden wird, so dass der PSK-Begriff für den Titel dieser MA im Plural aufgenommen wird. Darüber hinaus kann in dem Praxispretest in Erfahrung gebracht werden, dass der Begriff in der Arbeitspraxis der dort befragten Ausbilder auch stets in zwei Teilen mit unterschiedlichen Bedeutungen gebraucht wird. Dort gibt es eine Prozesskompetenz und eine Systemkompetenz, jedoch keine Prozess- und Systemkompetenz.

In der MA wird der Begriff hauptsächlich als Abkürzung genutzt und in ausgeschriebener Form im Singular. Dabei wird die Sprachregelung übernommen, die bei der Anwendung und Bedeutung der „Handlungskompetenz/en“ greift (siehe Kap. 2.1). Es wird dort der Begriff der Handlungskompetenz (Singular) verwendet, obwohl es drei Unterteilungen gibt.

Im Verfahren einer Explikation wird das Explikandum, die PSK, anhand einer Explikationsstruktur untersucht und adäquate Kriterien für ein Explikat werden angegeben. Für die MA können fünf Sätze und eine Arbeitsversion gebildet werden (siehe Kap. 4.5), die nachstehend überprüft, aufgelöst und abschließend als Explikation dieser Masterarbeit dargestellt ist:

(1): „PSK ist eine berufliche Verständniskompetenz, die sich in Azubis und Facharbeitern mittels reflexiver Selbstorganisations- und -steuerungsprozesse durch Lernen und Denken im Prozess der Arbeit entwickelt.“

Dieser Satz ist richtig und der Begriff wird anhand adäquater Kriterien in Form von W-Fragen abgebildet. Der Schwerpunkt des Lernens und Denkens wird in der MA herausgearbeitet. Er wird hier durch den Zusatz „von der Software“ ergänzt, denn die Software ist der Taktgeber im selbstorganisierten und selbstgesteuerten Lernen und Denken. Lernen und Denken von der Software gehören hier zusammen und begründen die berufliche Verständniskompetenz.

(2): „PSK drückt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) aus und schaut multiperspektivisch auf einen Sachverhalt, um ihn daraufhin in einem zusammenhängenden System gewerksübergreifend zu dirigieren.“

Dieser Satz ist richtig und der Begriff wird anhand adäquater Kriterien in Form von W-Fragen abgebildet. Projekte und Sachverhalte werden in der Software ausgedrückt und abgebildet und gelten nur dann als bearbeitet und abgeschlossen, wenn ihr Verlauf lückenlos und abteilungsübergreifend in der Software nachvollziehbar ist. Mit dem entsprechenden Wissen um die Abläufe lässt sich das System dirigieren. Und die Software ist dabei der Taktgeber.

(3): „PSK wirkt holistisch in einem Spannungsbogen zwischen der Erledigung einer fachlichen Aufgabenstellung und dem (Inter-)Agieren in einem komplexen spezialisierten Lern- und Tätigkeitsfeld.“

Dieser Satz ist richtig und der Begriff wird anhand adäquater Kriterien in Form von W-Fragen abgebildet. Das holistische Wissen um Abläufe schließt auch das Wissen um die Entwicklung der Abläufe mit ein. Heute zu wissen, aus welchen früheren Handlungen und Handhabungen sich die Abläufe bis jetzt entwickelt haben, wirkt in das Lern- und Tätigkeitsfeld hinein. Heute ist die Software der Taktgeber und heute wird von ihr gelernt und gedacht – mit dem ganzheitlichen Wissen, wie es dazu gekommen ist.

(4): „Die Entwicklung von PSK ist Teil des lebenslangen Lernens.“

Dieser Satz ist richtig und der Begriff wird anhand adäquater Kriterien in Form von W-Fragen abgebildet. Aus der Indikatorenbildung für die PSK (siehe Kap. 6.1) lassen sich die Signalitems „Sehen-Kennen-Reflektieren“ ableiten. Diese Abfolge der ausdrucksstarken kognitiven Verben drückt gleichermaßen die Notwendigkeit und Begründung für lebenslanges Lernen aus, die sich in der PSK wiederfinden lassen.

(5): „PSK im Kompetenzträger ist nicht offen ersichtlich, dennoch im Standby-Modus kontinuierlich abrufbar.“

Dieser Satz ist richtig. In ihm verdichten sich die vier vorstehenden Sätze im Kompetenzträger.

Die fünf Sätze aus der Explikation in Kap. 4.5 werden in die Kap. 5 und 6 mitgetragen und abgeprüft. Sie werden bestätigt und können vorstehend auch zum Abschluss des Explikationsverfahrens begründet werden. Die Arbeitsversion des Explikats aus Kap. 4.5 wird ergänzt und als **Ergebnis** des wissenschaftlichen Explikationsverfahrens in dieser Masterarbeit wie folgt übernommen:

Prozess- und Systemkompetenz (PSK) ist eine berufliche Verständniskompetenz. Sie beschreibt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) und das daraus resultierende multiperspektivische Agieren in einem betrieblichen Gefüge (System).

Sie zeichnet sich in einem Projektverlauf in der Abfolge des Sehens-Kennens-Reflektierens im Kompetenzträger aus.

7.3 Bewertung des Kompetenzrasters

Ein Kompetenzraster ist ein standardisiertes Tool zur Kompetenzdiagnostik. Das Kompetenzraster dieser MA wird mit dem Ziel der PSK-Diagnostik entwickelt. PSK ist nicht offen sichtbar, jedoch über Indikatoren zu verifizieren. Die inhärente Herausforderung liegt in den abzuprüfenden Lerninhalten der ZQ, die ihre Praxistauglichkeit noch nicht flächendeckend bewiesen haben.

Die Entwicklung des PSK-Rasters erfolgt aus den inhaltlichen Vorgaben des BIBB entlang der Gütekriterien (siehe Kap. 6).

Ein berufliches Kompetenzraster muss belastbar aufgestellt sein, um das Spektrum der **beruflichen** Aufgabenstellung umfänglich abprüfen zu können. Es muss gleichermaßen den Anspruch erfüllen, **betriebliche** Spezifika abzubilden. Darüber hinaus werden ZQ-Inhalte in Projekten unterrichtet und abgebildet, was als weiterer Aspekt in die Entwicklung einfließt. Ein projektaugliches PSK-Raster ist deduktiv aufgestellt. Es sieht das ganze Projekt und fragt indikatorengestützt einzelne Aufgaben in Projektphasen ab.

Nach den Aussagen der drei Ausbilder im Praxispretest ist das bei der Erstellung des PSK-Rasters auch gelungen. Die einfache Handhabung über die Fragen mit der Möglichkeit des Vergleichs von Selbst- und Fremdttest werden positiv bewertet. Die Verwendung von kognitiven Verben bildet den Sachverhalt präziser ab als die Anwendung des Modalverbs „können“. Das wird insbesondere an den Signal-items „sehen-kennen-reflektieren“ deutlich.

7.4 Beantwortung der Forschungsfrage

In diesem Kapitel wird die Forschungsfrage aus Kap. 3. beantwortet. In Sinne des Literaturarbeitsformats wird nachstehend die Entwicklung des Titels und der Forschungsfrage der Masterarbeit kurz nachgezeichnet. Daraufhin wird die Antwort dargestellt.

Der **Titel der Masterarbeit** lautet: „Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von Prozess- und Systemkompetenzen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin“.

Im Laufe der Kap. 2 und 3 wird die **Forschungsfrage** entwickelt: „Wie unterstützen die Zusatzqualifikationen die Entwicklung von Prozess- und Systemkompetenzen im Berufsbild des Mechatronikers in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung?“

Die zentralen Begriffe des Titels und der Frage werden in den vorherigen Kapiteln der MA diskutiert und in einen Zusammenhang gesetzt.

Die Begriffe der PSK und der betrieblichen Aus- und Weiterbildung werden vom Titel in die Frage weitergetragen; die Begriffe des *mediengestützten Lernens* und der *Zusatzqualifikation* stehen jeweils allein nur im Titel oder nur in der Frage. Eine Verbindung von mediengestütztem Lernen und den ZQ ist gegeben und spätestens in der Berufsbildposition 5 „digitale Lernmedien nutzen“ (vgl. BIBB 2018, S. 9) manifestiert.⁴ An der Stelle ist klar, dass in den ZQ und für die ZQ mediengestützt gelernt wird. Daraus ergibt sich die Frage, ob dadurch auch PSK generiert wird. Davon kann in Kap. 3 ausgegangen werden. Argumentativ folgt daraufhin die Frage: „Wie geschieht das?“ und wird präzisiert: „Wie unterstützen die ZQ die Entwicklung von PSK?“ Das Verb „unterstützen“ inkludiert keinen Alleinanspruch, etwas zu tun, zu erreichen oder für etwas verantwortlich zu sein. Das Verb „**unterstützen**“ ist ein Teamplayer. „Unterstützen“ wirkt bei etwas, was bereits da ist und in die „richtige Richtung“ begleitet werden kann. Dazu kann mediengestütztes Lernen für die ZQ als Schlüsselinstrument dienlich sein. In Kap. 3.2 wird darüber hinaus offen gelassen, ob es auch weitere Instrumente und Wege geben kann. Über eine PSK-Explikation und ein PSK-Raster wird entwickelt und eingegrenzt, was als PSK in dieser MA unter dem Begriff verstanden wird.

⁴ Die Berufsbildposition 5 greift für das Berufsbild des Mechatronikers und entsprechend auch für die vier Zusatzqualifikationen.

Die Forschungsfrage wird beantwortet:

In den ZQ wird projektbezogen gelernt und gearbeitet. Als Prüfungsleistung wird ein vom Azubi entwickeltes und abgeschlossenes Projekt dokumentiert und durch ihn erklärt. Die Lern- und Arbeitsrichtung ist deduktiv. Das Ergebnis als das große Ganze ist bekannt und wird nach unten in kleine Arbeitsschritte heruntergebrochen, um dann final wieder das große Ganze zu erhalten.

Dieses **Format der ZQ**, diese deduktive Ausrichtung mit dem genauen Wissen, was das Lern- und Arbeitsprojekt ergeben soll, spiegelt sich im **mediengestützten Lernen** wider.

Das mediengestützte Lernen, das Lernen von der Software, folgt ebenfalls der deduktiven Lern- und Arbeitsrichtung.

Mediengestütztes Lernen ist ein selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Lernen, bei dem der Lerner eigenständig durch die Lernangebote navigiert und entscheidet, wann er was lernt. Diese Lernform ist für das Lernen und Arbeiten günstig und nützlich, denn schließlich ist jedes ZQ-Projekt anders und kann nicht gleichförmig gelernt, gearbeitet und angeleitet werden.

Mediengestütztes Lernen stellt hohe Anforderungen an die kognitive und psychische Leistung und Leistungsfähigkeit des Lernenden. Es erfolgt allein, in Gruppen, am gleichen oder unterschiedlichen Ort und zu gleichen oder unterschiedlichen Zeiten, da das Lern- und Informationsangebot durch das Internet orts- und zeitunabhängig verfügbar ist.

Die ZQ-Lern- und Arbeitsinhalte werden über kognitive Verben indikatoren-gestützt abgebildet. Die Beherrschung dieser Lerninhalte über die kognitiven Verben drückt eine vorhandene berufliche Verständniskompetenz aus. Die Umsetzung der kognitiven Verben in diesem Zusammenhang zeigt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) auf und führt weiter zu multiperspektivischem Agieren in einem betrieblichen Gefüge (System). In einem ZQ-Lern- und Arbeitsprojekt zeigt sich **Prozess- und Systemkompetenz** im erfolgreichen Projektverlauf in einer Abfolge der kognitiven Verben „Sehen-Kennen-Reflektieren“. PSK wird über das mediengestützte ZQ-Lernen von der Software und die Umsetzung über kognitive Verben und kognitive Werkzeuge entwickelt.

Im Gespräch mit den Ausbildern während des Praxispretests wird der Fokus auf ein betriebsspezifisches Werkzeug gelenkt, das bei der PSK-Entwicklung der Azubis eingesetzt wird. Eine sogenannte „Pep-Akte“ als Excel-Datei, in der der Produktentstehungsprozess abgebildet wird, wird bei jedem betrieblichen Projekt eingesetzt. Darin wird der Projektverlauf vorgegeben und dokumentiert.

Die Ausbilder nutzen ihre Erfahrung bei der Betreuung der Azubis, um den Entwicklungsstand von Prozess- und Systemkompetenz zu bewerten. Dort wird betriebsspezifisch in der Pep-Akte, in der Excel-Datei, gelernt und gedacht. Das ist das Lernen und das Denken von der Software, das zur Entwicklung von PSK beiträgt und sie dokumentiert.

Das mediengestützte Lernen im Einsatz in den ZQ generiert PSK. Im betrieblichen Beispiel geschieht das in der Software Excel und für die Azubis ist es ein Lernen von der Software für die ZQ. Es wird deutlich, dass PSK in Projektarbeiten berufs- und betriebsspezifisch ist.

Mediengestütztes Lernen von der Software in den Zusatzqualifikationen unterstützt die Entwicklung von Prozess- und Systemkompetenz über die deduktive Lern- und Arbeitsrichtung und über kognitive Verben. Abschließend wird der Lernende der **Dirigent im ZQ-Projekt** und die **Software ist der Taktgeber**.

PSK lässt sich in den ZQ in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung generieren.

7.5 Diskussion der Ergebnisse

Das historisch gewachsene und erfolgreiche deutsche duale Berufsbildungssystem geht den Weg in die Digitalisierung mit. Ein Teil des Erfolgs liegt in seiner Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit an neue Entwicklungen. Das ist nicht nur der Wirtschaft geschuldet, die permanent gut ausgebildete Fachkräfte auf dem neuesten Stand der Technik benötigt, sondern auch den jungen Menschen, die ausgebildet werden. Ihnen eine berufliche Perspektive zu bieten auf einem Welt-Markt, der in ständigem Wandel und annähernd nicht nachfolbarer Geschwindigkeit neue Trends und Standards setzt, ist eines der Verdienste des dualen Systems. In ihm vereinen sich die Berufsschulen, die Betriebe und auch die Kammern in Deutschland zu dem Ansinnen, Fachkräfte für die digitale Arbeitswelt so gut auszubilden, dass die Firmen und der deutsche Wirtschaftsstandort international wettbewerbsfähig bleiben. In ihm vereinen sich somit auch didaktische, technische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Aspekte.

Neue Berufsbilder aus der Digitalisierung heraus wird es nach dem derzeitigen Stand nicht geben. Berufsbilder werden in ihren Inhalten an die Digitalisierung und die KI angepasst. Über das Instrument der Zusatzqualifikationen gelingt es, im Jahr 2018 neue und durch die Digitalisierung aufgekommene Lehrinhalte an das Berufsbild des Mechatronikers anzukoppeln.

Es ist offen und auch nicht diskutiert, wie die ZQ auf europäischer Ebene in den EQR eingepflegt werden und welcher inhaltliche Wert ihnen in Europa zuge-

schrieben werden kann. Die ZQ sind über § 49 BBiG direkt an das duale System gebunden, so dass darüber hinaus die Bewertung der ZQ für die Mechatroniker auf europäischem Terrain noch erfolgen muss.

Die ZQ sind, sofern sie von Azubis absolviert werden, in der DQR-Stufe 4 verortet. Sollten Fachkräfte sich durch ZQ weiterbilden, wären die ZQ der DQR-Stufe 5 zuzuordnen. Die ZQ-Inhalte sind modern und kognitiv anspruchsvoll und für Fachkräfte attraktiv. Sie passen im Sinne des lebenslangen Lernens sehr gut in ein Weiterbildungskonzept, denn sie erfordern viel Vorwissen, Lernzeit und -disziplin und auch eine Perspektive für den Einsatz der ZQ am Arbeitsplatz. Es gibt Beispiele von Fachkräften, die sich erst nach Beendigung der Ausbildung und der Verpflichtung des Lernens zu weiterbildungsinteressierten Fachkräften entwickeln und ihren Weg im Betrieb suchen und finden wollen. Für sie wären die ZQ ideal. Um nach der Ausbildung den Weg in das praktische Lernen zurückzufinden, bieten sich **Lerntandems** an. Das können Lerngemeinschaften sein, in denen ein Azubi und eine Fachkraft gemeinsam für ZQ lernen. Der Azubi würde von den praktischen Arbeitserfahrungen der Fachkraft profitieren und die Fachkraft von der Lernpraxis und dem mediengestützten Lernen des Azubis. Ein solches Format verspricht Vorteile und Synergien für Azubis, Fachkräfte und Betriebe. Die ZQ sollten für die Weiterbildung geöffnet und ihnen ein Status in der Spezialisierung zum Spezialisten zugeschrieben werden.

Die Konstrukte „Kompetenz“ und „Didaktik“ sind über die Frage „Wie gelingt es, Kompetenz zu generieren?“ miteinander verbunden. Diese Frage schwingt hintergründig auch bei der Formulierung der Forschungsfrage und der Masterarbeit mit.

Kompetenz als solche wurde und wird aus verschiedenen Sichtweisen und wissenschaftlichen Richtungen virulent beforscht. Unterschiedlichste Ansätze zu ihrer Begriffsbestimmung und Diagnostik sowie ihren Ausprägungen sind weltweit in Nutzung. Von der allgemeinen domänenunspezifischen Kompetenz wird in dieser Masterarbeit über die Definition des BIBB zur beruflichen Kompetenz und dann zur beruflichen Handlungskompetenz geleitet.

Bei der Spiegelung der theoretischen Verortung (siehe Kap. 6.2) wird klar, dass Kaufholds Analyseraster nicht deckungsgleich auf die Verständniskompetenz PSK angewendet werden kann. Das liegt einerseits an der aktuell aus der Literatur hergeleiteten Explikation der PSK, die in der Form noch nicht praxistauglich bewiesen wurde und nicht an ein bewährtes Analyseraster adaptiert ist. Das

liegt andererseits jedoch auch an dem Wirkungsfeld der PSK per se, nämlich dem Lern- und Arbeitskontext in der I4.0 in einem digitalisierten Umfeld. Es fehlt derzeit ein Kompetenz-Analyseraster, das anschlussfähig an die beruflichen Kompetenzen unter Bezug auf die Digitalisierung, I4.0 und KI ist. Das Fehlen einer **Kompetenz 4.0** ist eine Forschungslücke, die in dieser MA zutage tritt. Dieser Forschungslücke konnte mit der Begriffsbestimmung der Kompetenz 4.0 begegnet werden. Ein zu entwickelndes Kompetenz-Analyseraster müsste sehr weit und offen gehalten werden, um Komponenten des handlungsgeleiteten Lernens und Arbeitens mit der Lern- und Arbeitswelt der Digitalisierung zu verknüpfen. Den Aspekten der neuen Lernkultur und der entsprechenden Medienbildung und -kompetenz sollte Raum gegeben werden. Ein offenes Konzept könnte den Wandel der Qualifizierungsanforderungen (vgl. Kutscha 2017, S. 29, S. 31) integrieren und die Lernformate der Aus- und Weiterbildung mit einschließen. Ein solches Grobraster als Gerüst wäre dann ebenfalls offen für die betriebliche Spezifikation von beruflicher Kompetenz 4.0 in einer digitalen Arbeitswelt.

Die Diskussion über eine Kompetenz 4.0 geht zwangsläufig weiter zur Didaktik 4.0 und der **Didaktik der Digitalisierung** (3D oder D³).

Wie soll was in der Epoche I4.0 im dualen System gelehrt und gelernt werden?

Wie können sich die Betriebe und ihre Mitarbeiter zukunftsfähig aufstellen?

Die Digitalisierung kann durch die weltweite SARS-CoV2-Pandemie zu einem Prozessbeschleuniger oder Prozessbremsen werden. Digitale Lernkonzepte im schulischen, beruflichen, privaten, formalen und informellen Bereich sind plötzlich gefragt und nachgefragt. Es besteht einerseits die Chance, Menschen für das digitale Lernen und Arbeiten zu gewinnen und begeistern. Andererseits besteht die Gefahr, sie und ihre Arbeit durch fehlendes technisches und digitales Knowhow zu verlieren. Eine Didaktik der Digitalisierung, offen und breit ausgerichtet, ist notwendig und neben der sich öffnenden Forschungslücke auch ein sichtbares Fehlen als Folgeerscheinung der Pandemie.

Das in dieser MA entwickelte Prozess- und Systemkompetenzraster wird anhand theoretischer und offensichtlich durchaus abstrakter Vorgaben des BIBB erstellt. Sie scheinen, so das Ergebnis eines Praxispretests in einem Betrieb, nicht voll praxistauglich zu sein. Hier sollte inhaltlich und praxisbezogen nachgebessert werden, bevor ein solches Raster in eine betriebliche Anwendung kommt.

Um das **mediengestützte Lernen** im PSK-Raster noch weiter sichtbar und nutzbar zu machen, bietet sich an, das Format des Rasters auch auf eine App-Nutzung auf dem Smartphone oder dem Laptop weiterzuentwickeln. Die Beantwortung erfolgt per Mausklick. Durch Ansteuern mit dem Mauszeiger öffnet sich hinter den Items eine Erklärung und bei der Auswahl der Antwortmöglichkeiten „trifft nicht zu“ oder „trifft teilweise nicht zu“ werden weitere Informationen und Übungsaufgaben gezeigt oder verlinkt. Die Summe der Antworten zeigt den Stand an und kann farblich gekennzeichnet werden. Darüber hinaus lässt sich das Ergebnis speichern und mit den Ergebnissen weiterer Tests vergleichen, um einen Lernfortschritt oder noch unausgeglichene Lernlücken besser aufzuzeigen. Das Raster kann in ein zu entwickelndes E-Learning-Konzept einbezogen werden.

Den Prüfern und zukünftigen Prüfern der ZQ, die von den Kammern berufen werden, fehlt ein Lernmedium. Sie sind gleichermaßen betriebliche Ausbilder und können auf eigene Erfahrungen in der Ausbildung mit jungen Menschen zurückgreifen. Das breite inhaltliche Spektrum der ZQ sollte ihnen an die Hand gegeben werden, um sich selbst für diese Aufgabe weiterzubilden und als vorbereiteter Prüfer die Lern- und Arbeitsleistung der Azubis zu bewerten. Auch an dieser Stelle greift das Schlagwort des lebenslangen Lernens, hier für die Prüfer.

Zum Abschluss des Kapitels wird der Forschungsprozess dieser Masterarbeit nachstehend anhand der **bildungswissenschaftlichen Perspektive** von Gabi Reinmann (2009) reflektiert.

In ihrem Beitrag „Mögliche Wege der Erkenntnis in den Bildungswissenschaften“ beschreibt die Autorin das Forschen als einen Problemlösungsprozess und zeigt denkbare Wege des Erkennens auf. Dazu schlägt sie vor, **Forschung in den Bildungswissenschaften** in drei Phasen aufzuteilen (vgl. 2009, S. 3):

- a. Erforschung des Ist-Zustands
- b. Erforschung des Soll-Zustands
- c. Wege vom Ist zum Soll.

Die Forschung im Ist-Zustand beschreibt und erklärt das vorhandene System hauptsächlich als Grundlagenforschung. Gesellschaftlich und politisch wird von ihr erwartet, allgemeine Gesetzmäßigkeiten hervorzubringen (vgl. ebd.).

Die Forschung zum Soll-Zustand hat die Aufgabe, Bildung systematisch zu beschreiben, als wissenschaftlich offener Akt nachvollziehbar zu begründen und Normen und Ziele zu formulieren (vgl. ebd.).

Die Wege vom Ist zum Soll gehen über die „Veränderungsforschung“, die einen als suboptimal erkannten Ist-Zustand so verändert, dass er in einen erwünschten Soll-Zustand überführt werden kann (vgl. a.a.O., S. 4). Dazu bringt sie die Anwendungs- und Entwicklungsforschung ins Spiel. Auf andere Details zu Reinmanns Text wird nicht weiter eingegangen.

Reinmann strukturiert die bildungswissenschaftliche Perspektive von der Beschreibung des Ist-Zustands über die Beschreibung des Wegs hin zur Beschreibung des Soll-Zustands. Dabei ist der Ist-Zustand zu erklären, der Weg zu entwickeln und der Soll-Zustand zu begründen.

Diesen Weg zeigt auch die nachstehende Tabelle 09.

Tab. 09: Weg der Erkenntnis in den Bildungswissenschaften. Die Forschung als Problemlösungsprozess (Quelle: Reinmann, 2009, S. 4.).

Ist-Zustand		Weg		Soll-Zustand	
Beschreiben	Erklären	Beschreiben	Entwickeln	Beschreiben	Begründen

Der Ist-Zustand, die Ausgangslage der MA, wird mit der Einführung der ZQ *beschrieben*. Die Notwendigkeit, in den Azubis PSK zu generieren, wird *erklärt*. Als Soll-Zustand wird die Notwendigkeit, PSK im Arbeitsprozess einzusetzen, *beschrieben*. Die *Begründung* dafür liegt in der immer komplexer werdenden Lern- und Arbeitswelt und dem gewerksübergreifenden Zusammenarbeiten, auch jenseits des eigentlichen Berufsbilds.

Der Weg hin zur PSK wird über ZQ *beschrieben* und über die Forschungsfrage in die Masterarbeit eingeführt. Ein Kompetenzraster wird *entwickelt*.

Der von Reinmann beschriebene Problemlösungsprozess wird angewendet. Beschrieben wird, wie PSK expliziert werden kann, wie sie über mediengestütztes Lernen in den ZQ generiert werden kann und wie sie wirkt. Die Qualifikationsmöglichkeit im Sinne des lebenslangen Lernens in der Epoche der I4.0 wird beschrieben, begründet und ein Werkzeug zur Kompetenzdiagnostik entwickelt.

Die bildungswissenschaftliche Perspektive, die Reinmann beschreibt, kann in dieser Masterarbeit im Format einer Literaturliste eingehalten und abschließend aufgezeigt werden.

8 Zusammenfassung, Fazit & Ausblick

Die hier vorliegende Masterarbeit entsteht im Sommer und Herbst 2020. Es ist eine Zeit, in der sich die Welt in einer technologischen Umbruchphase befindet. Bei der Planung und Recherche im Winter 2019/20 wird von einem Forschungsfeld im Bereich des deutschen dualen Berufsausbildungssystems ausgegangen, das durch die Digitalisierung und KI im Rahmen der I4.0 Umbrüche und Veränderungen erfährt. Ein Lernprozess für die Azubis des Berufsbilds des Mechatronikers wird ins Auge gefasst, der Fokus auf die Möglichkeit des Absolvierens von Zusatzqualifikationen gelegt und gefragt, was die in der „Studie Berufescreening“ (vgl. Zinke 2019b) genannte Prozess- und Systemkompetenz sein kann.

Mitten in der Vorbereitung erfasst eine andere Umbruchphase die Welt. Die SARS-CoV2-Pandemie zieht in einer schnellen Ausbreitungswelle über alle Kontinente, Systeme, Gesellschaften und Bekanntes und wirkt sich massiv auf das menschliche Leben, Arbeiten und Dasein aus. Auf der ganzen Welt haben Menschen dadurch gelernt und erlebt, dass gesellschaftlich-soziale und wirtschaftliche Systeme geschlossen werden können, Wirtschaft zum Erliegen kommen kann und sich der Fokus auf das Überleben in einer Pandemie verschiebt.

Die Digitalisierung und die KI funktionieren weiterhin und unter anderem durch sie kann die Welt „am Laufen“ gehalten werden. Viele Bereiche werden ins Internet verlegt und Menschen leben in digitalen Kontakten. Es ist schlagartig und nicht revidierbar klar geworden, wie wichtig die Digitalisierung und ihre Auswirkungen sind.

Für diese Masterarbeit bedeutet die plötzliche Schließung der Bibliotheken und die Einstellung von Fernleihen das Abschneiden von einem großen Teil gedruckter Forschungsliteratur. Es wird deutlich, dass nicht alle Quellen digital verfügbar sind. Hier besteht ein Erweiterungsbedarf in den Bibliotheken und Verlagen.

Die MA-Planungen laufen weiter und am Forschungsfeld wird festgehalten. Für die Masterarbeit wird das Format der Literaturlarbeit gewählt.

Nach der Einführung in **Kap. 1** wird in **Kap. 2** das deutsche duale Berufsausbildungssystem beschrieben. Die Veränderungen durch die Einführung des Kompetenzbegriffs und die Digitalisierung werden erklärt. Es wird anhand der Literatur deutlich (vgl. Zinke 2019a, 2019b), dass Ausbilder von einem Konstrukt des Prozess- und Systemverständnisses sprechen und dieses als generierens-

werte Kompetenz bei Azubis kategorisieren. Daraus entwickelt sich der Begriff der Prozess- und Systemkompetenz (PSK), der sich zu einem Schlüsselbegriff der MA entfaltet. In **Kap. 3** wird der Fokus auf das Berufsbild des Mechatronikers gelegt. Auch in ihm wird PSK verlangt. Im Jahr 2018 wird die Berufsausbildung durch vier Zusatzqualifikationen (ZQ) ergänzt, eine neue Berufsbildposition eingeführt und bestehende ergänzt. Das Berufsbild und der Beruf des Mechatronikers werden für die Arbeit in der I4.0 „fit“ gemacht. Das Lernen für die ZQ wie auch unter Bezug auf die neuen Inhalte der Berufsbildpositionen erfolgt mediengestützt. Es ist ein Lernen von der Software. Folgerichtig fragt diese MA, wie die ZQ die Entwicklung von PSK im Berufsbild des Mechatronikers in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung unterstützen. Die PSK soll über ein zu entwickelndes Raster detektiert werden. Neben der Ausbildung wird auch die Weiterbildung ins Blickfeld genommen, da die ZQ inhaltlich und zeitlich an einer Schnittstelle zwischen betrieblicher Ausbildung und erster Weiterbildung nach Ausbildungsende angesiedelt sind, bzw. angesiedelt werden können.

Die theoretische Verortung erfolgt in **Kap. 4**. Dabei wird klar, dass es keine Berufsbildungstheorie für die Epoche der I4.0 gibt. Aus der Literatur wird das Kompetenz-Analyseraster von Kaufhold vorgestellt und der Begriff der neuen Lernkultur von Erpenbeck und von Rosenstiel erläutert. Dem mediengestützten Lernen von Kerres folgt die Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung. Elsholz beschreibt Kompetenzen und Weiterbildung und betrachtet diese aus der Vogelperspektive. Da immer noch unklar ist, was unter PSK genau verstanden wird, erfolgt eine Annäherung an den Begriff im Format einer Explikation. PSK ist keine Handlungs-, sondern eine Verständniskompetenz, die sich jeder Einordnung in oder Anlehnung an ein existierendes Handlungskompetenzraster entzieht. Daraufhin werden ein Explikandum gebildet, fünf charakterisierende Sätze erstellt und eine PSK-Arbeitsversion entwickelt, die in die folgenden Kapitel mitgetragen, abgeprüft und finalisiert wird.

Die PSK in der Ausbildung ist der Schwerpunkt in **Kap. 5**. Das Lernen, Denken und Handeln von der Software wird erläutert und Zusammenhänge werden gezogen. Das Lernen für die ZQ nimmt einen weiteren Teil des Kapitels ein und anhand des Modells der vollständigen Handlung werden die Lerninhalte für die beiden ZQ „Digitale Vernetzung“ und „Additive Fertigung“ vorgestellt und praktisch in einen Lern- und Arbeitsprozess umgesetzt.

Kap. 6 erklärt die PSK-Rasterentwicklung. Die PSK als Verständniskompetenz ist nicht direkt seh- und messbar. Daher braucht es Indikatoren, die als Anzeiger für Sachverhalte erhebbar Informationen liefern. Die Indikatoren werden als

‚kognitive Verben‘ aus der Studie Berufescreening abgeleitet und in einer Matrix in Wechselwirkung zu den Verben des Modells der vollständigen Handlung gesetzt. Daraufhin erfolgt die Spiegelung der theoretischen Verortung über die Kompetenzmerkmale und die Gütekriterien. Das PSK-Raster wird als Selbst- und Fremdttest für die beiden ZQ entwickelt und in einem Praxispretest mit drei betrieblichen Ausbildern besprochen. Das Format der Literaturliteraturarbeit wird an dieser Stelle begründet verlassen. Die ZQ sind erst seit dem Jahr 2018 in Kraft, die Absolventenzahlen bis jetzt sehr niedrig und es gibt noch keine Best-Practice-Beispiele. Daher wird das Raster den Ausbildern vorgelegt und die Themenbereiche der ZQ und der PSK werden besprochen. Die Gesprächsinhalte fließen in den Fortgang der Arbeit mit ein.

In **Kap. 7** werden die Schlüsselbegriffe der MA reflektiert, die Forschungsfrage beantwortet und das Ergebnis diskutiert.

Die **Explikation des PSK-Begriffs** wird abschließend durchgeführt. Die fünf einzelnen Sätze werden diskutiert, an den Ergebnissen der Kap. 5 und 6 abgeprüft, ergänzt und abgeschlossen. Die finale PSK-Explikation ist ein wissenschaftliches Ergebnis dieser MA.

Als zweites Ergebnis ist die **Entwicklung des Kompetenzrasters** zu sehen. Es ist anhand der Unterlagen des BIBB entstanden und muss vor einem betrieblichen Praxiseinsatz besonders in der ZQ ‚Additive Fertigung‘ um praxisnähere Items ergänzt werden.

Die Forschungsfrage wird beantwortet. PSK lässt sich in den ZQ generieren. Mediengestütztes Lernen unterstützt diesen Entwicklungsprozess. Es wirkt deduktiv als selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Lernen. Die deduktive Lern- und Arbeitsrichtung wird als Lernen von der Software und Denken von der Software in Arbeitsprojekten aufgefunden. Das Lernen und Denken von der Software führt zur Entstehung und Entfaltung von PSK in einem Lern- und Arbeitsprozess, in dem der Mechatroniker der Dirigent ist und die Software ist der Taktgeber.

Ein Lernkonzept für das ZQ-Lernen zur Generierung von PSK liefert diese Masterarbeit nicht. Das entwickelte PSK-Raster wird in dieser Masterarbeit keinem Praxistest unterzogen. Daher wird auch nicht auf Testtheorien und -strategien eingegangen. Als zukünftige Forschungsfrage bietet sich an, PSK insgesamt als berufliche Verständniskompetenz zu betrachten und darunter das Prozesswissen und Systemwissen sowie Verständnis zu subsumieren. Damit könnte die PSK im Plural in Unterkategorien zerlegt und Verständniskategorien im

Sinne der PSK könnten weiter untersucht werden. Nach der Argumentation der MA würde die Denkrichtung deduktiv sein.

Eine Masterarbeit über ein nicht erforschtes Konstrukt wie die PSK im Format einer Literatarbeit zu denken und schreiben ist eine Herausforderung. Eine Herausforderung besonders an die stringente Beibehaltung der Forschungslinie unter Verwendung der forschungsleitenden Begriffe. Dabei muss einkalkuliert werden, dass der reine Theorie- und Literaturbezug die Gefahr der (Über-)Komplexität birgt, die durch Wiederholungen und Rückbezüge im Text nicht ausgeräumt werden kann. Neben den Kapiteln 1 und 8 wird der Forschungsverlauf an den Begriffen ‚Ausbildung-Mechatroniker-Theorie-PSK-Raster-Diskussion‘ literaturgestützt nachgezeichnet, Forschungslücken herausgearbeitet und die Forschungsfrage beantwortet.

Als Ergebnis der Masterarbeit ist neben der Explikation des PSK-Begriffs und der Entwicklung des PSK-Rasters auch zu sehen, dass im Forschungsprozess weitere Forschungslücken aufgedeckt werden.

Die Arbeit in diesem Forschungsfeld hat neben einem fehlenden Lernkonzept für ZQ-Lernen und einem noch ausstehenden Praxistest für das entwickelte Raster auch aufgezeigt, dass spannende Fragen zur Didaktik der Digitalisierung (3D-D³) und zum Raster digitaler Kompetenzen (K4.0) beantwortet werden müssen.

Literaturverzeichnis

- BA Bundesagentur für Arbeit (2020a): Mechatroniker/in. Online unter: https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=wD5DPXv_nEVpXsPU3-nT6d4Qe7ONMI3NpY-lopochymGy4mdbqeUr!758567596?path=null/kurzbeschreibung&dkz=2868&such=Mechatroniker%2Fin (letzter Zugriff am 12.07.2020).
- BA Bundesagentur für Arbeit (2020b): Mechatroniker/in - Entwicklung. Online unter: <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung/entwicklung&dkz=2868> (letzter Zugriff am 12.07.2020).
- Ball, Claudia (2020): Bildungstechnologien in der beruflichen Aus- und Weiterbildung, in: Helmut Niegemann & Armin Weinberger (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen, Berlin, Springer, (667–676).
- Beck, Klaus; Landenberger, Margarete & Oser, Fritz (2016): Einleitung, in: Klaus Beck, Margarete Landenberger & Fritz Oser (Hrsg.): Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung: Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT, Bielefeld, W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG, (9–14).
- Becker, Matthias (2019a): Von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse. Online unter: http://www.kommunale-koordination.de/uploads/tx_news/Fachtag_Hannover_022019_Didaktik-der-Digitalisierung_Becker_Text_01.pdf (letzter Zugriff am 31.07.2020).
- Becker, Matthias (2019b): Von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse - Folien zum Referat. Online unter: http://www.kommunale-koordination.de/files/St%C3%A4dte_und_Landkreise/Anlagen_Quartalsberichte/Region_Hannover/Fachtag_2019/Dokumentation/Fachtag_Hannover_022019_Didaktik-der-Digitalisierung_Becker_Praes.pdf (letzter Zugriff am 31.07.2020).
- Berufenet (2020): Mechatroniker/in Steckbrief. Online unter: <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/2868.pdf> (letzter Zugriff am 12.07.2020).
- Berufsbildungsgesetz (BBiG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 04.05.2020. Online unter: https://www.gesetze-im-internet.de/bbig_2005/BJNR093110005.html#BJNR093110005BJNG000101128 (letzter Zugriff am 13.07.2020).
- BiBB - Bundesinstitut für Berufsbildung (2018): Industrielle Elektroberufe Mechatroniker / Mechatronikerin: Ausbildung gestalten, Bonn.
- BiBB - Bundesinstitut für Berufsbildung (o. J. a): Definition und Kontextualisierung des Kompetenzbegriffes. Online unter: <https://www.bibb.de/de/8570.php> (letzter Zugriff am 05.07.2020).
- BiBB - Bundesinstitut für Berufsbildung (o. J. b): Zusatzqualifikationen. Online unter: <https://www.bibb.de/de/703.php> (letzter Zugriff am 13.07.2020).
- BiBB - Bundesinstitut für Berufsbildung (o. J. c): Didaktische Prinzipien der Ausbildung. Online unter: https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/practice_examples/sonstiges/ag_e-commerce_kap.%202.2.5_Didaktisches_Prinzip.pdf (letzter Zugriff am 14.07.2020).
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung (ASCOT). Online unter: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/ASCOT.pdf (letzter Zugriff am 22.07.2020).
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020a): Der Deutsche Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Online unter: <https://www.dqr.de/index.php> (letzter Zugriff am 05.07.2020).

- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020b): Nicht nur für eine Prüfung in drei oder vier Jahren dokumentieren, sondern einen persönlichen Wissensspeicher erstellen. Online unter: <https://www.qualifizierungdigital.de/de/nicht-nur-fuer-eine-pruefung-in-drei-oder-vier-jahren-dokumentieren-sondern-einen-persoenlichen-wissensspeicher-erstellen-5882.php> (letzter Zugriff am 21.07.2020).
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (o.J.): Forschungs- und Transferinitiative ASCOT+. Online unter: <https://www.ascot-vet.net/de/forschungs-und-transferinitiative-ascot.html> (letzter Zugriff am 22.07.2020).
- BMBF & KMK Bundesministerium für Bildung und Forschung & Kultusministerkonferenz (2013): Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen. Online unter: https://www.dqr.de/media/content/DQR_Handbuch_01_08_2013.pdf (letzter Zugriff am 05.07.2020).
- Boes, Andreas & Pfeiffer, Sabine (2006): Informatisierung der Arbeit - Gesellschaft im Umbruch, in: Andrea Baukowitz, Thomas Berker, Andreas Boes, Sabine Pfeiffer, Rudi Schmiede & Mascha Will-Zocholl (Hrsg.): Informatisierung der Arbeit - Gesellschaft im Umbruch, Berlin, edition sigma, (19–34).
- Bonin, Holger; Gregory, Terry & Zierahn, Ulrich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland: Endbericht, Kurzexertise Nr. 57. Online unter: ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexertise_BMAS_ZEW2015.pdf (letzter Zugriff am 09.07.20).
- Bonz, Bernhard (2017): Die Berufs- und Wirtschaftspädagogik und die Weiterentwicklung der Berufsbildung – zugleich eine Einführung, in: Bernhard Bonz, Heinrich Schanz & Jürgen Seifried (Hrsg.): Berufsbildung vor neuen Herausforderungen: Wandel von Arbeit und Wirtschaft, Baltmannsweiler, Schneider Verlag Hohengehren GmbH, (1–14).
- Bösl, Dominik (2018): Für die Zukunft benötigen wir weniger Faktenwissen und mehr kompetenzbasierte Bildung, in: Mario Bäumer & Rita Müller (Hrsg.): Out of Office: Wenn Roboter und KI für uns arbeiten, Hamburg, Hamburg History Live!, (50–51).
- Brosda, Carsten (2018): Die Neuerfindung der Arbeit, in: Mario Bäumer & Rita Müller (Hrsg.): Out of Office: Wenn Roboter und KI für uns arbeiten, Hamburg, Hamburg History Live!, (34–37).
- Brynjolfsson, Erik & McAfee, Andrew (2015): The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird, Kumbach: Plassen Verlag.
- Burzan, Nicole (2014): Indikatoren. Online unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-18939-0_81 (letzter Zugriff am 20.08.2020).
- Dehnbostel, Peter (2002): Bilanz und Perspektiven der Lernortforschung in der beruflichen Bildung, in: Zeitschrift für Pädagogik, 3, (356–377).
- DIHK - Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (2018): Industriellen Metallberufe, Industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers. Online unter: <https://www.dihk.de/re-source/blob/2488/a5e306fa0743b58416dce18ca3227032/ihk-leitfaden-aenderungen-digitalisierung-data.pdf> (letzter Zugriff am 09.08.2020).
- Döring, Nicola & Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Dudenredaktion (2002): Duden Fremdwörterbuch, Mannheim/Augsburg: Dudenverl.; Weltbild Verlag.
- Ehrke, Michael & Heimann, Klaus (2009): Berufsbildung innovativ: Von der Handlungskompetenz zur Prozesskompetenz, in: Michael Ehrke & Vera Meister (Hrsg.): Prozessorientierung in der Berufsbildung: Neue Leitbilder, neue Praxisprojekte, Frankfurt am Main, IG Metall, (7–16).

- Elsholz, Uwe (2002): Kompetenzentwicklung zur reflexiven Handlungsfähigkeit, in: Peter Dehnpostel, Uwe Elsholz, Jörg Meister & Julia Meyer-Menk (Hrsg.): Vernetzte Kompetenzentwicklung: Alternative Positionen zur Weiterbildung, Berlin, Ed. Sigma, (31–43).
- Erpenbeck, John & Rosenstiel von, Lutz (Hrsg.) (2007): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, Verstehen und Bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis, Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Esser, Friedrich Hubert (2013): DQR und Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung, in: Sabine Seufert & Christoph Metzger (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in unterschiedlichen Lernkulturen: Festschrift für Dieter Euler zum 60. Geburtstag, Paderborn, Eusl-Verlagsgesellschaft mbH, (322–334).
- Euler, Dieter (1999): Lernortkooperation in der beruflichen Bildung - Stand und Perspektiven aus Sicht wirtschaftspädagogischer Forschung, in: Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 40, (249–272).
- Euler, Dieter (2020): Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung, in: Rolf Arnold, Antonius Lipsmeier & Matthias Rohs (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung, Wiesbaden, Springer VS, (205–218).
- FernUniversität Hagen (2020): Corona-Krise als Lernauslöser im Bildungsbereich. Online unter: <https://www.fernuni-hagen.de/universitaet/aktuelles/2020/06/am-digitaltag-2020.shtml> (letzter Zugriff am 21.07.2020).
- Frey, Carl B. & Osborne, Michael A. (2013): The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation? Online unter: https://www.oxford-martin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf (letzter Zugriff am 09.07.20).
- Gabriel, Gottfried (o.J.): Explikation: Historisches Wörterbuch der Philosophie online. Online unter: https://www.schwabeonline.ch/schwabe-xaveropp/elibrary/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27verw.explikation%27%20and%20%40outline_id%3D%27hwph_verw.explikation%27%5D%20#_elibrary_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27verw.explikation%27%5D_1614201796239 (letzter Zugriff am 18.06.2020).
- Gensicke, Miriam; Bechmann, Sebastian; Härtel, Michael; Schubert, Tanja; Gracia-Wülfing, Isabel & Güntürk-Kuhl, Betül (2016): Digitale Medien in Betrieben - heute und morgen: Eine repräsentative Bestandsanalyse, Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Goethe, Johann Wolfgang von (1961): Der Zauberlehrling, in: Alfred Blumenthal, Wilhelm Ostermann & Wilhelm Sünkel (Hrsg.): Mein Gedichtbuch, Hannover, Hermann Schroedel Verlag, (54–56).
- Haake, Jörg; Schwabe, Gerhard & Wessner, Martin (2012): Grundlagen, in: Jörg Haake, Gerhard Schwabe & Martin Wessner (Hrsg.): CSCL-Kompendium 2.0, München, Oldenbourg Verlag, (1–5).
- Hahne, Klaus (2007): Benötigt Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung ein erweitertes Verständnis von Kompetenzentwicklung?, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 5, (13–17).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit, in: Hartmut Hirsch-Kreinsen, Peter Ittermann & Jonathan Niehaus (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, (13–32).
- IBBW Institut für Bildungsanalysen Baden-Württemberg (o.J.): Kompetenzraster. Online unter: https://www.schule-bw.de/themen-und-impulse/individuelles-lernen-und-individuelle-foerderung/berufliche-schulen/old_version-vor-2017/download/avdual-bfpe/kompetenzraster (letzter Zugriff am 30.08.2020).

- Katzer, Olaf; Kreher, Stefan & Zinke, Gert (2017): Ausbildungsgestaltung in der digitalen Arbeitswelt, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 2/2017, (24–27).
- Kaufhold, Marisa (2006): Kompetenz und Kompetenzerfassung: Analyse und Beurteilung von Verfahren der Kompetenzerfassung, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | GWV Fachverlage GmbH.
- Kerres, Michael (2018): Mediendidaktik, Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH.
- KMK Kultusministerkonferenz (2007): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Online unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_09_01-Handreich-RIpl-Berufsschule.pdf (letzter Zugriff am 05.07.20).
- Kremer, Manfred (2010): Kompetenzorientierung setzt valide Kompetenzmessung voraus, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 1/2010, (3).
- Kromrey, Helmut (2010): Empirische Sozialforschung. Kurseinheit 1: Empirische Theorie, Forschungsprozess und Operationalisierung (Studienbrief 03607), Hagen: FernUniversität in Hagen, Fakultät für Kultur- und Sozialwissenschaften.
- Kudla, Hubertus (2001): Lexikon der lateinischen Zitate, München: Beck.
- Kutscha, Günter (2017): Berufsbildungstheorie auf dem Weg von der Hochindustrialisierung zum Zeitalter der Digitalisierung, in: Bernhard Bonz, Heinrich Schanz & Jürgen Seifried (Hrsg.): Berufsbildung vor neuen Herausforderungen: Wandel von Arbeit und Wirtschaft, Baltmannsweiler, Schneider Verlag Hohengehren GmbH, (17–47).
- Lukowski, Felix & Neuber-Pohl, Caroline (2017): Digitale Technologien machen die Arbeit anspruchsvoller, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 2/2017, (9–13).
- Minnameier, Gerhard & Ziegler, Birgit (2016): Vorwort der Herausgeber, in: Klaus Beck, Margarete Landenberger & Fritz Oser (Hrsg.): Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung: Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT, Bielefeld, W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG, (7–8).
- Niegemann, Helmut (2020): Instructional Design, in: Helmut Niegemann & Armin Weinberger (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen, Berlin, Springer, (95–152).
- Niegemann, Helmut & Weinberger, Armin (2020): Vorwort, in: Helmut Niegemann & Armin Weinberger (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen, Berlin, Springer, (V–VI).
- Opfermann, Maria; Höffler, Tim N. & Schmeck, Annett (2020): Lernen mit Medien: ein Überblick, in: Helmut Niegemann & Armin Weinberger (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen, Berlin, Springer, (17–30).
- Opp, Karl-Dieter (2014): Methodologie der Sozialwissenschaften: Einführung in Probleme ihrer Theorienbildung und praktischen Anwendung, Wiesbaden: Springer VS.
- Plattform Industrie 4.0 (2020): Was ist Industrie 4.0? Online unter: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html> (letzter Zugriff am 05.07.2020).
- Ramge, Thomas (2018): Künstliche Intelligenz kann uns das Denken nicht abnehmen, in: Mario Bäumer & Rita Müller (Hrsg.): Out of Office: Wenn Roboter und KI für uns arbeiten, Hamburg, Hamburg History Live!, (46–49).

- Reinmann, Gabi (2009): Mögliche Wege der Erkenntnis in den Bildungswissenschaften. Online unter: https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2009/01/bildungsforschung_preprint_jan09.pdf (letzter Zugriff am 08.09.2020).
- Rüschhoff, Britta (2019): Methoden der Kompetenzerfassung in der beruflichen Erstausbildung in Deutschland: Eine systematische Überblicksstudie, Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Schmiede, Rudi (1996): Informatisierung, Formalisierung und kapitalistische Produktionsweise. Entstehung der Informationstechnik und Wandel der gesellschaftlichen Arbeit, in: Rudi Schmiede (Hrsg.): Virtuelle Arbeitswelten. Arbeit, Produktion und Subjekt in der „Informationsgesellschaft“, Berlin, edition sigma, (15–47).
- Schwarz, Anja (2019a): Prüfen von Zusatzqualifikationen in der Ausbildung: Die industriellen Metall- und Elektroberufe als Stresstest?, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 6, (33–35).
- Schwarz, Anja (2019b): Zusatzqualifikationen in den industriellen Metall- und Elektroberufen: Eine erste Bilanz. Online unter: https://www.kwb-berufsbildung.de/fileadmin/pdf/GT_Tagung_2019/GT_2019_ZQ_MuE-Berufe_Anja_Schwarz.pdf (letzter Zugriff am 12.03.2020).
- Siemens AG (2020): Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro 3UF7. Online unter: <https://mall.industry.siemens.com/mall/de/de/catalog/products/10024436#> (letzter Zugriff am 09.08.2020).
- Siepermann, Markus (o.J.): Digital Native. Online unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/digital-native-54496> (letzter Zugriff am 06.08.2020).
- Spöttl, Georg; Gorltd, Christian; Windelband, Lars; Grantz, Torsten & Richter, Tim (2016): Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, München.
- Spöttl, Georg & Windelband, Lars (2016): Industrie 4.0 - "Von der Software her denken", in: berufsbildung, 159, (3–6).
- Straka, Gerald A. & Macke, Gerd (2003): Handlungsorientierung und Handlungsorientierung als Bildungsauftrag der Berufsschule - Ziel und Weg des Lernens in der Berufsschule?, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 4/2003, (43–47).
- Wahrig, Gerhard (2000): Deutsches Wörterbuch, Gütersloh: Bertelsmann Lexikon Verl.
- Weber, Enzo; Helmrich, Robert; Wolter, Marc Ingo & Zika, Gerd (2019): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Bildung, in: Rolf Dobischat, Bernd Käßlinger, Gabriele Molzberger & Dieter Münk (Hrsg.): Bildung 2.1 für Arbeit 4.0?, Wiesbaden, Springer VS, (63–84).
- Wild, Rüdiger (2018): Geht das zusammen? Pragmatische Ansätze in erwachsenenbildnerischen und mediendidaktischen Perspektiven, in: MedienPädagogik, 30, (18–35).
- Windelband, Lars (2018): Berufliche Handlungsfähigkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt Prozess- und Systemkompetenz - didaktische Ansätze in der Ausbildung. Online unter: <https://kongress2018.bibb.de/kongress/online-dokumentation/forum-i/index.html> (letzter Zugriff am 05.07.2020).
- Windelband, Lars & Dworschak, Bernd (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0, in: Hartmut Hirsch-Kreinsen, Peter Ittermann & Jonathan Niehaus (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, (71–86).
- Zimmer, Gerhard M. (2009): Notwendigkeit und Leitlinien der Entwicklung des Systems der Berufsausbildung, in: Gerhard M. Zimmer & Peter Dehnpostel (Hrsg.): Berufsausbildung in der Entwicklung - Positionen und Leitlinien: Duales System, schulische Ausbildung, Übergangssystem, Modularisierung, Europäisierung, Bielefeld, Bertelsmann Verlag, (7–45).

- Zimmer, Gerhard M. & Dehnbostel, Peter (2009): Vorwort, in: Gerhard M. Zimmer & Peter Dehnbostel (Hrsg.): Berufsausbildung in der Entwicklung - Positionen und Leitlinien: Duales System, schulische Ausbildung, Übergangssystem, Modularisierung, Europäisierung, Bielefeld, Bertelsmann Verlag, (3–4).
- Zinke, Gert (2019a): Veränderte berufsübergreifende Kompetenzen infolge des digitalen Wandels: Perspektiven für die Ordnungs- und Umsetzungsebene, in: BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 3/2019, (39–43).
- Zinke, Gert (2019b): Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikation und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Branchen- und Berufescreening, Bonn.
- Zinke, Gert (2019c): Auftaktveranstaltung "Berufsbildung im Spannungsfeld Künstlicher Intelligenz und Digitalisierung". Online unter: <https://www.bibb.de/de/116320.php> (letzter Zugriff am 16.07.2020).
- Zinke, Gerd; Renger, Peggy; Feirer, Simona & Padur, Torben (2017): Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie: Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 186, Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Zinn, Bernd (2017): Digitalisierung der Arbeit - Kompetenzerwartungen des Beschäftigungssystems und didaktische Implikationen, in: Bernhard Bonz, Heinrich Schanz & Jürgen Seifried (Hrsg.): Berufsbildung vor neuen Herausforderungen: Wandel von Arbeit und Wirtschaft, Baltmannsweiler, Schneider Verlag Hohengehren GmbH, (163–176).

ANHANG:

Anhangsverzeichnis

Bezeichnung	Seite
Kompetenzraster ZQ 1 Digitale Vernetzung, Fremd- und Selbsttest	85
Kompetenzraster ZQ 2 Additive Fertigung, Fremd- und Selbsttest	87
Gesprächsleitfaden	89
Gesprächsmitschrift	93

ZQ1 – Digitale Vernetzung - Fremdttest

Fragen-code	Der Azubi / der Facharbeiter	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sieht das Projekt in dem Raum, in dem es umgesetzt wird (Passt der Schaltschrank in den Raum?)				
IP2	erkennt den Ausgangszustand des Projekts und kann es bis zum (vorläufigen) Ende denken				
IP3	erkennt, was zur Planung wichtig ist				
IP4	überschaut das Ausmaß der Planung				
IP5	berücksichtigt die betrieblichen Möglichkeiten und Richtlinien				
ED1	überschaut die Termine				
ED2	kennt betriebliche Notwendigkeiten und kann sie anpassen				
ED3	erkennt technische und administrative Engpässe				
ED4	kennt die Projektmanagementsoftware				
ED5	weiß, wo Informationen zu beschaffen sind, kann von der Software lernen				
ED6	weiß, welche Konfigurationen in die Projektanbahnung gehören, bereitet sich darauf vor				
ED7	überschaut die Projektdokumentation				
KB1	weiß um die Sicherheit im Projekt				
KB2	berücksichtigt beim Funktionstest die technischen, administrativen und dokumentativen Auflagen				
KB3	passt Wartungs- und Inspektionsintervalle an				
KB4	denkt an die Integration des Projekts in den betrieblichen Ablauf				
KB5	reflektiert den Projektanbahnung und bezieht Feedback kritisch auf sich				
BP1	erkennt Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis				
BP2	weiß digitale Lernmedien, auch außerbetrieblich, zu nutzen				
BP3	weiß Diagnosetools einzusetzen				
BP4	erkennt Kommunikationsnotwendigkeit				
BP5	lernt von/mit der Software				
BP6	denkt von der Software				
	Summe				

ZQ1 – Digitale Vernetzung - Selbsttest

Fragen-code	Ich	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sehe das Projekt in dem Raum, in dem es umgesetzt wird (Passt der Schaltschrank in den Raum?)				
IP2	erkenne den Ausgangszustand des Projekts und kann es bis zum (vorläufigen) Ende denken				
IP3	erkenne, was zur Planung wichtig ist				
IP4	überschaue das Ausmaß der Planung				
IP5	berücksichtige die betrieblichen Möglichkeiten und Richtlinien				
ED1	überschaue die Termine				
ED2	kenne betriebliche Notwendigkeiten und kann sie anpassen				
ED3	erkenne technische und administrative Engpässe				
ED4	kenne die Projektmanagementsoftware				
ED5	weiß, wo Informationen zu beschaffen sind, kann von der Software lernen				
ED6	weiß, welche Konfigurationen in die Projektanbahnung gehören, bereitet sich darauf vor				
ED7	überschaue die Projektdokumentation				
KB1	weiß um die Sicherheit im Projekt				
KB2	berücksichtige beim Funktionstest die technischen, administrativen und dokumentativen Auflagen				
KB3	passe Wartungs- und Inspektionsintervalle an				
KB4	denke an die Integration des Projekts in den betrieblichen Ablauf				
KB5	reflektiere den Projektanbahnung und bezieht Feedback kritisch auf mich				
BP1	erkenne Wissenslücken und nutze betriebliche Infosysteme wie Wikis				
BP2	weiß digitale Lernmedien, auch außerbetrieblich, zu nutzen				
BP3	weiß Diagnosetools einzusetzen				
BP4	erkenne Kommunikationsnotwendigkeit				
BP5	lerne von/mit der Software				
BP6	denke von der Software				
	Summe				

ZQ2 – Additive Fertigung - Fremdttest

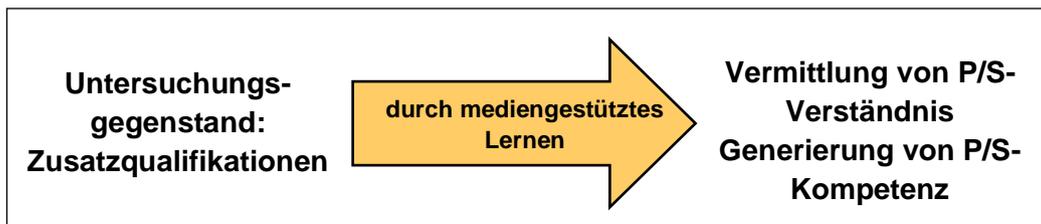
Fragen-code	Der Azubi / der Facharbeiter	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sieht die auftragsspezifischen Anforderungen				
IP2	erkennt die Umsetzungsmöglichkeiten und -einschränkungen an der Maschine				
IP3	überschaut die in Frage kommenden Produktionsmethoden				
IP4	berücksichtigt bei der Planung die zur Verfügung stehenden Ressourcen				
IP5	denkt den Ablauf des Projekts in der Software voraus				
ED1	kennt den Anwendungsbereich des zu fertigenden Teils				
ED2	erkennt Produktionsmethoden				
ED3	weiß, welche Arbeitsschutzvorkehrungen einzuhalten sind				
ED4	überschaut die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen				
ED5	erkennt Passungsunstimmigkeiten zwischen Produktionsvorgaben				
ED6	passt Produktionsvorgaben und -konfigurationen – nach Rücksprache im Team und mit Kunden - an				
ED7	überschaut die Projektdokumentation				
KB1	passt Prozessparameter ggf. an				
KB2	denkt die Dokumentation in der Projektsoftware				
KB3	berücksichtigt nachhaltige Ressourcenstrategie bei Nachbehandlung der gefertigten Teile				
KB4	weiß die Produktion im Projekt und Betrieb zu verorten				
KB5	reflektiert den Projektablauf und bezieht Feedback kritisch auf sich				
BP1	erkennt Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis				
BP2	weiß digitale Lernmedien, auch außerbetrieblich, zu nutzen				
BP3	weiß Diagnosetools einzusetzen				
BP4	erkennt Kommunikationsnotwendigkeit				
BP5	lernt von/mit der Software				
BP6	denkt von der Software				
	Summe				

ZQ2 – Additive Fertigung - Selbsttest

Fragen-code	Ich	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sehe die auftragsspezifischen Anforderungen				
IP2	erkenne die Umsetzungsmöglichkeiten und -einschränkungen an der Maschine				
IP3	überschaue die in Frage kommenden Produktionsmethoden				
IP4	berücksichtige bei der Planung die zur Verfügung stehenden Ressourcen				
IP5	denke den Ablauf des Projekts in der Software voraus				
ED1	kenne den Anwendungsbereich des zu fertigenden Teils				
ED2	erkenne Produktionsmethoden				
ED3	weiß, welche Arbeitsschutzvorkehrungen einzuhalten sind				
ED4	überschaue die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen				
ED5	erkenne Passungsunstimmigkeiten zwischen Produktionsvorgaben				
ED6	passe Produktionsvorgaben und -konfigurationen – nach Rücksprache im Team und mit Kunden - an				
ED7	überschaue die Projektdokumentation				
KB1	passe Prozessparameter ggf. an				
KB2	denke die Dokumentation in der Projektsoftware				
KB3	berücksichtige nachhaltige Ressourcenstrategie bei Nachbehandlung der gefertigten Teile				
KB4	weiß die Produktion im Projekt und Betrieb zu verorten				
KB5	reflektiere den Projektlauf und bezieht Feedback kritisch auf sich				
BP1	erkenne Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis				
BP2	weiß digitale Lernmedien, auch außerbetrieblich, zu nutzen				
BP3	weiß Diagnosetools einzusetzen				
BP4	erkenne Kommunikationsnotwendigkeit				
BP5	lerne von/mit der Software				
BP6	denke von der Software				
	Summe				

Gesprächsleitfaden

Mediengestütztes Lernen zum Erwerb von Prozess- und Systemkompetenzen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Berufsbild des Mechatronikers / der Mechatronikerin



Das Thema der Masterarbeit steht auf zwei Säulen, der **Prozess- und Systemkompetenz** und dem **mediengestützten Lernen**. Nach Sichtung der Literatur wird davon ausgegangen, dass beide Teile in einem komplementär wirkenden Verhältnis zueinander stehen. Das Fundament der beiden Säulen sind die Zusatzqualifikationen im Berufsbild der Mechatroniker.

Die forschungsleitende Frage lautet demzufolge:

Wie unterstützen die Zusatzqualifikationen die Entwicklung von Prozess- und Systemkompetenz im Berufsbild des Mechatronikers?

In der Arbeit wird eine Explikation des Begriffs der Prozess- und Systemkompetenz entwickelt.

Daraufhin wird ein Fragebogen entwickelt, der sich auf die Inhalte der ZQ stützt. Der Fragebogen ist so aufgebaut, dass er sich auf nicht vordergründig sichtbare Handlungen stützt, sondern auf im Hintergrund ablaufende Entwicklungen, die ggf. oder evtl. PSK erkennen lassen.

Worum geht es heute?

1. Ich möchte Sie zu den ZQ befragen. Wie sehen Sie die ZQ für die Azubis, für Fachkräfte, den Betrieb und Ihre eigene berufliche Laufbahn?

2. Die Masterarbeit ist eine Literatuarbeit und untersucht den neuen Begriff der PSK – eben aus der Literatur.

Es gibt noch keine Definition in der Wissenschaft und in den Betrieben hat sich stillschweigend eine Begriffsbestimmung ergeben, die jeder Betrieb individuell belegen kann.

Ich möchte gleich wissen, was Sie für Ihre Arbeit darunter verstehen.

3. Ich habe ein PSK-Raster mitgebracht und bitte Sie gleich, es einmal anzuschauen und um Ihre Bewertung.

Das Format heute ist ein lockeres Gespräch, das aufgezeichnet wird. Ich werde es nicht vollständig transkribieren, sondern nach Stichwörtern und Indikatoren durchsuchen, die ich Ihnen jetzt aber nicht sage. 😊

Es gibt keine Anwerthierarchie. Sprechen Sie bitte darauf los, wie Sie möchte. Es kann auch ein Gespräch unter Ihnen entstehen, ich greife ein, wenn sich die Richtung verändern sollte. Die Gesprächsmitschrift wird anonymisiert im Anhang der Masterarbeit erscheinen. Es gibt keine richtigen und/oder falschen Antworten.

Ich weise Sie auf die forschungsethischen Grundsätze hin: Das Gespräch mit mir ist freiwillig und dient allein der Arbeit meiner MA. Ich werde die Daten und Erkenntnisse für meine Masterarbeit verwenden, bzw. ggf. im Zuge einer späteren Veröffentlichung in der Zweitverwertung zu wissenschaftlichen Zwecken nutzen. Es erfolgt keine kommerzielle Weitergabe der Daten. Alle Daten sind anonymisiert und es werden keine Namen genannt, auch keine Firmennamen. Sie können das Gespräch jederzeit und ohne Angabe von Gründen verlassen.

Fragen zum Thema **Zusatzqualifikationen:**

Es gibt die vier ZQ zum Beruf des Mechatronikers seit 2018.

Die Firma⁵ █████ bildet bis jetzt noch nicht in der ZQ aus.

Große Frage:

Wie stehen Sie zu den ZQ in der betrieblichen Ausbildung?

Sehen Sie den zeitlichen Spielraum für die ZQ in der betrieblichen Ausbildung?

Wann wäre ein guter Zeitraum nach Ihrer Erfahrung?

Wie können die ZQ-Lerninhalte vermittelt werden?

Reichen digitale Medien aus, hätten Sie gerne ein Lehrbuch, brauchen Sie mehr Unterstützung von außen (Kammer, BIBB, Berufsverband usw.)?

Für welche ZQ interessiert sich die Firma █████, für welche interessieren Sie sich?

Nach welchen Kriterien würden Sie Azubis für die ZQ auswählen, bzw. ihnen zu ZQ raten?

Fühlen Sie sich gut vorbereitet, um ZQ auszubilden, welche betrieblichen Vorbereitungen wären notwendig?

Kennen Sie Mechatroniker aus anderen Betrieben, die eine ZQ absolviert haben? Was sagen die Ausbilder in den Betrieben?

Zum Abschluss:

Wo sehen Sie für die Absolventen und den Betrieb den Mehrwert der ZQ?

Vielen Dank. 🌻

⁵ Der Firmenname wurde geschwärzt.

Fragen zum Thema **Prozess- und Systemkompetenz:**

Kennen/nutzen Sie den Begriff hier im Betrieb?

Was ist PSK nach in Ihrem eigenen oder betrieblichen Gebrauch?

Haben Sie Azubis, denen Sie eine solchen PSK zuschreiben können?

Woran machen Sie das bei den Azubis fest?

Was fehlt den Azubis, denen Sie keine PSK zuschreiben?

Hat PSK etwas mit Handlungskompetenzen zu tun?

Ich gehe in der MA davon aus, dass sich PSK in einem Menschen entwickelt.

Haben Sie so etwas schon mal erlebt?

Ggf. Beispiele nachfragen.

Sind Selbstlern- und Selbstorganisationsprozesse in der Ausbildung und Arbeit geeignet, um PSK zu entwickeln?

Die Nutzung welcher Medien kann PSK fördern?

Ist PSK ein Aufstiegskriterium?

Wenn jemand im (Vorstellungs-)Gespräch über sich sagt, er sei prozess- und systemkompetent, was würden Sie dann von der Person erwarten, verlangen?

Große Frage: Lässt sich PSK in ZQ generieren?

Ich habe Ihnen eine Explikation zu PSK mitgebracht. Was halten Sie davon?

Sie haben hier einen Fragebogen zu zwei ZQ gelesen.

Was fällt Ihnen auf? Was könnte damit abgefragt werden?

Könnte der Fragebogen geeignet sein, um PSK zu ermitteln?

Vielen Dank für Ihre Antwort, für das Mitmachen und Ihre Zeit. Ich freue mich sehr und wünsche Ihnen alles Gute. 🙌 🌸

Gesprächsmitschrift, nach Stichwörtern niedergeschrieben

ZQ

■■■■ bildet bis jetzt noch nicht aus.

ZQ ist für den einzelnen Azubi eine Chance, sich zu spezialisieren. Wo macht es betrieblich Sinn, ihn weiterzubilden.

Großes Unternehmen. Abteilungen sind eine Firma in der Firma.

Additives Fertigungsverfahren: haben einen 3D-Drucker, auch für Konstruktion, derzeit kein Einsatz für Azubis.

Nicht lehrgangsweise, dass alle eine ZQ machen, Leistungsbereitschaft des einzelnen Azubis anschauen, ist nicht für alle gemacht.

Bedenken: über welche ZQ reden wir und macht das Sinn. Wenn ein Azubi schrauben will, macht Programmieren keinen Sinn. Muss zweckmäßig sein.

Ausbilderleiterkreise: Firmen arbeiten erfolgreich, Rückmeldungen aus der Industrie sind positiv. Pilot starten. In Kombination mit der Facharbeiterprüfung bringen. Die Prüfung so aufblähen, dass man die ZQ integrieren kann. In der Prüfungszeit sich auch mit der ZQ beschäftigen. Ist eine Zusatzbelastung. Eng gestrickter Ausbildungszeitraum.

Zeitlicher Spielraum: es ist eng. Für die Leute, die die Ausbildung verkürzen ist es noch spannender. Es gibt Überflieger, denen man das zutraut. Aber in 3 ½ Jahren ist es für leistungsstarke Schüler unterzubringen. Themengebiet wo die Facharbeiterprüfung ausgerichtet, integriert, ist kein völlig neues Thema.

Lerninhalte vermitteln, wie wird das an den Mann gebracht?

Muss noch genau überlegt werden. Einige Themengebiete können in der Ausbildungswerkstatt bearbeitet werden. Andere sind so umfangreich und speziell, dass das in den Fachabteilungen mit vermittelt werden muss. Gerade Programmierung.

Zeitl. Rahmen: 8 Wochen, im letzten Ausbildungslehrjahr, nach der Prüfungsanmeldung. Azubis sind dann auch schon oftmals in betrieblichen Aufträgen eingesetzt. Sehr anspruchsvoll, muss gut geplant werden.

An die Prüfung andocken, damit es in die richtige Fachrichtung geht. Wenn der in der Praxis Hydraulik macht und eine ZQ Programmierung machen will, dann passt das nicht. Sollte schon in eine gemeinsame Richtung gehen.

Dann wäre es stimmig. Prüfungsumfang, Wissen vermitteln.

Die Fachabteilungen sollen eingebunden werden.

Frage: Was machen die kleineren Firmen, die die Fachabteilungen nicht haben? Muss eine Lösung gesucht werden. Vielleicht mit Kooperationen, oder die Berufsschulen mit einbinden. Zusatzunterricht für ZQ theoretisch, der praktische Teil in Betrieben.

Schule muss das freiwillig machen.

Reichen digitale Medien zur Vermittlung der Lerninhalte aus, oder lieber ein Lehrbuch?

Reihen die digitalen Tools aus oder ein körperliches Buch?

Das wäre ein Ansatz. Fallbeispiele für ZQ im Netz. Firmen haben Lernträger gemacht, an dem eine ZQ vermittelt werden kann. Ein Lehrbuch, analog oder digital, für Themen, die greifen mit Fallbeispielen, wäre hilfreich. Eine Prüfungsarbeit mal von A bis Z durchgehen.

Problem: Frage: wie nehmen wir die Prüfung ab?

Vorteil am Buch: wenn es eins geben würde, wäre der Rahmen abgesteckt. Man könnte sich auf die Prüfung vorbereiten. Wäre ein Gewinn für beide Seiten. Man weiß, was man prüfen muss.

Prüfer werden von den IHK informiert, bei Details kann die IHK die Prüfer nicht an die Hand nehmen. Die IHK müsste Knowhow einkaufen, um die Prüfer auf die Prüfung vorzubereiten. Gesetzgeber hat die Themengebiete zu weit gestreut und zu vieles offen gelassen. Es gibt additive Fertigungsverfahren, wird nicht vorgegeben, mit welcher Software Programme geschrieben werden und welcher Drucker verwendet wird. Da werden keine Beispielaufgaben genannt. Bewusst sehr breit gehalten, weil die keine Firma bevorzugen wollen. Geht nicht in Richtung Siemens, ist offen.

Selbst wenn Prüfer bereit sind, sich für die ZQ weiterzubilden, dann wüsste ich nicht, in welchem Bereich ich mich weiterbilden sollte. (14:27)

Das geht so weit auseinander. Man muss die Prüfer weiterbilden, IHK kann nicht sagen, welche Technik müssen wir ausbilden.

Für welche ZQ interessieren sie sich hier im Haus: additive Fertigungsverfahren. Das Gerät sitzt hier. Das wäre auch etwas für die Azubis. Was auch interessant ist, ist die digitale Vernetzung. Wir immer mehr. In Hallen, Maschinen. Unsere Azubis, wenn ich unsere Azubis in der digitalen Vernetzung unserer Maschinen ausbilden würde, wäre jeder Prüfungsausschuss mit überfordert. Einen Schritt zurückgehen.

Softwareprogrammierung haben wir auch, speziell für unsere Bedürfnisse. Mikroprozessoren gesteuerte Rechner in C programmieren, wären die Prüfungsausschussmitglieder wären überfordert. Müssten sich selbst einarbeiten, drei Wochen lang.

Es wäre interessant, wenn die ZQ für Facharbeiter angeboten würde!

Wir bilden uns hier einige Leute aus, die dann fit in der Programmierung sind und die dann im Betrieb unsere Prüf- und Teststände weiter betreuen.

Als Weiterbildung! Sehen im Haus bedarf. Vernetzung und Programmierung und 3D-Druck.

Anfragen aus den Fachabteilungen für 3D-Druck. Nur zwei Leute, die das machen. Zeichnung in ein lesbares Format konvertieren und den Druckautomaten bestücken mit Hard- und Software.

Wenn es als Weiterbildung möglich wäre, dann hätte [REDACTED] Leute, die das machen wollen und Leute, denen sie das antragen würden. Potenzial für additives Fertigungsverfahren.

→ Kein Anlernen, sondern Weiterbildung für Fachleute.

Gut vorbereitet, um ZQ auszubilden? Sich als Ausbilder für die Themen vorbereiten, traut er sich zu. Nicht zutrauen: als Prüfer für Fremdfirmen. Dokument einlesen, sind wohlmöglich von der Technik bei [REDACTED] weit entfernt. Als Prüfer traue ich mir nicht zu, ist zu umfangreich in 3D. Großes Problem ist erkannt. Projekt wird nach vorne getrieben. In den Arbeitskreisen wird das Thema besprochen.

In der Region gibt es noch keine.

Wo sehen Sie den Mehrwert der ZQ für die Absolventen und der Firma?

Mehrwert für den Azubis: macht sich interessant, weil er die ZQ hat.

Betrieb: interessant, weil er kurzfristig fachlich sehr gut ausgebildete Leute bekommt.

Motivationsförderung. Urkunde zur Qualifikation, Identifikation mit der Firma. Belohnungssystem.

Wirtschaftlich interessant? Ja, für den Betrieb, wir brauchen 3D-Leute in der Konstruktion, der Bedarf ist da. Wenn das läuft und die Fachabteilungen merken, was man damit machen kann, dann ist die Akzeptanz auch da. Haben noch keine Erfahrung, weil wir noch keinen ausgebildet haben. Wenn man ein Konzept hat, Mehrwert, was Mitarbeiterfindung und Azubifindung angeht.

Bewerber fragen, was man vom Betrieb kriegt. Wollen etwas geboten haben.
Marketinginstrument, wenn ein Konzept steht.
Abiturienten in den Betrieb locken mit ZQ.

ZQ: Gesetzgeber hat die an diesem Punkt integriert. Nicht in den Ausbildungsrahmenplan. Wegen der breitgefächerten Themengebiete hat man keinen Platz, alle zu integrieren. Erster Stepp: vorgelagert. Sinnige Entscheidung für on top. Ausbildung wird nicht belastet. Wenn es passt ist es gut.

Langfristig: wie werden die Prüfungen abgenommen, wie werden die IHKs abgeholt. Wir sprechen ja nicht nur über diese 4 ZQ. Andere Fachbereiche haben auch ZQ und die müssen ja auch mit bedacht werden. Prüfungsausschüsse sind deckungsgleich und die Betriebe sind an der Grenze der Möglichkeiten bei der Freistellung.

Hilfestellung für IHK. (33:08)

PSK:

Firma hat eine eigene Definition. Aus der Literatur ist der Begriff nicht geläufig. Eigene Prozesse und eigene Systeme, versucht in die Ausbildung zu integrieren.

Denn wir haben funktionierende Prozesse und ein funktionierendes System und weshalb sollten wir uns anderer Systeme aus der Literatur bedienen?

Dazu hätten wir nicht mal Beispiele.

Daher haben wir den Ansatz anhand unserer Prozessentwicklung in abgespeckter Version die Themen herauszufiltern, die für unsere Ausbildung wichtig sind. Und das bieten wir den Azubis an.

Das ist denn die PSK im Haus. Fachabteilung. Pep-Akte. Produktentstehungsprozess. Wie bei ■■■■■ eine Maschine kreiert wird, konstruiert, bestellt, in Betrieb genommen wird. Für unsere Bedürfnisse für die Ausbildung heruntergebrochen. Was zu weit geht, haben wir rausgeschmissen. Prozessplan erstellt, den wir den Azubis anbieten. Abgespeckt im ersten Ausbildungsjahr, aufgebläht im zweiten, noch weiter aufgebläht im dritten Jahr. Im vierten Ausbildungsjahr ist es so, dass sie das handeln können.

Beispiel: er bekommt ein Projekt, das muss er abarbeiten, orientieren uns mit den Überschriften an den Vorgaben der IHK, Planung, Beschaffung Durchführung, Kontrolle, Übergabe an Kunden, wir haben das für uns verfeinert. Diese Hauptüberschriften haben Unterüberschriften, da finden die Teilgebiete statt.

Wie sind die Prozesse bei ■■■■■, wie funktioniert eine Bestellung, es gibt

interne und externe Prozesse, wann kommt der Einkauf dazu, wann segnet der Vorgesetzte das ab und gibt Gelder frei. Am Ende der Ausbildung sind die Azubis aufgestellt, eine Kleinmaschine für [REDACTED] zu konstruieren. Der Sprung als Facharbeiter ist gut zu verstehen, wie eine große Maschine funktioniert, ist nicht mehr groß.

Das Modell der vollständigen Handlung heruntergebrochen für [REDACTED], spezifisch. Das Werkzeug ist eine große Excel-Tabelle (Tapete), Azubi muss Schritte abarbeiten, seine Schritte auch bewerten, in welchem Schritt befinde ich mich. Terminplan überzogen? Farbliche Markierung. Zeitliche Abfolge des Prozesses, Ausbilder kann sehen, wir befinden uns im grünen/gelben/roten Bereich. Wenn der Azubi das zum Abschluss der Ausbildung kann, dann versteht er das System [REDACTED] im Groben ja. Ist nicht der fertige Konstrukteur/QS-Mensch/Einkäufer. Kennt die Abteilungen, Wege und die Fußfallen, die in keinem Handbuch stehen. Kennt die Überschriften, kennt die Fachbegriffe, weiß genau, wie ein Bestellprozess aussehen kann.

Unterscheiden Sie zwischen Ihrer PSK und der Handlungskompetenz, oder ist das fließend?

Die HK wird indirekt mit vermittelt. Die Azubis wissen schon, wenn sie auf den Lehrgang gehen, was sie machen sollen. HK wird unterschwellig mit vermittelt. Das merken die Azubis nicht.

Systemkompetenz müssen wir beschreiben, dass aufgrund der Komplexität der Abschlussarbeit Systeme verstanden werden. Elektronische Systeme, gibt fitte Azubis, denen geben sie an große mechatronische Systeme an die Hand geben. Der hat Systeme verstanden, studiert.

Nicht so leistungsstarke Azubis: wir halten die Projekte so klein, dass er nicht überfordert wird. Die Projekte können klappen.

→ Wenn der Azubi als Facharbeiter in die Firma geht, entwickelt er sich weiter, das ist ein Teil vom lebenslangen Lernen? Sehen Sie das auch so?

Kommt drauf an, wo er landet, man muss aufpassen. Wenn der Facharbeiter dann weiterentwickeln will, dann ist es eine gute Voraussetzung für lebenslanges Lernen.

Entwickelt sich PSK sichtbar oder unsichtbar, an bestimmten Handlungen?

Im Laufe der Ausbildung läuft das bei den Azubis immer mit. Man kann schon eine Entwicklung in den vier Ausbildungsjahren sehen. Die nehmen das auf und begreifen es. Wenn sie im ersten Jahr mit den Projekten anfangen, dann sollen sie Informationen einholen. Wir sind die Ansprechpartner und wir sprechen mit ihnen. Je länger sie in der Ausbildung sind, desto mehr Leute kennen

sie und haben Kontakte geknüpft und dann holen sie sich ihre Information selbstständig. Das gehört zum Prozessdenken, sie nehmen das im Hintergrund wahr. Daran merken wir, dass sie das begriffen haben.

Im Anfang der Ausbildung ist es so, dass wir sie an die Hand nehmen müssen. Im zweiten dritten Jahr kommen die mit dem Zettel vom Lager und sagen, sie hätten das Material dort geholt und wir sollten es im Lagersystem bitte umbuchen. Das ist das Zeichen, jetzt hat der Azubi das verstanden. Sich die Teile selber suchen, im Betrieb finden. Wir sehen PSK in der Handlung. Die sind dann 100% selbstständig. Nur wir müssen die Teile im SAP-System umbuchen, weil sie keine Berechtigung dafür haben.

Wir haben ja nicht jahrelang anders ausgebildet und wollten zu einem bestimmten Termin prozess- und systemkompetent sein. Wir haben die Notwendigkeit über Jahre gesehen und haben uns dann an das System herangearbeitet und langsam an den Stellschrauben gedreht. Es gibt keinen Stichtag, zu dem man sagen könnte, jetzt machen wir eine prozess- und systemorientierte Ausbildung. Das war ein wachsender Prozess, der sich über die Jahre hinweg hingezogen hat. Es hat sich bei uns eingeschlichen was wir als nützlich, effizient ansehen, haben wir weitergesponnen. Ist aus dem wahren Leben heraus gekommen, wollten die Ausbildung optimal aufstellen. War erst mal ein Prozess bei uns im Unterbewusstsein, hat sich bei uns entwickelt und wir haben das dann weiterentwickelt.

Selbstlern- und Selbstorganisationsprozesse: gehört bei [REDACTED] mit zur PSK. Wir merken den harten Übergang des neuen Ausbildungsjahr und den unterschiedlichen Schulformen. Ich kriege das von meinem Lehrer und mache das. Abiturienten sind schon recht gut strukturiert. Im halben Jahr merken wir den Unterschied nicht mehr. Dann hat sich das angeglichen.

Sie können das in der Schule nicht vermitteln.

Jedes Jahr, wenn die Neuen kommen, merken wir, dass wir die „abholen“ müssen, damit sie in das System reinrutschen und dann ist das ein Selbstläufer. Die harten Übergänge sind ein Prozess, fließende Übergänge.

Lernmedien: was nutzen sie?

BLok fehlt die Erfahrung, E-Learning, klassisches Tool, Ordnerstruktur, eigener Leitfaden. Azubis werden geführt und hangeln sich entlang. Auf Selbstständigkeit geschult. Wir stehen zur Verfügung.

PSK ist ein Aufstiegskriterium?

Das kristallisiert sich heraus. Die Mitarbeiter arbeiten in der Abschlussprüfung mit vielen Abteilungen zusammen, wir achten darauf, dass das passt und der Azubi ausgelastet aber nicht überlastet ist. Die Abteilungen haben einen guten Einblick in die strukturierte Arbeitsweise. Beispiel: geführtes Meeting durchführen. Dann merken die Fachabteilungen sofort, der Junge hat was gelernt und ist gut aufgestellt. Den will ich in der Fachabteilung haben. Wenn die an der Linie aufsteigen wollen, dann ist PSK schon ein Faktor, wenn sie Linienleiter oder Materialbeschaffer werden wollen.

SAP ist ein Mittel, die Bandleiter sehen gerne, wenn der Kollege gut aufgestellt ist. Die Ordnerstruktur ist ein leerer Ordner mit Überschriftenstruktur für die vier Planungsphasen.

Das ist fürs erste Ausbildungsjahr einfacher angelegt als fürs zweite oder dritte und da sind dann Dokumente hinterlegt. Beispiel Bestellvorlage oder Übergabeprotokoll. Ist ein neutrales Office-Tool, die arbeiten den Ordner anhand der Excel-Liste ab und kommen klar.

Medium: in SAP die Möglichkeit, 3D-Modelle anschauen. Reales 3D-Modell. Die Azubis können sehen, wie die Komponenten zusammengebaut werden, haarklein aufgelistet, in dem Modell, wo ist welche Schraube mit welcher Scheibe und welcher Mutter montiert. Tool wird in den Fachabteilungen eingesetzt.

Azubis können von der Schule nicht psk sein. PSK ist für die Firma zugeschnitten. Das kann ein Bewerber einer allgemeinbildenden Schule und Struktur nicht können. Prozesskompetenz ist firmenbezogen. Systemkompetenz auf die Mechatronik bezogen, mechatronisches System, Trecker zuhause überarbeitet, er weiß wie der Trecker funktioniert. Aber PSK nicht. Schule vermittelt keine Systemkompetenz. Firma hat keine Anforderungen. Wir sind zufrieden, wenn die Grundlagen können.

Wenn jemand eine ZQ absolviert hat, wir wissen ja was drin ist in den ZQ, kann man davon ausgehen, dass der sich dann auch in der PSK weiterentwickelt?

(lange Pause!)

Wenn er die ZQ anhand eines Projekts macht, dann ja, weil das ja bei uns mit diesem System im Prozess abgebildet wird. Der muss den Ordner pflegen und

arbeitet sich dann in die PSK ein. Dann ja, wenn das von der Ausbildung losgelöst ist, dann eher nicht.

Systemkompetenz ja, Prozesskompetenz – schwierig.

Kann, ich würde da keine feste Beziehung zuordnen. Das ist individuell auf die Projektarbeit bezogen. Das System, in dem er arbeitet, in dem Projekt, wird er sich in dem System auskennen, aber mit den Prozessen, das ist der Knackpunkt. Da müssen wir ein Fragezeichen hinsetzen.

Wenn wir einen Prozess definieren, wo der eine sagt, wir konzentrieren uns auf die Konzeption und das Bestellwesen, nichts in Eisen umzusetzen, ihr macht die Vision in der ZQ, wie soll das aussehen, dann kann das mit Prozesskompetenz zu tun haben.

Es ist abhängig vom Projekt.

Ich würde das nicht gleichsetzen und trennen wollen.

Zwei Fragebögen entwickelt zu den ZQ, die additive Fertigung Herrn [REDACTED] fragen.

Ich bin durch mit den Fragen, gute Ansätze. Bedanken.

Gut, dass wir eine einheitliche Meinung vertreten.