

**wbh**

**WILHELM BÜCHNER  
HOCHSCHULE**

# **Konzept zur Komplexitätsbewältigung für die Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk**

Yanez Ahlfs, Nina Golowko



Schriftenreihe  
der Wilhelm Büchner Hochschule

Band 14 / 2024



Yanez Ahlfs, Nina Golowko

# **Schriftenreihe der Wilhelm Büchner Hochschule**

Herausgeber:

Forschungsausschuss der Wilhelm Büchner Hochschule

31.03.2024

# Impressum

ISSN (Online) 2751-0514

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

©Wilhelm Büchner Hochschule Darmstadt 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Werden Personenbezeichnungen aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur in der männlichen oder weiblichen Form verwendet, so schließt dies das jeweils andere Geschlecht mit ein.

*Herausgeber:* Forschungsausschuss der Wilhelm Büchner Hochschule

*Layout und Satz:* Philipp Thißen

*Projektkoordination:* Prof. Dr. Klaus Fischer

*E-Mail:* [Forschung@wb-fernstudium.de](mailto:Forschung@wb-fernstudium.de)

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

# Konzept zur Komplexitätsbewältigung für die Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

Yanez Ahlfs, Nina Golowko

## Zusammenfassung:

Die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk weist komplexe Produktionsprozesse und Rahmenbedingungen auf. Dies wird durch eine hohe Variantenvielfalt, unterschiedliche Produktanforderungen und Wiederholhäufigkeiten sowie nicht standardisierte Materialflüsse verursacht, wodurch eine strukturierte Produktionsplanung und -steuerung unabdingbar ist. Lösungen und Konzepte werden in der Wissenschaft nur für Industrieunternehmen geliefert.

Das Ziel dieser Arbeit ist es Kriterien für die Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk zu erarbeiten und darauf basierend ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung aufzustellen. Dazu wird die folgende Forschungsfrage gestellt: Wie kann ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung für die Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk gestaltet, organisiert und in der Praxis umgesetzt werden?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden qualitative Interviews mit vier Experten aus den Bereichen Wissenschaft, Praxis und Softwareanbieter durchgeführt. Hierbei erfolgte eine Diskussion konkreter Fragestellungen zur Ausgestaltung der Produktionsplanung und -steuerung sowie Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk.

Die Auswertung der qualitativen Untersuchung zeigt, dass eine ganzheitliche Betrachtung der Bereiche Mitarbeiterkompetenzen, Prozessabläufe sowie Daten und Hilfsmittel unabdingbar für eine erfolgreiche Produktionsplanung und -steuerung ist. Es findet eine Fokussierung auf die Kernaufgaben der Produktionsplanung und -steuerung, insbesondere ab der Termin- und Kapazitätsplanung, statt. Die Mitarbeiter sind im ausgearbeiteten Konzept von großer Bedeutung. Die Ergebnisse sind in einem Modell zusammengefasst, mit dem die Umsetzungsmachbarkeit anhand eines Beispielunternehmens überprüft werden kann.

Weiterführende Forschungen könnten sich mit der Überprüfung und Bestätigung des aufgestellten Konzepts und Modells beschäftigen.

## Keywords:

strategic foresight, artificial intelligence, technology intelligence, machine learning, systematic literature review

**Abstract:**

Order-oriented workshop production in the carpentry trade is characterized by complex production processes and framework conditions. This is caused by a wide range of variants, different product requirements and repetition frequencies as well as non-standardized material workflows, which make structured production planning and control indispensable. In science, solutions and concepts are provided only for industrial companies.

The aim of this contribution is to develop criteria for production planning and control in the order-oriented workshop production in the carpentry trade and, based on this, to develop a concept for complexity management. The following research question is phrased: How can a concept for complexity management for the planning and control of production in order-oriented workshop production in the carpentry trade be designed, organised and implemented in practice?

To answer the research question, qualitative interviews were conducted with four experts from the sectors of science, practice and software providers. Concrete questions on the design of production planning, control and measures for the complexity management for order-oriented workshop production in the carpentry trade were discussed.

The evaluation of the qualitative survey shows that a comprehensive view of the areas of employee competencies, process workflows as well as data and tools are essential for a successful production planning and control. Focusing on the core tasks of production planning and control, especially from scheduling and capacity planning, takes place. The employees' figure in this concept is vitally important. The results are summarised in a model, which can be used to verify the feasibility of implementation in case of an exemplary company.

Further research could deal with the verification and confirmation of the established concept and model.

**Keywords:**

manufacturing organisation, operative production management, production processes, capacity planning, expert interview

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung, Methodik und Aufbau der Arbeit .....	2
2	Produktionsplanung und -steuerung im Tischlerhandwerk .....	7
2.1	Fertigungsorganisation.....	8
2.1.1	Fertigungsprinzip und -verfahren .....	10
2.1.2	Steuerungsrelevante Fertigungsmerkmale .....	13
2.1.3	Zusammenhang und Analyse der Fertigungsmerkmale.....	15
2.2	Fertigung im Tischlerhandwerk .....	16
2.2.1	Begriffserklärung und Beschreibung .....	17
2.2.2	Darstellung der spezifischen Fertigungsorganisation.....	18
2.2.3	Herausforderungen und Entwicklungen .....	20
2.3	Fertigung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung.....	21
2.3.1	Auslösung von Fertigungsaufträgen.....	21
2.3.2	Begriffserklärung und Beschreibung .....	22
2.4	Produktionsplanung und -steuerung .....	24
2.4.1	Einordnung und Entwicklung im Unternehmen .....	24
2.4.2	Grundlagen und Zielsetzungen .....	26
2.4.3	Teilaufgaben und -funktionen.....	31
2.4.4	Darstellung für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ..	36
3	Komplexität der auftragsorientierten Werkstattfertigung in Bezug auf die Produktionsplanung und -steuerung im Tischlerhandwerk .....	38
3.1	Komplexitätsdarstellung .....	38
3.2	Konzeptansätze für die Produktionsplanung und -steuerung in der Industrie.....	41
3.2.1	Vorgehensmodelle für die Implementierung.....	41
3.2.2	Prozessabläufe und Verfahren.....	44
3.2.3	Softwareunterstützung durch Hilfsmittel.....	48
3.3	Kriterien für eine Produktionsplanung und -steuerung .....	53
3.4	Formulierung der Forschungslücke und -frage .....	54

---

4	Untersuchung zum Konzept zur Komplexitätsbewältigung .....	59
4.1	Untersuchungsdesign .....	59
4.2	Untersuchungsergebnisse .....	68
4.3	Überführung der Untersuchungsergebnisse in ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung .....	77
4.3.1	Vorgehensweise der Implementierung .....	78
4.3.2	Konkrete Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung .....	79
4.3.3	Prozessbeschreibung .....	82
4.3.4	Anforderungen für die Produktionsplanung und -steuerung .....	88
5	Umsetzung des Konzepts anhand eines Beispielunternehmens .....	90
5.1	IST-Zustand der Produktionsplanung und -steuerung .....	91
5.1.1	Fertigungsorganisation .....	92
5.1.2	Prozessbeschreibung und -analyse .....	94
5.2	Adaption des Konzepts der Produktionsplanung und -steuerung für das Beispielunternehmen .....	100
5.2.1	Vorgehensweise der Implementierung .....	101
5.2.2	Konkrete Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung .....	102
5.2.3	Prozessbeschreibung .....	103
5.2.4	Anforderungen für die Produktionsplanung und -steuerung .....	108
5.3	Handlungsempfehlungen und kritische Diskussion der Ergebnisse .....	109
6	Fazit .....	114
	Literaturverzeichnis .....	117

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Inhaltliche Gliederung der Ausarbeitung .....	4
Abbildung 2: Hierarchische Darstellung der Fertigungsorganisation .....	9
Abbildung 3: Schematische Darstellung Werkstattfertigung .....	11
Abbildung 4: Schematische Darstellung Fließprinzip .....	12
Abbildung 5: Kriterien zur Unterscheidung von Fertigungstypen .....	14
Abbildung 6: Zusammenhang der einzelnen Fertigungsmerkmale .....	16
Abbildung 7: Tätigkeitsfelder des Tischlerhandwerks .....	17
Abbildung 8: Idealtypische Fertigungsorganisation im Tischlerhandwerk .....	19
Abbildung 9: Idealtypische Fertigungsorganisation für die auftragsorientierte Werkstattfertigung .....	23
Abbildung 10: Einordnung der PPS in das Unternehmen .....	25
Abbildung 11: Zielsystem der PPS unterteilt in Betriebs- und Marktziele .....	26
Abbildung 12: Kriterien zur Unterscheidung von PPS-Konzepten .....	28
Abbildung 13: Referenzschichten des Aachener PPS-Modells.....	29
Abbildung 14: Unterteilung der Aufgabensicht des Aachener PPS-Modells .....	29
Abbildung 15: Aufgabensicht des Aachener PPS-Modells.....	30
Abbildung 16: Übersicht der einzelnen Teilaufgaben und -funktionen der PPS bei Eigenfertigung .....	31
Abbildung 17: Teilfunktionen der Termin- und Kapazitätsplanung .....	34
Abbildung 18: Teilaufgaben der Produktionssteuerung .....	35
Abbildung 19: Faktoren für die Komplexität in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	40
Abbildung 20: Darstellung des 3-Phasen-Konzepts zur Systemauswahl für die PPS .....	42
Abbildung 21: Teilaufgaben bei der Eigenfertigungsplanung und -steuerung bei der auftragsorientierten Fertigung .....	45
Abbildung 22: Mögliche Einsatzbereiche von ausgewählten Fertigungssteuerungsverfahren .....	46
Abbildung 23: Leitsätze der Fertigungssteuerung.....	47
Abbildung 24: Herausforderungen bei der Auswahl der PPS-Software .....	49
Abbildung 25: Bestandteile des MRP II.....	50
Abbildung 26: Teilaufgaben von MES .....	51
Abbildung 27: Anforderungen an eine MES-Lösung .....	52
Abbildung 28: Kriterien für eine PPS.....	53
Abbildung 29: Faktoren für die Forschungslücke der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	55
Abbildung 30: Darstellung Forschungsfrage dieser Arbeit .....	57

Abbildung 31: Darstellung Forschungsziel dieser Arbeit.....	59
Abbildung 32: Theoretisches Vorgehen bei Experteninterviews .....	61
Abbildung 33: Darstellung der Auswertung der Untersuchungsergebnisse anhand der Forschungsfrage .....	62
Abbildung 34: konkrete Maßnahmen zur Gewährleistung der Einhaltung der Gütekriterien..	63
Abbildung 35: Zusammenfassende Darstellung des Untersuchungsdesigns .....	63
Abbildung 36: Klassifizierungsmerkmal der vorliegenden Untersuchung .....	64
Abbildung 37: Darstellung der Begründung der Auswahl der Experten .....	65
Abbildung 38: Übersicht der Hauptfragen aus dem Interviewleitfaden .....	67
Abbildung 39: Thematische Untergliederung der einzelnen Kodierung .....	69
Abbildung 40: Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Daten und Hilfsmittel .....	71
Abbildung 41: Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Mitarbeiterkompetenz.....	72
Abbildung 42: Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Prozessabläufe .....	75
Abbildung 43: kritische Bewertung der Experteninterviews .....	76
Abbildung 44: Modell des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	78
Abbildung 45: Fokussierung der Aufgaben der PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	80
Abbildung 46: Fokussierung der Teilaufgaben und -funktionen der PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	81
Abbildung 47: Skizze des Prozessablaufs Transparenz des Fertigungsfortschritts durch Kontrollpunkte .....	87
Abbildung 48: Grundsätze für eine erfolgreiche PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	88
Abbildung 49: Zielsetzungen des Beispielunternehmens beim Änderungsprozess der PPS	91
Abbildung 50: Ausschnitt des Organigramms des Beispielunternehmens mit der Bereichsleitung.....	91
Abbildung 51: Fertigungsorganisation des Beispielunternehmens .....	92
Abbildung 52: Schematische Darstellung Werkstattfertigung des Beispielunternehmens .....	93
Abbildung 53: Bankraum des Beispielunternehmens.....	93
Abbildung 54: Montagelinie des Beispielunternehmens .....	93
Abbildung 55: Ausschnitt aus dem Vertriebsmedium Kompass mit spezifischen Projektdurchlaufzeiten.....	95
Abbildung 56: Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale bei den Auftragsdaten.....	95

---

Abbildung 57: Auswirkungen des IST-Zustands bei der Termin- und Kapazitätsplanung.....	97
Abbildung 58: Zusammenfassung der elementarsten Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale der PPS des Beispielunternehmens.....	99
Abbildung 59: Modell des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk .....	101
Abbildung 60: Zusammenfassung Arbeitsgänge zu Arbeitsfolgen bei dem Beispielunternehmen .....	105
Abbildung 61: Kontrollpunkte innerhalb der Fertigung des Beispielunternehmens .....	107
Abbildung 62: Prozessverantwortliche des Beispielunternehmens für die PPS.....	108
Abbildung 63: Unterscheidung zwischen Grob- und Feinplanung bei dem Beispielunternehmen .....	109
Abbildung 64: Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen für das Beispielunternehmen .....	110
Abbildung 65: Beschränkungen der Ergebnisse des SOLL-Zustands, Konzepts und der Untersuchungsergebnisse .....	112

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung Vorgehensweise bei der Literaturrecherche.....	5
Tabelle 2: Gegenüberstellung der Vorteile unterschiedlicher Fertigungsverfahren .....	13
Tabelle 3: Gegenüberstellung von Handwerk und Industrie .....	18
Tabelle 4: Gegenüberstellung Auftrags- und Lagerfertigung .....	22
Tabelle 5: Allgemeine Vorgehensschritte zur Konzeption einer PPS in produzierenden Unternehmen .....	42

## Abkürzungsverzeichnis

AP	Ausführungsplanung
BL	Bereichsleitung
BOA	belastungsorientierte Auftragsfreigabe
CTQ	critical to quality
EK	Einkauf
ERP	Enterprise Resource Planing
FL	Fertigungsleitung
FIR	Forschungsinstitute für Rationalisierung
FZS	Fortschrittszahlenprinzip
GF	Geschäftsführung
GL	Gruppenleiter Tischler
IFA	Institut für Fabrikanlagen und Logistik
KA	Key Account Manager
KMU	Kleinen und mittleren Unternehmen
KomMee	Kompass Meeting
LA	Lager
MES	Manufacturing Execution System
MRP I	Material Requirments Planing
MRP II	Material Resource Planing
OpMee	Operatives Meeting
OPT	Optimized Production Technology
OSD	OS-Datensysteme
PL	Projektleitung
PM	Projektmanagement
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
TI	Tischler
VOC	voice of customer
VV	Vectorworks



# 1 Einleitung

Die produzierenden Unternehmen des Tischlerhandwerks müssen sich mit den Grundlagen der Produktion und deren Komplexitätsbewältigung auseinandersetzen, um mit der Konkurrenz sowie dem steigenden Preis- und Leistungsdruck der Industrie standhalten und ihre Produkte erfolgreich vermarkten zu können.<sup>1</sup>

*„Variantenreiche Produkte gleichzeitig zu geringen Kosten und mit einer hohen logistischen Leistungsfähigkeit herzustellen, ist daher eine der wesentlichen Herausforderungen der [...] Produktion.“<sup>2</sup>*

Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) ist Teil des operativen Produktionsmanagements und nimmt sich der Aufgabe an, diese Herausforderungen unter Berücksichtigung von betrieblichen Rahmenbedingungen, Kundenaufträgen und Zielen zu bewältigen.<sup>3</sup>

Gegenstand dieser Arbeit ist die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk. Dabei steht insbesondere die Ausarbeitung eines Konzepts zur Komplexitätsbewältigung dieser Aufgabe im Fokus. Dazu wird überprüft, ob vorhandene Konzepte aus der Industrie ebenfalls für das Tischlerhandwerk angewendet oder angepasst und welche neuen Erkenntnisse sowie Konzepte für die Konzeption der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk zur Komplexitätsbewältigung ermittelt werden können.

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Produktion in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk weist unterschiedliche Auftragsarten mit einer hohen Variantenvielfalt auf und durchläuft verschiedene Prozessschritte, Anforderungen oder Wiederholhäufigkeiten, die mit einer strukturierten und durchdachten PPS bewältigt werden müssen, um die Kundenbedürfnisse in Hinsicht auf Qualität, Zeit und Wirtschaftlichkeit zu befriedigen.<sup>4</sup> Dabei stehen Unternehmen aus diesem Bereich vor der Problemstellung, dass die Wissenschaft lediglich Lösungen und Konzepte für die Anforderungen der PPS in der Industrie anbietet und nicht definiert, ob und wie diese Ansätze auch auf das Handwerk angewendet werden können.<sup>5</sup> Somit stehen das Handwerk und die Industrie nicht nur in der Praxis, sondern auch in der Verfügbarkeit der theoretischen Grundlagen in Konkurrenz zueinander. In der Industrie ist die Entwicklung von der Massenfertigung hin zur kundenauftragsorientierten Einzelfertigung zu beobachten, der ursprünglichen Nische

---

1 Vgl. Schuh et al. (2013b) S. 13; zitiert nach: Nyhuis et al. (2021), S. 1

2 Schuh et al. (2013a), S. 57, zitiert nach: Nyhuis et al. (2021), S. 1

3 Vgl. Kiener et al. (2018), S. 6 ff. u. 119 ff.; Dangelmaier (2009), S. 9

4 Vgl. Kiener et al. (2018), passim; Kaiser et al. (2017), S. 831; Lödding (2016), S. 126 ff. u. 133 f.

5 Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828 ff.; Stalinski; Scholz (2018), S. 277 ff.; Kiener et al. (2018), passim; Dombrowski; Dix (2017), S. 491 ff.; Wiendahl (2014), passim; Schuh et al. (2012g), S. 3; Schuh et al. (2012h), S. 473

des Handwerks. Daher muss das Handwerk, um weiterhin konkurrenzfähig zu bleiben und ihren wirtschaftlichen Erfolg beizubehalten, den Wandel zur strukturierten und ganzheitlich betrachteten Produktion mit Hilfe der PPS vollziehen.<sup>6</sup>

Zur Durchführung dieser komplexen Aufgabe für das Handwerk, im Speziellen für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, bedarf es einem Konzept, welches die Komplexität der PPS bewältigt. Die Praxis hat gezeigt, dass die Einführung oder Reorganisation, besonders in kleinen Unternehmen, oftmals ohne Erfolg verlief. Dieses Scheitern ist mit der nicht systematischen Vorgehensweise sowie dem Umfang und der Komplexität dieser Aufgabe zu begründen. Die erforderlichen personellen Kapazitäten fehlen und es liegt ein Mangel an fachlicher Kompetenz im Unternehmen vor, sodass diese betrieblichen Projekte nicht neben dem Tagesgeschäft zu absolvieren sind.<sup>7</sup> An dieser Stelle wird diese Arbeit ansetzen und die Forschungsfrage beantworten, wie ein Konzept aufgestellt werden kann, dass Unternehmen aus dem Tischlerhandwerk, die im Speziellen mit der auftragsorientierten Werkstattfertigung produzieren, bei der Bewältigung der Komplexität unterstützt. Es ist anzumerken, dass die Eigenschaften und daraus entstehende Komplexität für das Tischlerhandwerk ebenfalls auf das produzierende Handwerk im Allgemeinen zutreffen. Jedoch wird sich in dieser Arbeit mit dem Schwerpunkt des Tischlerhandwerks auseinandergesetzt.<sup>8</sup>

Unter dem Begriff Produktion wird in dieser Arbeit lediglich die Leistungserstellung bzw. Fertigung von materiellen Gütern verstanden. Die Leistungserbringung von immateriellen Gütern und die Prozessabläufe der Projektierung, Ausführungsplanung, Beschaffung und des Lagers sowie alle weiteren administrativen Tätigkeiten werden nicht betrachtet und nur als begleitende Prozesse erwähnt.<sup>9</sup> Dahingehend wird der Fokus auf die Prozessabläufe und weniger auf die mathematischen und algorithmischen Verfahren der PPS gelegt. Die Fremdvergabe von Kundenaufträgen und die damit zusammengehörigen Prozesse werden ebenfalls nicht betrachtet.

## **1.2 Zielsetzung, Methodik und Aufbau der Arbeit**

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit ist die Ausarbeitung eines Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk. Um dieses Ziel zu erreichen, wird sich in den ersten beiden Abschnitten mit den theoretischen Grundlagen und dem aktuellen Stand der Forschung zur Produktion in Handwerksbetrieben sowie den individuellen Unterschieden und betrieblichen Voraussetzungen für die PPS auseinandergesetzt, um die PPS kontextbezogen zur auftragsorientierten Werkstattfertigung und

---

<sup>6</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 126; Dangelmaier (2001), S. 3 f.

<sup>7</sup> Vgl. Schmidt et al. (2012), S. 309

<sup>8</sup> Nachfolgend wird zur Vereinfachung der Begriff des Handwerks mit dem des Tischlerhandwerk gleichgestellt

<sup>9</sup> Vgl. Schuh; Schmidt (2021), S. 2 f.; Bauernhansl; Miehe (2020), S. 4; Schenk et al. (2014), S. 367 f.; Dangelmaier (2001), S. 3 f.

zum Tischlerhandwerk auszuarbeiten. Eine weitere Zielsetzung dieser Ausarbeitung ist das Aufzeigen von Problemstellungen und Faktoren, die die Umsetzung der PPS erschweren. Dabei wird die Komplexität der Thematik aufgezeigt, Lösungsansätze aus der Industrie dargestellt und skizziert, welche konkreten Rahmenbedingungen und Faktoren zur Komplexität der PPS im Tischlerhandwerk und Allgemeinen beitragen. Darauf basierend wird zum Abschluss dieses Abschnittes die erarbeitete Forschungslücke und -frage präsentiert, die im Anschluss mittels einer empirischen Untersuchung, unter Verwendung einer qualitativen Methode, beantwortet werden soll.

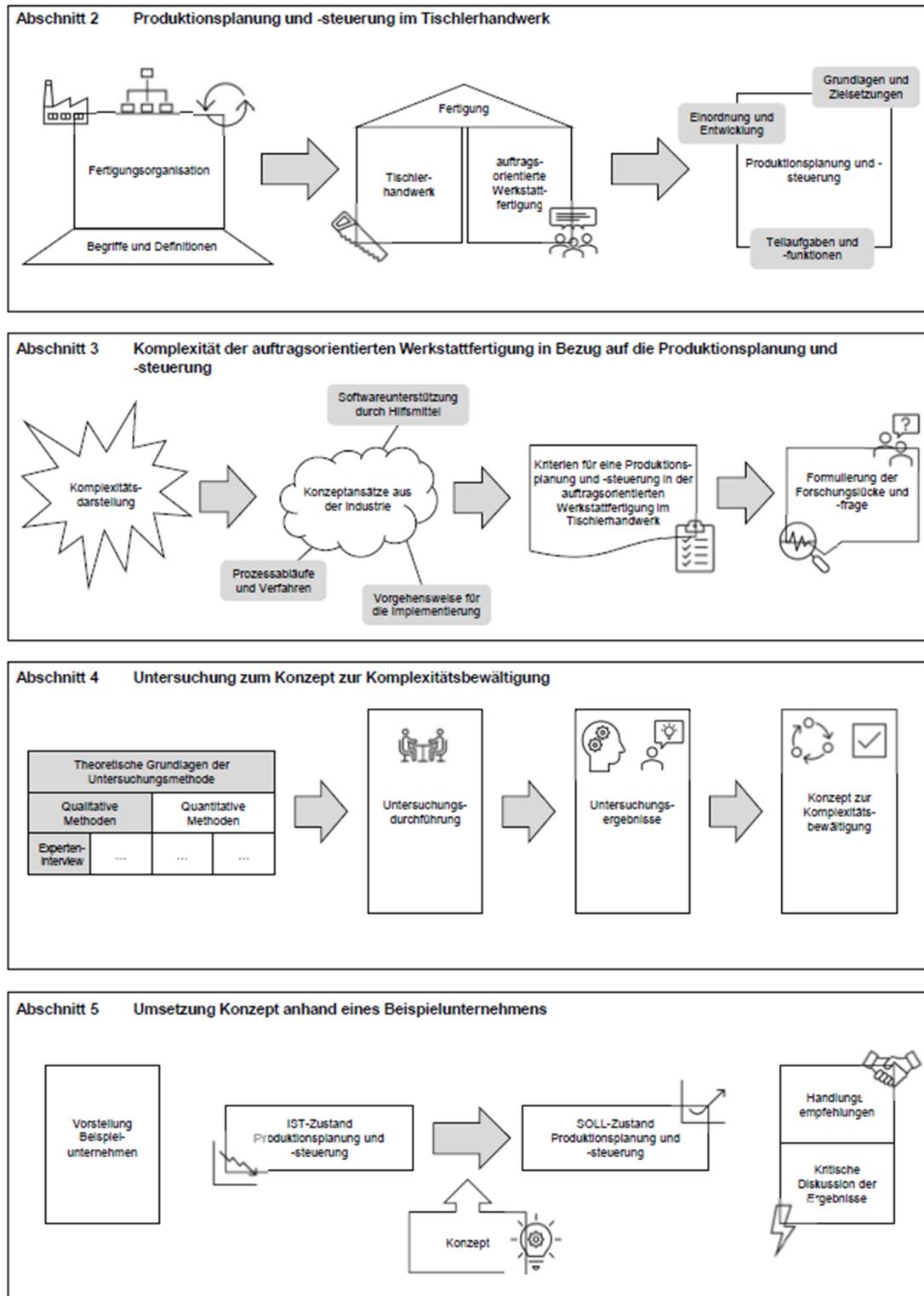
Weiterhin ist das Ziel dieser Untersuchung, dass in Eigenleistung ausgearbeitet wird, welche Möglichkeiten bestehen, um ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung zu ermitteln und wie dieses ausgestaltet werden muss. Dabei soll zielführend ein Fokus auf die Strukturierung und Vereinfachung der Prozessabläufe, der Standardisierung der verwendeten Daten und Hilfsmittel sowie der Berücksichtigung und Einbeziehung der Mitarbeiterkompetenzen gelegt werden. Dazu führte bereits SCHMIDT ET AL. an, dass die Anschaffung eines neuen Systems oder Software nicht ausreichend ist, vielmehr müssen auch die Abläufe und Strukturen betrachtet werden, um mit der PPS die Kundenbedürfnisse in Hinsicht Qualität, Zeit und Wirtschaftlichkeit befriedigen zu können.<sup>10</sup> Dafür werden zuerst die Grundlagen der Untersuchungsmethode und deren Durchführung erläutert, anschließend die Ergebnisse der Untersuchung offengelegt und darauf basierend ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk dargestellt.

Die abschließende Zielsetzung dieser Arbeit ist es, das ausgearbeitete Konzept im Umfeld eines Beispielunternehmens im Tischlerhandwerk anzuwenden und dadurch die Umsetzungsmachbarkeit zu überprüfen.

In der Abbildung 1 ist die beschriebene inhaltliche Gliederung der Ausarbeitung übersichtlich dargestellt.

---

<sup>10</sup> Vgl. Schmidt et al. (2012), S. 309



Eigene Darstellung

**Abbildung 1:** Inhaltliche Gliederung der Ausarbeitung

Zur Erreichung der definierten Ziele wird in den theoretischen Abschnitten eine methodische und systematische Literaturrecherche vollzogen. Die Durchführung der Literaturrecherche

orientiert sich in Anlehnung an BALZERT ET AL. an einer systematischen Vorgehensweise mit verschiedenen Phasen und wird in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.<sup>11</sup>

**Tabelle 1:** Darstellung Vorgehensweise bei der Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Bezeichnung		Suchbegriffe/ -art
1. Phase	Stich- und Schlagwörter	Produktionsplanung, Produktionssteuerung, Werkstattfertigung, auftrags-orientierte Werkstattfertigung, Fertigungsorganisation, Tischlerhandwerk, Produktionsprozesse, operatives Produktionsmanagement, Kapazitätsplanung, ...
2. Phase	Schneeballsystem	grob
3. Phase	Schneeballsystem	fein

Zu Beginn wird die Literatur mit bekannten Stich- und Schlagwörtern in digitalen Suchmaschinen recherchiert. Auf Grund der Vielzahl von Suchergebnissen wird die Recherche mit Wortkombinationen verfeinert. Anschließend wird in der zweiten und dritten Phase das Schneeballsystem angewendet, um fachspezifischere Grundlagenliteratur zu recherchieren. Nach dieser intensiven Literaturrecherche ist anzumerken, dass der Großteil der relevanten Grundlagenliteratur zur PPS in den Jahren 2010 bis 2015 veröffentlicht wurde, danach erfolgte lediglich eine Spezialisierung auf bestimmte Themen in diesem Kontext. Dieser Zustand kann nach WIENDAHL, H.-P. damit begründet werden, dass die Grundsätze der PPS gleichbleibend sind und sich lediglich die Umsetzungsmethoden durch z.B. Softwareunterstützung oder Digitalisierung verändert haben.<sup>12</sup> Demnach hat diese Grundlagenliteratur zwar vom zeitlichen Aspekt an Aktualität eingebüßt, jedoch nicht vom inhaltlichen, sodass diese Literatur weiterhin als Stand der Wissenschaft angesehen werden kann.

Als weitere Methode zur Ermittlung der geschilderten Zielsetzungen wird eine Untersuchung mit einer qualitativen Methode durchgeführt, mit dem Ziel neue Erkenntnisse auf dem Forschungsgebiet zu gewinnen. Mittels Experteninterviews werden Personen aus dem Themenbereich der Produktion systematisch befragt und die Ergebnisse interpretativ ausgewertet. Dabei erfolgt eine Einteilung der Ergebnisse in Kategorien, um diese anschließend qualitativ auszuwerten. Aus den Untersuchungsergebnissen werden zum einen die Erkenntnisse deduktiv abgeleitet, um zu überprüfen, ob die Konzeptansätze für die Industrie ebenso auf das Handwerk übertragen werden können und zum anderen wird induktiv argumentiert, ob neue

<sup>11</sup> Vgl. Balzert et al. (2017), S. 215 ff.

<sup>12</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 350

Konzepte anhand der Untersuchungsergebnisse entwickelt werden können. Die Auswertung der Ergebnisse wird in einer methodisch qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt.

## 2 Produktionsplanung und -steuerung im Tischlerhandwerk

Im folgenden Kapitel wird die wissenschaftliche Forschungsbasis zur Beantwortung der Forschungsfrage ermittelt und dargestellt. Die Fertigungsorganisation beschreibt die Rahmenbedingungen für die Fertigung.<sup>13</sup> Sie stellt die Grundlage aller Forschungsansätze für die PPS dar, weil die Strukturen und Prozesse der PPS von der innerbetrieblichen Organisation der Fertigung abhängig sind.<sup>14</sup> Anschließend wird der Fokus auf die eingrenzenden Merkmale der Fertigung im Tischlerhandwerk sowie der auftragsorientierten Werkstattfertigung. Nachdem diese Grundlagen beschrieben sind, wird sich mit der Definition und Umsetzung der PPS auseinandergesetzt, die die Aufgabe der mengen-, kapazitäts- und terminbezogener Planung von Fertigungssystemen übernimmt.<sup>15</sup>

Eine erste Fragestellung ist die gegenseitige Abgrenzung der beiden Begriffe Produktion und Fertigung zueinander. Nach SCHUH, SCHMIDT und weiteren Autoren umfasst die Produktion alle materiellen und immateriellen Leistungen sowie Dienstleistungen, die innerhalb des Betriebes erstellt werden. Dahingegen ist unter dem Begriff Fertigung lediglich die technische Leistungserstellung von materiellen und absatzreifen Gütern sowie Eigenerzeugnissen zu verstehen.<sup>16</sup> NYHUIS ET AL. greifen diese Definition ebenfalls auf und bestätigen, dass die Fertigung der Bestandteil der technischen Umsetzung der Produktion ist.<sup>17</sup> Jedoch zeigen sie ebenfalls auf, dass die beiden Begriffe in Theorie und Praxis unterschiedlich definiert und angewendet werden, beide Begriffe werden oftmals synonym verwendet.<sup>18</sup> Darüber hinaus werden in der Literatur, wie auch schon von NYHUIS ET AL. festgestellt, keine einheitlichen Begriffe für gleiche oder ähnliche Betrachtungsbereiche verwendet.<sup>19</sup>

Als bedeutende Forschende auf dem Gebiet Organisation und Strukturierung von Produktionen, sowie der Planung und Steuerung dieser Systeme lassen sich u.a. WIENDAHL, H.-H., WIENDAHL, H.-P., LÖDDING, NYHUIS und SCHUH sowie die Forschungsinstitute für Rationalisierung (FIR) e. V. an der Hochschule Aachen und das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) an der Universität Hannover festhalten.

---

<sup>13</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 55

<sup>14</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 48; Köbernik (1999), S. 39

<sup>15</sup> Vgl. Schuh et al. (2012a), S. 29, zitiert nach: Boß; Deckert (2017) S. 811

<sup>16</sup> Vgl. Schuh; Schmidt (2021), S. 2 f.; Bauernhansl; Miehe (2020), S. 4; Schenk et al. (2014), S. 367 f.; Dangelmaier (2001), S. 3 f.

<sup>17</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 6

<sup>18</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 2

<sup>19</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 9

## 2.1 Fertigungsorganisation

Nach WIENDAHL, H.-P., MEIER ET AL. und HEEG definiert und klassifiziert die Fertigungsorganisation die Strukturen und das aufgabengerechte Zusammenwirken von Mitarbeitern und Betriebsmitteln.<sup>20</sup> Darüber hinaus bestimmt die Fertigungsorganisation das räumliche, zeitliche und sachliche Zusammenwirken einzelner Elemente des Produktionssystems zur logistischen Zielerreichung der Produktion.<sup>21</sup> Ganzheitlich lässt sich festhalten, dass die Prozesse und Strukturen der PPS von der Gestaltung des Fertigungssystems abhängig sind und sich daraus ableiten, in welcher Art und Weise die PPS im Unternehmen durchgeführt werden muss.<sup>22</sup> Außerdem können PPS-Konzepte nach der Fertigungsorganisation differenziert werden, daher ist es von elementarer Bedeutung, die Fertigungsorganisation zu beschreiben, um daraus Rückschlüsse für die PPS zu ziehen.<sup>23</sup>

Für die Beschreibung der Fertigungsorganisation finden sich in der Literatur verschiedene Ansätze und Systematiken, die unterschiedliche Merkmalstrukturen und Kriterien aufweisen, wodurch sich keine einheitliche und eindeutig differenzierte Beschreibungsform festhalten lässt.<sup>24</sup> Wie auch schon NYHUIS ET AL. resümiert, unterscheiden sich die Beschreibungsformen u.a. in der Betrachtungsebene, dem Detaillierungsgrad oder dem Anwendungsfall. Außerdem findet in der Literatur eine Unterscheidung zwischen der Fertigung und der Montage statt.<sup>25</sup>

Im Kontext dieser Arbeit wird zur Komplexitätsreduktion die Beschreibung der Fertigungsorganisation in Anlehnung an WIENDAHL, H.-P. und LÖDDING verwendet, weil, wie auch schon NYHUIS ET AL. angemerkt haben, bei dieser Systematik die wesentlichen produktionsrelevanten Merkmale hierarchisch abgebildet und sich auf die relevanten, in der Praxis üblichen, Merkmale fokussiert werden.<sup>26</sup>

WIENDAHL, H.-P. beschreibt in seinem Grundlagenwerk, welches NYHUIS ET AL. einige Jahre später in ihrem Fachbeitrag bestätigen, die Fertigungsorganisation ausgehend von der grundlegenden Unterscheidung der Fertigungsprinzipien, bei der eine Einteilung nach der Anordnung der räumlichen Struktur und der Einbeziehung des Menschen stattfindet.<sup>27</sup> Alternative Beschreibungssystematiken der Fertigungsorganisation zielen entweder nur konkret auf Industrieunternehmen ab oder wurden in der Praxis noch nicht angewendet.<sup>28</sup> Die in dieser

---

<sup>20</sup> Vgl. Wiendahl (2014), S. 40 ff.; Meier et al. (2012), S. 368; Heeg (1988)

<sup>21</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 4; Eversheim (1996), S. 133

<sup>22</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 48; Dangelmaier (2009), S. 15; Köbernik (1999), S. 39

<sup>23</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 55

<sup>24</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 1 ff.; Schuh et al. (2012e), S. 121 ff.

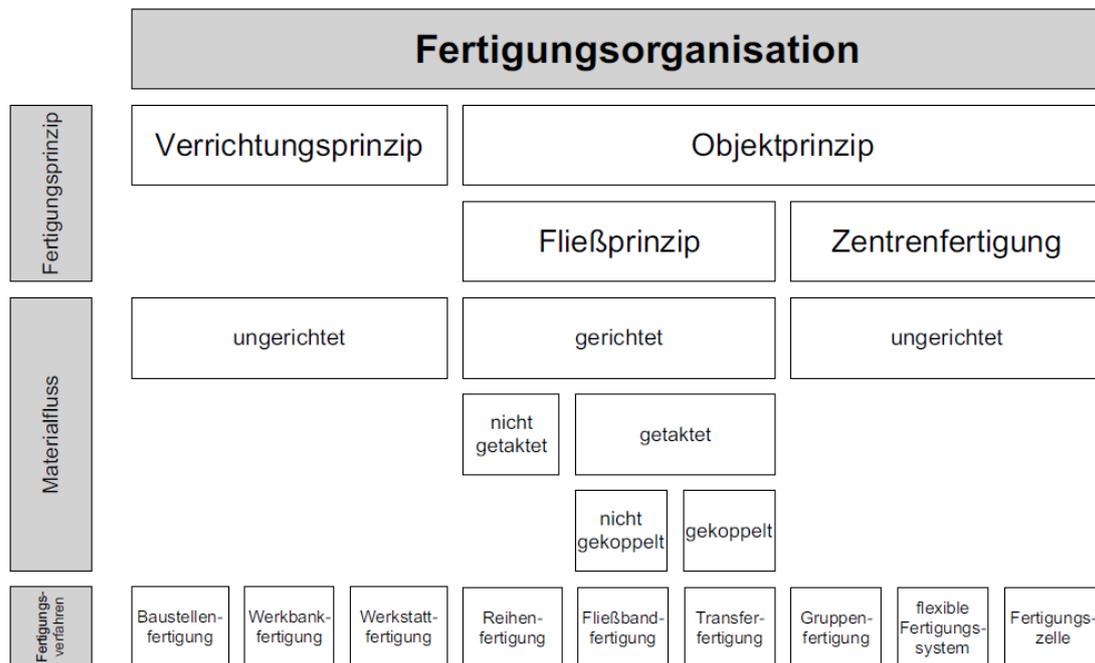
<sup>25</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 1 ff.

<sup>26</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 9

<sup>27</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), passim; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 40 ff.

<sup>28</sup> Ebenda

Ausarbeitung verwendete Fertigungsorganisation wird in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt.



Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Kiener et. al (2018), Seite 49

**Abbildung 2:** Hierarchische Darstellung der Fertigungsorganisation<sup>29</sup>

Die Auswahl der Fertigungsorganisation wird von jedem Unternehmen individuell in Abhängigkeit der spezifischen und vielfältigen Rahmenbedingungen des jeweiligen Unternehmens getroffen. Entscheidende Einflussfaktoren sind das Produktionsprogramm und -volumen sowie die Variantenvielfalt.<sup>30</sup> Darüber hinaus sind die äußeren Einflussfaktoren des Marktes und des Kunden sowie die internen Einflüssen der vorhandenen Mitarbeiter und betriebsinternen Technologien zu beachten.<sup>31</sup>

Die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Merkmale der Fertigungsorganisation an diese Einflussfaktoren ist ein entscheidender Faktor für die Komplexitätsreduzierung und die damit einhergehende Beherrschbarkeit der PPS sowie den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens.<sup>32</sup>

<sup>29</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), passim; Kiener et al. (2018), S. 48 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 40 ff.

<sup>30</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 50

<sup>31</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 40 f.

<sup>32</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831 ff.; Köbernik (1999), S. 16

### 2.1.1 Fertigungsprinzip und -verfahren

Die Fertigungsprinzipien werden, wie in Abbildung 2 dargestellt, nach dem Verrichtungs- und Objektprinzip unterschieden. Dabei wird zwischen der räumlichen Anordnung der Betriebsmittel, der Art des Durchlaufes der Werkstücke und der Einbindung des Menschen differenziert.<sup>33</sup> Beim Verrichtungsprinzip werden die Betriebsmittel mit gleichen Funktionen und Arbeitsgängen räumlich zusammengefasst und das Material entsprechend der technischen Reihenfolge transportiert. Demnach wird sich an der Verrichtung orientiert, im Gegensatz zum Objektprinzip, bei dem sich am zu produzierenden Objekt orientiert wird. Hier werden die Betriebsmittel nach dem Arbeitsablauf der technologischen Arbeitsreihenfolge ausgerichtet und das Material einheitlich am Arbeitsfortschritt entlang transportiert.<sup>34</sup>

Die Fertigungsverfahren lassen sich mit den Merkmalen der räumlichen Struktur und der Einbeziehung des Menschen unterscheiden. WIENDAHL, H.-P. definiert die Werkstatt- und Fließfertigung als die beiden elementaren und konträren Fertigungsverfahren, aus denen sich alle weiteren Verfahren ableiten.<sup>35</sup> LÖDDING hingegen ordnet diese Begrifflichkeiten noch unter dem Begriff Fertigungsprinzip ein, aber inhaltlich sind die identischen Betrachtungsbereiche abgebildet.<sup>36</sup> Diese Definition der Fertigungsverfahren bestätigt NYHUIS ET AL. in seinem 2021 veröffentlichtem Fachartikel.<sup>37</sup>

In der nachfolgenden Abbildung 3 werden die relevanten Fertigungsverfahren für diese Arbeit erläutert.

---

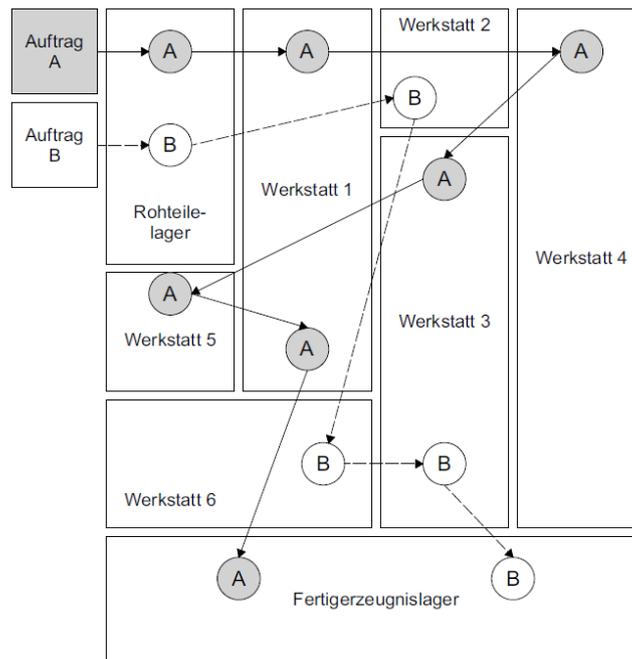
<sup>33</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 f.; van Brackel (2009), S. 13

<sup>34</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 48 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 40 f.

<sup>35</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.

<sup>36</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 123 ff.

<sup>37</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 19 ff.



Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Kiener et. al (2018), Seite 52

**Abbildung 3:** Schematische Darstellung Werkstattfertigung<sup>38</sup>

SEITZ ET AL. bestätigen in ihrem Fachbeitrag die führenden Autoren des Themengebietes, bei der Zuordnung der Werkstattfertigung zum Verrichtungsprinzip, bei dem die Arbeitssysteme gleichartig nach der Verrichtung geordnet und räumlich in Werkstätten zusammengefasst sind.<sup>39</sup> In der Praxis zeigt sich vorwiegend in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), dass die Werkstätten aufgrund der Betriebsstätte und den Wegezeiten nicht tatsächlich räumlich voneinander getrennt sind.<sup>40</sup> Jedoch sind die einzelnen Werkstätten als geschlossene Einheiten anzusehen und nach ihrer Verrichtung benannt. Wie in Abbildung 3 dargestellt, steuern die einzelnen Aufträge die Werkstätten jeweils individuell nach ihren technischen Bearbeitungsreihenfolgen an. Dabei kann ein Werkstück mehrfach in einer Werkstatt bearbeitet werden oder eine Werkstatt gänzlich überspringen, wodurch für jeden individuellen Auftrag unterschiedliche Durchlaufwege entstehen.<sup>41</sup> Bei der Werkstattfertigung sind der Mensch und die Maschine ortsgebunden, das Werkstück wird jeweils transportiert. Der Transport findet oftmals losweise von Werkstatt zu Werkstatt statt, wodurch die räumliche Anordnung der Werkstätten

<sup>38</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 48 f. u. 51 f.; Lödding (2016), S. 123 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.

<sup>39</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828; Lödding (2016), S. 123 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.; van Brackel (2009), S. 13 ff.;

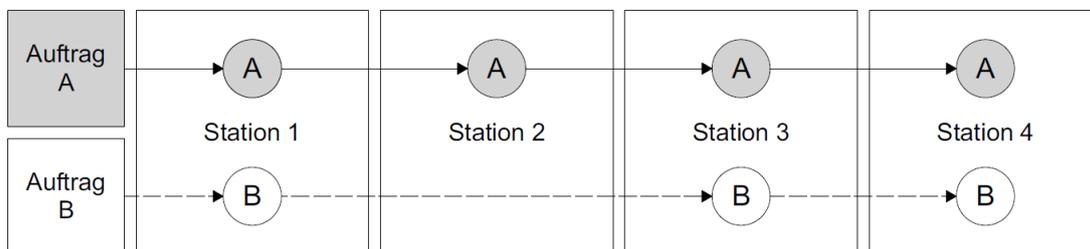
<sup>40</sup> Vgl. Adam (2001), S. 16 ff.

<sup>41</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 48 f. u. 51 f.; Schuh (2012b), S. 131 ff.

an Bedeutung gewinnt, um die Transportwege zu minimieren. Außerdem muss der benötigte Platzbedarf für die Zwischenlager der Werkstücke bedacht werden.<sup>42</sup>

Nach LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. leiten sich die Werkbank- und Baustellenfertigung aus der Werkstattfertigung ab und gehören ebenfalls dem Verrichtungsprinzip an.<sup>43</sup>

Die Fließfertigung bzw. das Fließprinzip, als konträr zur Werkstattfertigung, gehört zum Objektprinzip, bei dem die Arbeitssysteme nach den Arbeitsfolgen des Erzeugnisses bzw. Objektes angeordnet werden.<sup>44</sup> Jedem Arbeitsplatz ist eine spezielle Aufgabe zugeordnet, sodass das Werkstück unmittelbar nach der Bearbeitung zum nächsten Arbeitssystem transportiert wird. Die Durchlaufwege und -richtungen für die Werkstücke sind einheitlich und durch die Bearbeitungsreihenfolge vorgegeben.<sup>45</sup> Eine schematische Darstellung der Fließfertigung ist in der nachfolgenden Abbildung 4 dargestellt.



Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Kiener et. al (2018), Seite 50

**Abbildung 4:** Schematische Darstellung Fließprinzip<sup>46</sup>

Basierend auf den geschilderten Merkmalen der einzelnen Verfahren lassen sich jeweilige differenzierte Vorteile ableiten, die in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellt sind.

In Bezug auf diese Gegenüberstellung ist anzumerken, dass diese Eigenschaften und ihre jeweiligen detaillierten Spezifikationen abhängig von den individuellen Gegebenheiten des Unternehmens sind.<sup>47</sup>

<sup>42</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 123 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.

<sup>43</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 125; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 45

<sup>44</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 49 ff.; Lödding (2016), S. 124 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 43 ff.; Schuh (2012b), S. 131 ff.; van Brackel (2009), S. 13 f.

<sup>45</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 49 ff.; Lödding (2016), S. 124 f.

<sup>46</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 49 ff.; Lödding (2016), S. 124 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 43 ff.

<sup>47</sup> Ebenda

**Tabelle 2:** Gegenüberstellung der Vorteile unterschiedlicher Fertigungsverfahren<sup>48</sup> (eigene Darstellung)

Vorteile Werkstattfertigung gegenüber Fließfertigung	Vorteile Fließfertigung gegenüber Werkstattfertigung
hohe Flexibilität in Bezug auf Kapazität, Produktvielfalt, Termintreue, Kundenwünsche	Kurze Durchlaufzeiten und Transportwege
Hohe Variantenvielfalt möglich	Geringe Kapitalbindung und Lagerkosten
Einsatz von Universalmaschinen	Hoher Automatisierungsgrad
Optimale Auslastung der Maschinenkapazität möglich	Geringe Warte- und Rüstzeiten
Hohe Spezialisierung der Mitarbeiter, können mehrere Maschinen bedienen, dadurch hohe Motivation der Mitarbeiter	Gering qualifizierte Mitarbeiter notwendig (Maschinenbediener)
	Lediglich kurze Zwischenlagerung nötig, dadurch geringer Raumbedarf
	Effiziente Kontrolle und hohe Transparenz, dadurch stabile Prozesse

### 2.1.2 Steuerungsrelevante Fertigungsmerkmale

Neben den vorgenannten und beschriebenen Merkmalen zur Beschreibung der Fertigungsorganisation beeinflussen noch weitere steuerungsrelevante Merkmale die Fertigungsorganisation und damit auch die Auswahl sowie Durchführung der PPS. Dazu gehören nach LÖDDING der Materialfluss, Fertigungstyp bzw. -art, die Auftragsauslösung, Variantenvielfalt und Losgröße.<sup>49</sup>

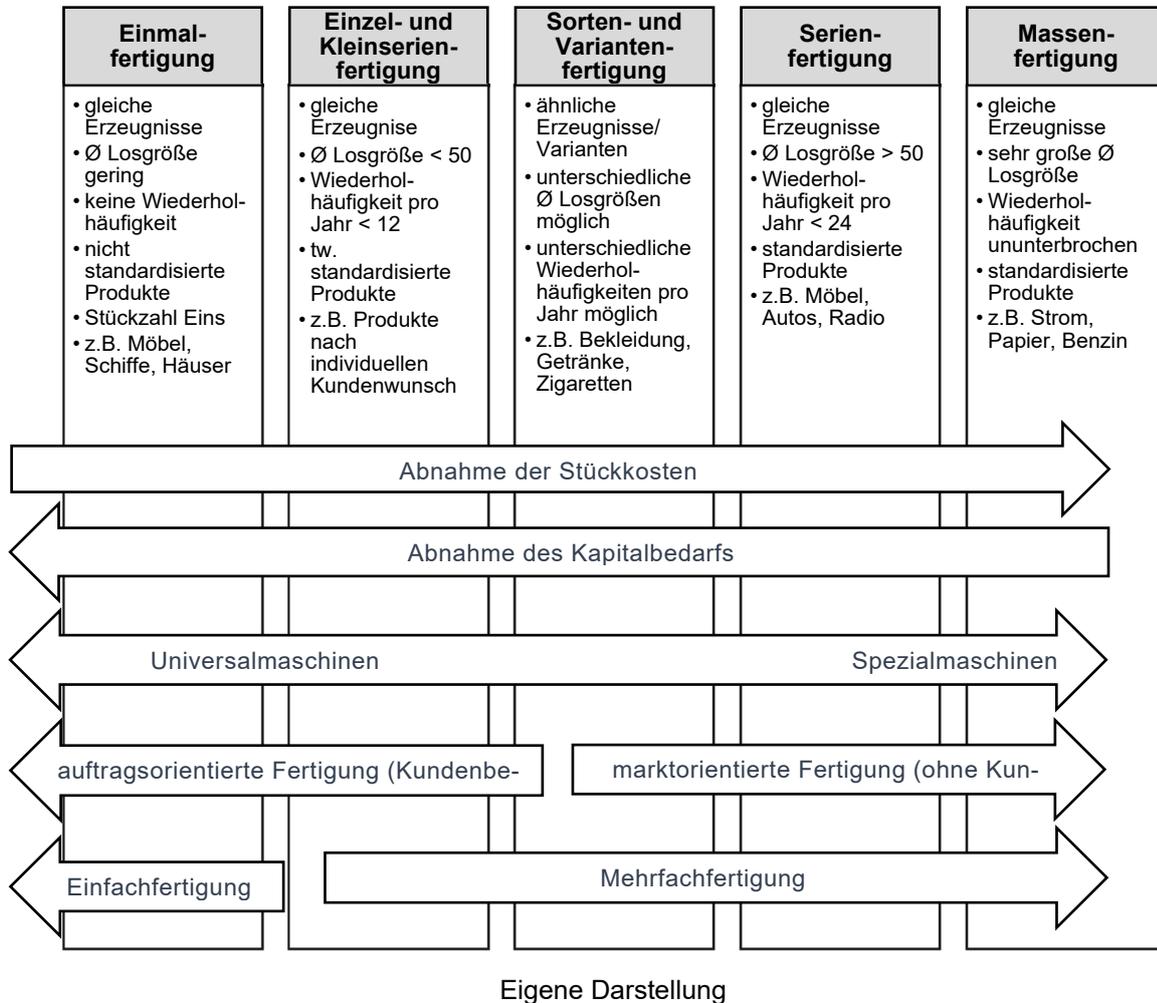
Der Materialfluss innerhalb der Fertigung hat einen erheblichen Einfluss auf die Bestände und Durchlaufzeiten. Außerdem wirkt sich dieser auf die Eignung der nachfolgend beschriebenen Fertigungsverfahren aus. In Bezug auf die PPS lässt sich in Anlehnung an LÖDDING aussagen, dass ein Materialfluss mit geringer Komplexität auch eine einfache PPS bedingt.<sup>50</sup> Der Materialfluss kann durch verschiedene Merkmale unterschieden und beschrieben werden. Grundsätzlich wird zwischen einem gerichteten und ungerichteten Materialfluss sowie der Art der Weitergabe von Arbeitssystem zu Arbeitssystem unterschieden

<sup>48</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 19 ff.; Kiener et al. (2018), S. 48 ff.; Lödding (2016), S. 123 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.; Schuh (2012b), S. 131 ff.; van Brackel (2009), S. 13 ff.; Adam (2001), S. 16 ff.

<sup>49</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 123

<sup>50</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 126 u. 133 f.

Der Fertigungstyp wird durch SCHOMBURG nach der durchschnittlichen Losgröße und der Wiederholhäufigkeit der Erzeugnisse klassifiziert<sup>51</sup>, WIENDAHL, H.-P. bestätigt dies und unterscheidet weiterhin die unterschiedlichen Fertigungstypen nach der Einfach- und Mehrfachfertigung.<sup>52</sup> In der nachfolgenden Abbildung 5 werden die unterschiedlichen Ausprägungen des Fertigungstyps mit ihren Merkmalen gegenübergestellt.



**Abbildung 5:** Kriterien zur Unterscheidung von Fertigungstypen<sup>53</sup>

Erwähnenswert ist die Unterscheidung nach der Art der Bestellung der Aufträge. Dabei kann zwischen der auftragsorientierten Fertigung mit direktem Kundenbezug und der marktorientierten Fertigung bzw. Lagerfertigung ohne direkten Kundenbezug unterschieden werden.<sup>54</sup> Die Variantenvielfalt bzw. -anzahl beeinflusst die Auswahl und Umsetzung der Fertigungsprinzipien, weil mit zunehmender Variantenanzahl die Komplexität der Fertigungsprozesse steigt und damit einhergehend die PPS dieser Prozesse. Variantenreichen Fertigungen wird daher

<sup>51</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 125 f.; Schomburg (1980), zitiert nach: Schuh (2012b), S. 130 f.

<sup>52</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41

<sup>53</sup> Vgl. Holtewert; Wiendahl, H.-H. (2020), S. 135 ff.; Lödding (2016), S. 126; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41; Adam (2001), S. 21 f.

<sup>54</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 53 f.; Lödding (2016), S. 165 ff.

eine hohe Bedeutung bei der Planung und Steuerung zugesprochen.<sup>55</sup> WIENDAHL, H.-P. beschreibt die Losgröße als die Anzahl gleicher Werkstücke, Baugruppen oder Erzeugnisse, die mit demselben Arbeitssystem oder Maschine hergestellt werden. Dabei hat dieses Merkmal Auswirkungen auf die Standardisierung und Durchlaufzeit der Fertigungsprozesse.<sup>56</sup>

### 2.1.3 Zusammenhang und Analyse der Fertigungsmerkmale

Nachdem die einzelnen Fertigungsmerkmale zur Beschreibung der Fertigungsorganisation separat für sich betrachtet wurden, werden diese im Folgenden in Bezug auf die Werkstattfertigung in eine ganzheitliche Korrelation zueinander gesetzt. LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. resümieren für die Werkstattfertigung ein Fertigungsverfahren, dass bevorzugt bei der auftragsorientierten Einmalfertigung sowie Einzel- und Kleinserienfertigung eingesetzt wird. Die Produktion hat einen beliebigen Materialfluss, die Werkstücke werden in einem losweisen Transport von Arbeitssystem zu Arbeitssystem bewegt. Die Aufträge haben eine hohe Variantenvielfalt und eine geringe Losgröße.<sup>57</sup> GÜNTHER und TEMPELMEIER haben in ihrem Fachbeitrag zum Thema Produktion diese Zusammenhänge der Werkstattfertigung mit anderen Merkmalen der Fertigungsorganisation bestätigt.<sup>58</sup> ADAM hat angeführt und wurde von NYHUIS ET AL. bestätigt, dass die Werkstattfertigung in Kombination mit der Einfachfertigung einen hohen Komplexitätsgrad aufweist, es kann von der komplexesten Variante der Fertigung gesprochen werden. Dadurch entstehen Prozesse, die nur kaum oder unter großem Aufwand beherrschbar sind.<sup>59</sup> KIENER ET AL. stellen ebenfalls dar, dass die Werkstattfertigung, durch die sich von Auftrag zu Auftrag ändernden Bearbeitungsfolgen erhebliche Koordinations- und Planungsprobleme auftreten, die eine leistungsfähige PPS erforderlich machen.<sup>60</sup>

Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt die theoretischen Ansätze zur Verknüpfung der Fertigungsmerkmale. In der Praxis können alle verschiedenen Ausführungen und Kombinationen für das Unternehmen produktiv sein. Die Auswahl der Fertigungsorganisation muss stets ganzheitlich, unter Berücksichtigung aller Merkmale und Faktoren sowie in Abhängigkeit der individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens, vorgenommen werden. Dabei können das Produktionsprogramm, die betrieblichen Strukturen oder Technologien ausschlaggebende Faktoren für die Auswahl der Fertigungsmerkmale darstellen. Des Weiteren kann es innerhalb des Fertigungsdurchlaufs unterschiedliche Fertigungsorganisationen geben. So kann nach HOLTEWERT, WIENDAHL, H.-H. und KIENER ET AL. ein Unternehmen beispielsweise in der Vorproduktion im Fließprinzip eine kundenanonyme Serienfertigung implementieren, während

---

<sup>55</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 123 f.

<sup>56</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41

<sup>57</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 215 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 50 f.

<sup>58</sup> Vgl. Günther; Tempelmeier (2012), S. 182

<sup>59</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 18 ff.; Adam (2001), S. 22

<sup>60</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), 51 f.

die Endmontage in einer nach Kundenwunsch auftragsorientierten individuellen Einmalfertigung nach dem Werkstattprinzip erfolgt.<sup>61</sup>

		Fertigungsprinzip			Objektprinzip							
		Verrichtungsprinzip			Fließfertigung			Zentrenfertigung				
Fertigungsverfahren		Baustellenfertigung	Werkbankfertigung	Werkstattfertigung	Reihenfertigung	Fließbandfertigung	Transferfertigung	Gruppenfertigung	Flexible Fertigungssysteme	Fertigungszellen		
Fertigungstyp	Einmalfertigung	x	x	x							auftragsorientiert	marktorientiert
	Einzel- und Kleinserienfertigung		x	x	x	x		x				
	Sorten- und Variantenfertigung		x	x				x	x	x		
	Serienfertigung				x	x		x	x	x		
	Massenfertigung					x	x					

Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Wiendahl, H.-P. (2014), Seite 51

**Abbildung 6:** Zusammenhang der einzelnen Fertigungsmerkmale<sup>62</sup>

Resümierend stellen LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. dar, dass die Fertigungsorganisation die elementaren Rahmenbedingungen für die PPS aufstellt. Jede Ausprägung der Fertigungsorganisation hat unterschiedliche Planungs- und Steuerungsprobleme, sodass differenzierte Anforderungen an die PPS gestellt werden. Daher ist es von hoher Bedeutung zuerst die Fertigungsorganisation zu definieren, um daraus ableitend Rückschlüsse für die PPS zu ziehen.<sup>63</sup>

## 2.2 Fertigung im Tischlerhandwerk

Im folgenden Abschnitt wird das Tischlerhandwerk mit einer grundlegenden Beschreibung sowie den Herausforderungen und Entwicklungen dieses Berufsfeldes vorgestellt und in Bezug zu der im vorherigen Abschnitt dargestellten Fertigungsorganisation gesetzt.

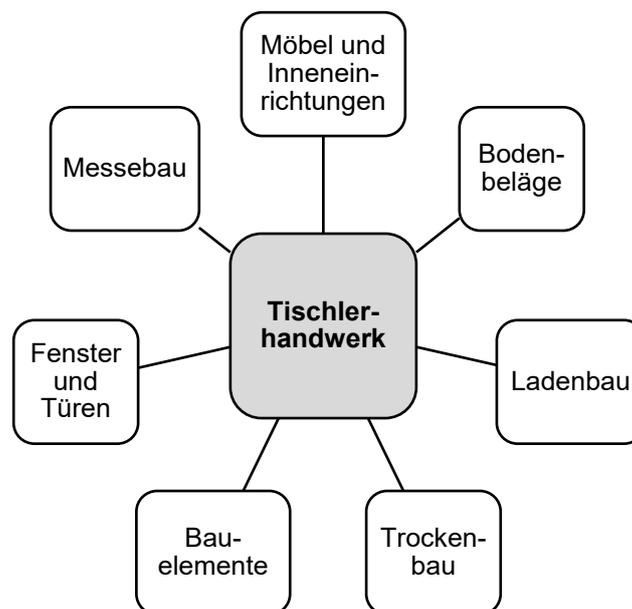
<sup>61</sup> Vgl. Holtewert; Wiendahl, H.-P. (2020), S. 140; Kiener et al. (2018), S. 50 u. 54 f.

<sup>62</sup> Vgl. Holtewert; Wiendahl, H.-P. (2020), S. 138 ff.; Lödding (2016), S. 125 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 50 f.; Günther; Tempelmeier (2012), S. 182

<sup>63</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 132 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 331 f.

### 2.2.1 Begriffserklärung und Beschreibung

Der Begriff des Tischlerhandwerks kann mit dem Manteltarifvertrag für das Tischlerhandwerk im nordwestdeutschen Raum der Bundesrepublik Deutschland beschrieben werden. Demnach beschreibt dieses Berufsfeld Tätigkeiten, die durch einen Tischler im Zusammenhang mit Holz ausgeführt werden. Dazu gehört u.a. das Planen, Konstruieren, Fertigen, Montieren und die Instandsetzung von Bauteilen mit Holz, Holzwerkstoffen, Kunststoffen, Glas oder Metall in verschiedenen Tätigkeitsfeldern, wie in Abbildung 7 dargestellt. Dieses Berufsfeld wird im norddeutschen Raum als Tischler bezeichnet, in Süddeutschland wird der gleiche Beruf als Schreiner betitelt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 7:** Tätigkeitsfelder des Tischlerhandwerks<sup>64</sup>

Für den Begriff „Handwerk“ lässt sich nach ausreichender Recherche keine einschlägige Definition festhalten. Auch die Handwerkskammer und der Zentralverband des deutschen Handwerks liefern hierfür keine eindeutige Definition.<sup>65</sup> Das Bundesamt für Justiz der Bundesrepublik Deutschland hat in ihrem Gesetz zur Ordnung des Handwerks die gesetzliche Grundlage des Handwerks definiert und festgehalten, welche Berufe zum Handwerk gehören.<sup>66</sup> Dazu gehören neben dem Tischler weitere 94 Berufsgruppen.<sup>67</sup>

Jedoch kann das Handwerk in Abgrenzung zur Industrie in Anlehnung an ADAM beschrieben werden. Demnach kann zwischen den beiden Formen durch den Grad der Entlastung der

<sup>64</sup> Ebenda

<sup>65</sup> Vgl. ZDH (Hrsg.) (2022a); Handwerkskammer (Hrsg.) (2022b)

<sup>66</sup> Vgl. Bundesamt für Justiz (Hrsg.) (2022), zitiert nach: ZDH (Hrsg.) (2022b)

<sup>67</sup> Vgl. Bundesamt für Justiz (Hrsg.) (2022), zitiert nach: ZDH (Hrsg.) (2022c); ZDH (Hrsg.), (2022d)

Mitarbeiter durch Maschinen in Form von Mechanisierung oder Automatisierung unterschieden werden. Das Handwerk wird als Fertigung mit einem geringen Maß der Arbeitsteilung und geringem Anteil an Hilfsmitteln beschrieben. Des Weiteren ist das Handwerk die historisch älteste Form der Fertigung. Die mechanische Fertigung hat einen erhöhten Grad der Arbeitsteilung und der Einsatz von Maschinen findet vermehrt Anwendung. Dabei werden die Arbeitsgänge auf die jeweiligen Maschinen übertragen. Der Mitarbeiter übernimmt die Steuerung der Maschinen, wodurch dieser körperlich entlastet wird. Die mechanische Fertigung wird nach ADAM im Handwerk und der Industrie eingesetzt. Bei der automatisierten Fertigung übernehmen die Maschinen auch die Steuerungsfunktion und der Mitarbeiter koordiniert die Arbeitsgänge als Überwachungs- und Kontrollfunktion.<sup>68</sup> MEIDES stellt für das Handwerk ebenfalls in Abgrenzung zur Industrie eine Beschreibung, wie in Tabelle 3 offengelegt, dar. Jedoch resümiert er, dass eine Bewertung der Klassifikation nur anhand der gesamtbetrieblichen Betrachtung und der Branchenüblichkeit vollzogen werden kann.<sup>69</sup>

**Tabelle 3:** Gegenüberstellung von Handwerk und Industrie<sup>70</sup> (eigene Darstellung)

Handwerk	Industrie
Handarbeit im Vordergrund	Maschineneinsatz im Vordergrund
Spezialisierung auf aufwendige und einzigartige Produkte	Automatisiert erstellte Massenware
Keine bis wenig Arbeitsteilung vorhanden	Arbeitsteilung vorhanden

Nach dem deutschen statistischen Bundesamt gab es 2019 ungefähr 560.300 Handwerksunternehmen in Deutschland mit 5,4 Mio. beschäftigten Personen, im Vergleich zu der Gesamtanzahl an Unternehmen in Deutschland macht dies einen Anteil von 17% aus. Davon gehören 29.500 Unternehmen mit ungefähr 205.000 Mitarbeitern dem Tischlerhandwerk an. Diese machen somit 5% der Handwerksbetriebe und einen Anteil von weniger als 1% der Gesamtanzahl der Unternehmen in Deutschland aus.<sup>71</sup>

## 2.2.2 Darstellung der spezifischen Fertigungsorganisation

In Anlehnung an die in Abschnitt 2.1 beschriebene Fertigungsorganisation wird im Tischlerhandwerk das Verrichtungsprinzip und die dazugehörigen Fertigungsverfahren Werkstatt-, Baustellen- und Werkbankfertigung angewendet. Der Fertigungstyp ist im Bereich der Einmal- und Einzelfertigung anzusehen. Dem Menschen wird im Gegensatz zur Maschine eine höhere Bedeutung zugeschrieben und der wesentliche Anteil der Tätigkeiten besteht aus

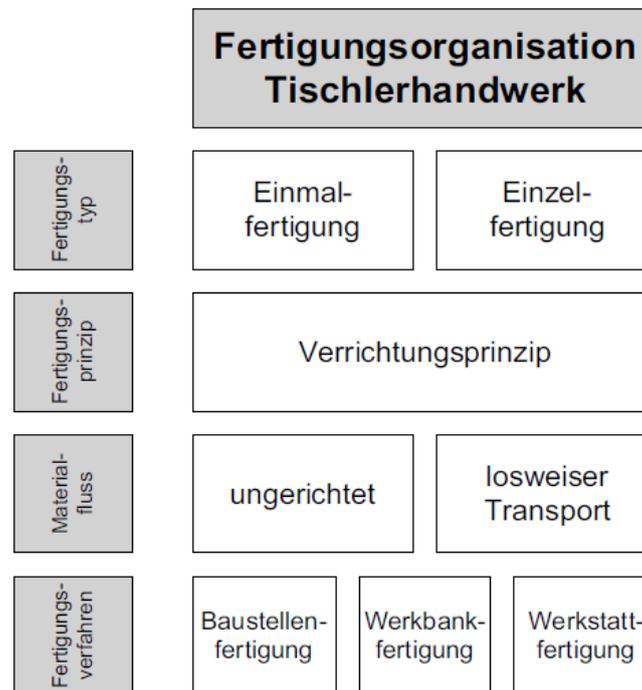
<sup>68</sup> Vgl. Adam (2001), S. 11 f.

<sup>69</sup> Vgl. Meides (2019)

<sup>70</sup> Ebenda

<sup>71</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2020a); Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2020b)

Handarbeit.<sup>72</sup> Der Materialfluss ist ungerichtet und findet losweise statt.<sup>73</sup> In der nachfolgenden Abbildung 8 ist die beschriebene Fertigungsorganisation grafisch dargestellt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 8:** Idealtypische Fertigungsorganisation im Tischlerhandwerk

Wie eingangs erwähnt herrscht im Tischlerhandwerk eine hohe Kundennachfrage nach individuellen und auch innovativen Produktlösungen, wodurch für das produzierende Unternehmen eine hohe Variantenanzahl und individuelle Einzellösungen ohne Standardisierung entsteht.<sup>74</sup> Damit einhergehend werden die Produkte mit wenig Wiederholungen und geringen Losgrößen produziert. Abschließend lässt sich zur Charakterisierung des Tischlerhandwerks aussagen, dass die Produkte nur nach einem vorliegenden Kundenauftrag gefertigt werden.<sup>75</sup>

Jedoch ist, wie bereits in Abschnitt 2.1.3 beschrieben, zu erwähnen, dass die geschilderte Organisationsstruktur für das Tischlerhandwerk lediglich die theoretisch optimale Merkmalsausprägung darstellt. In der Praxis kann jedes Unternehmen, ob im Handwerk oder Industrie tätig, in Abhängigkeit der unternehmerischen Rahmenbedingungen eine geeignete Auswahl der Fertigungsorganisation treffen.<sup>76</sup> Das Handwerk stellt an die Produktion die Anforderungen

<sup>72</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 125 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 u. 45; Adam (2001), S. 16 ff. u. 21 f.

<sup>73</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 49 f.; Lödding (2016), S. 126 ff. u. 133 f.

<sup>74</sup> Vgl. Productivity Management (Hrsg.) (2009), S. 12

<sup>75</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 126; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41; Adam (2001), S. 21 f.

<sup>76</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 50 u. 54 f.

im Bereich Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Innovation, wodurch ein erhöhter Kommunikationsaufwand entsteht.<sup>77</sup>

### 2.2.3 Herausforderungen und Entwicklungen

Das Tischlerhandwerk hat mit der idealtypischen Fertigungsorganisation Herausforderungen geschaffen, die während der Fertigung bewältigt werden müssen. Dargelegt von ADAM und zu einem späterem Zeitpunkt von LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. bestätigt, gehören dazu u.a. lange Durchlauf- und Wartezeiten sowie lange Transportwege, aber auch erschwerte Transparenz und Kontrolle der Prozessabläufe.<sup>78</sup>

Diese Herausforderungen unterscheiden sich von denen der Industrie und die bekannten Konzepte zur Bewältigung der Planungs- und Steuerungsprobleme für die Industrie sind für das Handwerk nicht praktikabel umsetzbar und müssen daher angepasst werden.<sup>79</sup>

Nach einer weiterführenden ausführlichen Recherche bleibt die Frage offen, warum die Lösung für die Industrie nicht auch auf das Handwerk übertragen und weshalb die differenzierte sowie ganzheitliche Ermittlung und Ausformulierung der Lösung für die Planungs- und Steuerungsprobleme des Handwerks nicht betrachtet wird. In der Literatur werden Lösungen für diese Herausforderungen in Bezug auf das Handwerk nicht angewendet. Dies wird von KAISER ET AL. bestätigt und resümiert, wonach ein wesentlicher Fokus auf die Thematiken der Industrie festzustellen ist.<sup>80</sup>

Im 21. Jahrhundert hat sich die Fertigung in der Industrie und im Handwerk verändert. In der Theorie und Praxis wurde sich neben der Digitalisierung der Prozessabläufe, dem Einsatz von Software zur Unterstützung der Produktion auch der Thematik Industrie 4.0 gewidmet.<sup>81</sup> SCHUH ET AL. zeigen auf und NYHUIS ET AL. bestätigen diese Entwicklung im Jahr 2021, sodass die Kunden von Industrie und Handwerk variantenreiche Produkte zu geringen Preisen fordern<sup>82</sup>, dadurch entfernt sich nach LÖDDING und DANGELMAIER die Industrie von der marktorientierten Massenfertigung hin zur kundenindividuellen Produktion.<sup>83</sup> Diese Entwicklung der Industrie führt dazu, dass das Handwerk seine Prozessabläufe an die veränderten Marktbedingungen anpasst und im Bereich der Nutzung und Ausstattung der Maschinen sowie weiterer Betriebsmittel eine Automatisierung vollzieht. Dies führt zum Dilemma, dass sich die

---

<sup>77</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831

<sup>78</sup> Vgl. Lödding (2016) S. 123 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 ff.; Adam (2001), S. 18 f.

<sup>79</sup> Vgl. Productivity Management (Hrsg.) (2009), S. 12

<sup>80</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831 f.; Meinecke (2017), S. 11 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 f.; Schuh et al. (2012g), S. 3

<sup>81</sup> Vgl. Bach et al. (2020), S. 641 ff.; Dombrowski et al. (2020), S. 8 ff.; Sinsel (2020), passim; Bach et al. (2019), S. 817

<sup>82</sup> Vgl. Schuh et al. (2013) S. 13; zitiert nach: Nyhuis et al. (2021), S. 1

<sup>83</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 126; Dangelmaier (2001), S. 3 f.

Maschinen zwar in Richtung der Industrie entwickeln und die Prozesse komplexer werden, jedoch die grundlegenden handwerklichen Strukturen dieser Unternehmen bestehen bleiben.<sup>84</sup> Die ausführliche Literaturrecherche zu dieser Thematik hat jedoch gezeigt, dass die führenden Autoren des Themengebietes u.a. SCHUH ET AL. oder WIENDAHL, H.-P. in ihren Werken sich im Kontext der Fertigung sowie der Planung und Steuerung von Produktionsprozessen auf die Industrie spezialisieren.<sup>85</sup> KAISER ET AL. kritisieren in ihrem Fachartikel, dass zwar die Unterschiede zwischen Industrie und Handwerk benannt werden, aber die Erarbeitung von Lösungen für das Handwerk ausbleibt.<sup>86</sup>

### **2.3 Fertigung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung**

Auf Basis der geschilderten Zusammenhänge wird nachfolgend die auftragsorientierte Werkstattfertigung definiert und im Kontext dieser Ausarbeitung dargestellt.

#### **2.3.1 Auslösung von Fertigungsaufträgen**

Für die Fertigung von Bauteilen ist, wie bereits in Abschnitt 2.1.2 geschildert, die Auslösung des Fertigungsauftrages entscheidend. Produzierende Unternehmen orientieren sich an den Bedürfnissen der Kunden und initiieren ihre Fertigung entweder anhand eines konkreten Kundenauftrages im Rahmen der Auftragsfertigung oder mit Hilfe von Absatzerwartungen und ohne direkten Kundenbezug mit der Lager- bzw. marktorientierten Fertigung.<sup>87</sup> Diese beiden Auslösungsarten weisen unterschiedliche Merkmale auf, die Einfluss auf die Fertigungsprozesse haben. Die auftragsorientierte Fertigung wird im Gegensatz zur Lagerfertigung mit einem konkreten und spezifischen Kundenauftrag ausgelöst, dieser wird direkt in einen Fertigungsauftrag umgesetzt. Hierbei werden in der Einfachfertigung kundenindividuelle Produkte hergestellt. Diese Zusammenhänge werden in der nachfolgenden Tabelle 4 gegenübergestellt.<sup>88</sup>

---

<sup>84</sup> Vgl. Productivity Management (Hrsg.) (2009), S. 12

<sup>85</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 248; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 41 f.; Schuh et al. (2012c), S. 3; Schuh et al. (2012h), S. 473

<sup>86</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831 f.

<sup>87</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 53 f.; Schuh et al. (2012e), S. 123 f.

<sup>88</sup> Vgl. Schuh; Schmidt (2021), S. 35 ff.; Schuh et al. (2021a), S. 135 ff.; Lödging (2016), S. 165 ff.; Schenk et al. (2014), S. 368; Schuh et al. (2012e), S. 123 f. u. 137 ff.; van Brackel (2009), S. 5 ff.

**Tabelle 4:** Gegenüberstellung Auftrags- und Lagerfertigung (eigene Darstellung)

<b>Auftragsfertigung</b>	<b>Lagerfertigung</b>
Auslösung der Fertigung durch Kundenauftrag	Auslösung der Fertigung durch Absatzwartungen, keine direkte Verbindung zwischen Kundenauftrag und Fertigung
Direkte Umsetzung des Kundenauftrags in Fertigungsauftrag	Kundenauftrag wird durch vorhandenen Lagerbestand bedient und dieser durch den Fertigungsauftrag
Kundenindividuelle Produkte	Standardprodukte, ohne Spezifikation der Kunden (kundenneutral)
Einfachfertigung	Mehrfachfertigung

SCHUH ET AL. zeigen weiterhin auf, dass auch hier eine Kombination von beiden Auslösungsarten in der Praxis vorherrschen kann, sodass beispielsweise eine individuelle kundenauftragsbezogene Endproduktion auf eine kundenanonyme Vorproduktion von benötigten Standardbauteilen folgen kann.<sup>89</sup>

Nach SCHUH ET AL. lassen sich daraus eine idealtypische Charakterisierung der auftragsorientierten Fertigung ableiten, somit kann mit diesem Begriff ebenfalls ein Zusammenspiel weiterer Komponenten der Fertigungsorganisation verstanden werden.<sup>90</sup>

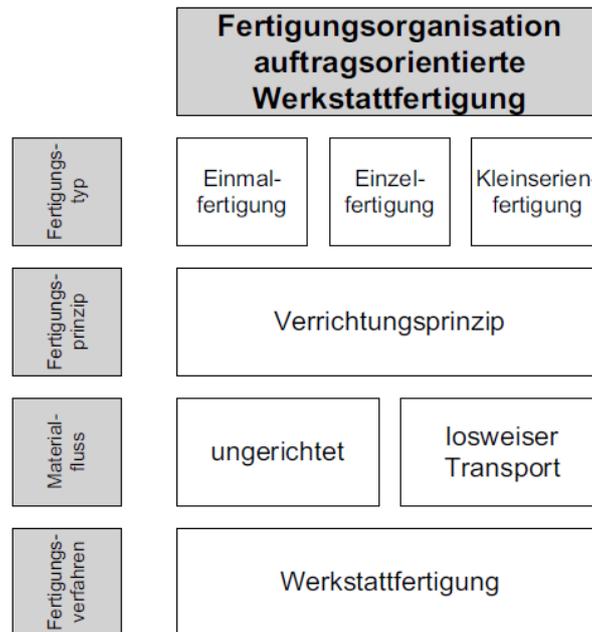
### 2.3.2 Begriffserklärung und Beschreibung

Zusammengeführt aus den Beschreibungsmerkmalen der Werkstattfertigung und der Auftragsfertigung ergibt sich ein aufeinander abgestimmtes Gesamtbild einer Fertigungsorganisation. Die idealtypische auftragsorientierte Werkstattfertigung ist nach WIENDAHL, H.-P. eine kundenspezifische Einfachfertigung.<sup>91</sup>

<sup>89</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 123 f. u. 137 ff.

<sup>90</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 123 f.

<sup>91</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 253



Eigene Darstellung

**Abbildung 9:** Idealtypische Fertigungsorganisation für die auftragsorientierte Werkstattfertigung<sup>92</sup>

In der Literatur wird diese weiterhin mit einer hohen Variantenvielfalt, geringen Losgrößen und verschiedenen Bearbeitungsreihenfolgen charakterisiert und von KAISER ET AL., SEITZ ET AL. sowie weiteren Autoren aufgegriffen und bestätigt. Dadurch entsteht ein ungerichteter und verzweigter Materialfluss mit einem losweisen Transport der Bauteile. Die auftragsorientierte Werkstattfertigung wird für die Fertigungstypen Einmal-, Einzel- oder Kleinserienfertigung verwendet.<sup>93</sup> SEITZ ET AL. sowie FELDMANN und SLAMA resümieren, dass die auftragsorientierte Werkstattfertigung das idealtypische Fertigungsverfahren für die Produktion von verschiedenen Produkten mit stark variierenden Materialflüssen ist.<sup>94</sup> KAISER ET AL. resümieren in seinem Fachbeitrag, dass die auftragsorientierte Werkstattfertigung das idealtypische Fertigungsverfahren für die Anforderungen des Tischlerhandwerks darstellt und dafür die optimalen Merkmale der Fertigungsorganisation miteinander verbindet.<sup>95</sup>

<sup>92</sup> Vgl. Holtewert; Wiendahl, H.-H. (2020), S. 140; Seitz et al. (2019), S. 828; Kaiser et al. (2017), S. 831 f.; van Brackel (2009), S. 5 f.; Feldmann; Slama (2001), S. 489 ff.; Köbernik (1999), S. 42 f.

<sup>93</sup> Ebenda

<sup>94</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828; Feldmann; Slama (2001), S. 489 ff.

<sup>95</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831

## 2.4 Produktionsplanung und -steuerung

Die PPS wird von SEITZ ET AL. und SCHUH ET AL. als Grundlage für den reibungslosen Prozessablauf der Produktion beschrieben.<sup>96</sup> Dabei hat die PPS die Aufgabe der mengen-, termin- und kapazitätsbezogenen Planung und Steuerung des Produktionsprozesses sowie der Bereitstellung aller erforderlichen und auftragspezifischen Daten.<sup>97</sup> In den 1980er Jahren wurde die PPS als Planung und Steuerung der Fertigung und Konstruktion verstanden.<sup>98</sup> Heutzutage ist darüber hinaus die gesamte technische Auftragsabwicklung von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand zu verstehen.<sup>99</sup> KIENER ET AL. definieren die Aufgabe der PPS als

*„aufgrund erwarteter oder vorliegender Kundenaufträge den mengen- und zeitmäßigen Produktionsablauf unter Beachtung der verfügbaren Ressourcen (v. a. Kapazitäten) durch Planvorgaben festzulegen, freizugeben und zu überwachen und bei Abweichungen Maßnahmen zu ergreifen, so dass vorab festgelegt betriebliche Ziele erreicht werden.“<sup>100</sup>*

Die PPS gliedert sich in die Produktionsplanung, mit der Produktionsprogrammplanung, Materialbedarfsplanung sowie der Termin- und Kapazitätsplanung.<sup>101</sup> Die anschließende Produktionssteuerung baut nach SEITZ ET AL. und LÖDDING darauf auf und beinhaltet die Auftragsfreigabe, -planung und -überwachung.<sup>102</sup>

### 2.4.1 Einordnung und Entwicklung im Unternehmen

Der produzierende Bereich eines Unternehmens wird gemäß Literatur in die Bereiche Beschaffungs-, Produktions- und Absatzmanagement untergliedert. Das Produktionsmanagement ist wiederum unterteilt in die strategische, taktische und operative Planung. Das strategische Produktionsmanagement beschäftigt sich mit der Ermittlung und Erhaltung einer wettbewerbsfähigen Produktion und der überbetrieblichen Ziel- und Strategiefindung. Das taktische Produktionsmanagement hingegen konkretisiert die Entscheidungen aus dem strategischen Produktionsmanagement, indem Entscheidungen zum Produktionsprogramm und -system getroffen werden. Im operativen Produktionsmanagement findet die Durchführung der Produktion mit der Planung und Steuerung der verfügbaren Produktionsfaktoren statt. Die geschilderte Einordnung der PPS im Unternehmen wird in der nachfolgenden Abbildung 10 zusammenfassend dargestellt.<sup>103</sup>

---

<sup>96</sup> Vgl. Seitz et al. (2018), S. 841; Schuh et al. (2012g), S. 3 ff.

<sup>97</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 811; Schmidt et al. (2012), S. 309

<sup>98</sup> Vgl. Hackstein (1984), zitiert nach: Schenk et al. (2014), S 391

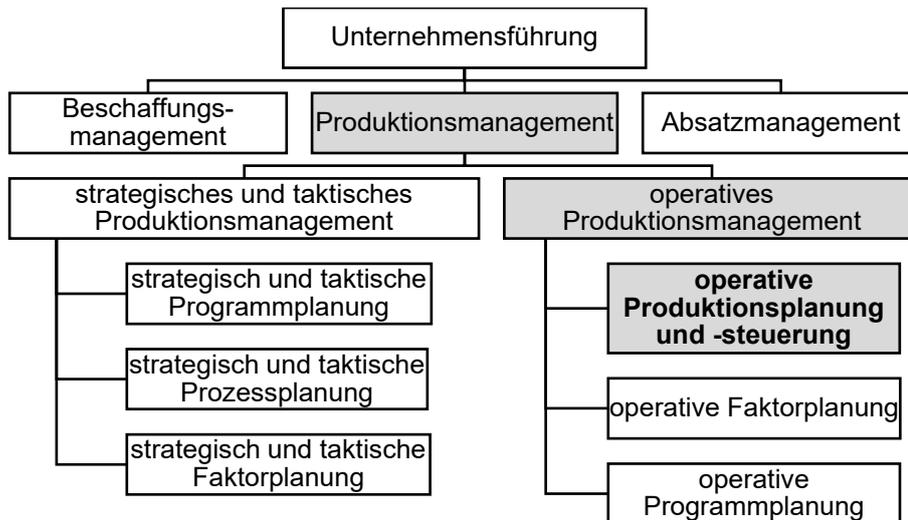
<sup>99</sup> Vgl. Luczak und Eversheim (1999), zitiert nach: Wiendahl, H.-H. (2020), S. 228; Schenk et al. (2014), S 391

<sup>100</sup> Kiener et al. (2018) S. 124

<sup>101</sup> Vgl. Seitz et al. (2018), S. 841; Schenk et al. (2014), S. 359; Schuh et al. (2012a), S. 29 ff.

<sup>102</sup> Vgl. Seitz et al. (2018), S. 842; Lödding (2016), S. 165 ff.; Schenk et al. (2014), S. 369

<sup>103</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 6 ff. u. 119 ff.; Dangelmaier (2009), S. 9



Eigene Darstellung

**Abbildung 10:** Einordnung der PPS in das Unternehmen

In diesem Kontext stellt die PPS die zentrale Aufgabe des operativen Produktionsmanagements dar.<sup>104</sup> Dabei dient die PPS nach WIENDAHL, H.-P. als Planungs- und Steuerungsinstrument der Produktion mit dem Ziel die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.<sup>105</sup>

Damit die produzierenden Unternehmen von diesem Umstand profitieren, hat sich die Wissenschaft ab den 1980er Jahren intensiver mit der Thematik der PPS beschäftigt, weil sich der Bedeutung und Verantwortung der PPS zur Beherrschung der Produktionsprozesse bewusst gemacht wurde. Zu diesem Zeitpunkt wurden die Material- und Zeitwirtschaft in ein übergreifendes Produktionskonzept zusammengeführt. Seitdem hat sich dieser Begriff in der unternehmerischen Praxis und Wissenschaft etabliert.<sup>106</sup>

Seit 1993 wird am FIR der Hochschule Aachen Forschung zur PPS betrieben mit dem Ziel allgemeingültige Modelle zu entwickeln. Aus Erfahrungen sowie der Adaption von Praxis und Wissenschaft haben sich daraus verschiedene Konzepte entwickelt.<sup>107</sup> Seitdem hat sich das Gestaltungsumfeld der PPS vergrößert, sodass nach SCHUH ET AL. ab den 2000er Jahren alle betrieblichen Aktivitäten im Bereich der technischen Auftragsabwicklung und softwareunterstützten Aufgaben zu dem Begriff der PPS zugeordnet werden.<sup>108</sup>

<sup>104</sup> Vgl. Dombrowski et al. (2020), S. 8; Bach et al. (2019), S. 815; Kiener et al. (2018), S. 117 u. 145; Schuh et al. (2012g), S. 3 ff.; Dyckhoff; Spengler (2010), S. 29; Zäpfel (2001), S. 56

<sup>105</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 811; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 247; Schuh et al. (2012a), S. 29

<sup>106</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 247 ff.; Schuh et al. (2012g), S. 3 f.

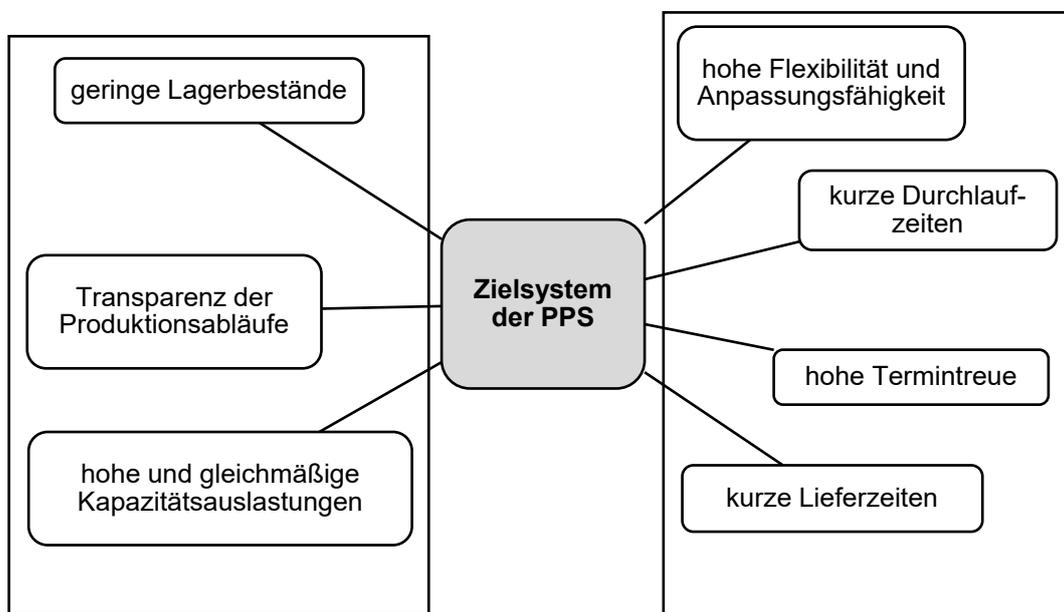
<sup>107</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 123 ff.; Schuh et al. (2012g), S. 3 ff.

<sup>108</sup> Vgl. Schuh et al. (2012c), S. 297 ff.

## 2.4.2 Grundlagen und Zielsetzungen

Die PPS beschäftigt sich mit der mengen-, kapazitäts- und terminbezogenen Planung und Steuerung der Produktionsabläufe mit dem Fokus auf den effizienten Material- und Ressourceneinsatz innerhalb des produzierenden Unternehmens. Die PPS nimmt eine zentrale Stellung bei der Auftragsabwicklung ein.<sup>109</sup> Die Ausgestaltung der PPS ist abhängig von der zugrundeliegenden Fertigungsorganisation und muss in Abhängigkeit dieser ausformuliert werden.<sup>110</sup>

Die Ziele der PPS werden in der grundlegenden Fachliteratur an zahlreichen Stellen u.a. von WIENDAHL, H.-H. ET AL., LÖDDING, WIENDAHL, H.-P. und SCHUH ET AL. beschrieben und von STALINSKI und SCHOLZ sowie von BOß und DECKERT aufgegriffen und bestätigt.<sup>111</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 11:** Zielsystem der PPS unterteilt in Betriebs- und Marktziele<sup>112</sup>

WIENDAHL, H.-P. und MITTENDORF stellen dar, dass die dargestellten Ziele eine strategische Bedeutung für den Erfolg des Produktionsunternehmens haben und neben dem Einfluss auf die Logistikleistungen auch die Prozess- und Kapitalbindungskosten beeinflussen. Dies wird einige Jahre später von BOß und DECKERT aufgegriffen und auch als Dilemma der

<sup>109</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 117; Boß; Deckert (2017), S. 811; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 58; Schuh et al. (2012a), S. 29 ff

<sup>110</sup> Vgl. Corsten; Gössinger (2002), S. 2

<sup>111</sup> Vgl. Närdermann (2022), S. 14 ff.; Wiendahl, H.-H. et al. (2021), S. 45 f.; Stalinski; Scholz (2018), S. 277; Boß; Deckert (2017), S. 811 ff.; Lödding (2016), S. 21 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), 250 f.; Schenk et al. (2014), S. 391 f.; Schuh et al. (2012a), S. 29 ff.; Jodlbauer (2007), S. 89 f.; Wiendahl, H.-P.; Mittendorf (2000), S. 1 ff.

<sup>112</sup> Ebenda

Ablaufplanung bezeichnet. Die logistischen Teilziele können nicht isoliert voneinander betrachtet und optimiert werden, eine hohe Kapazitätsauslastung der Maschinen bedingt hohe Lagerbestände, welche wiederum zu langen Durchlaufzeiten innerhalb des Unternehmens führen.<sup>113</sup> LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. erweitern dieses Dilemma ganzheitlich auf die PPS und schildern, dass zwischen den Interessen der Kunden und des Unternehmens in Bezug auf die Ziele ein Konflikt vorherrscht.<sup>114</sup>

In der Praxis wird die PPS oftmals mit Softwareunterstützung, die auf mathematischen und datenbasierten Funktionen fundieren, durchgeführt, welche im unternehmensinternen Enterprise-Ressource-Planing (ERP) Programmen integriert sind. Jedoch ist dabei anzumerken, dass der Einsatz einer Software keine Voraussetzung für die Nutzung der PPS ist, sondern auch ohne Hilfsmittel durchgeführt werden kann. Weiterhin bestätigen LIST-EBENER und LIST die Aussage von WIENDAHL, H.-P., dass die Softwareunterstützung den menschlichen Input in diesem Prozess nicht ersetzen wird.<sup>115</sup>

Vorbereitend muss der Begriff Komplexität, für den in der Literatur keine allgemeingültige Definition vorliegt, detaillierter betrachtet werden.<sup>116</sup> Komplexität kann zusammenfassend als strukturelle Merkmale und Elemente bezeichnet werden, die in einem ganzheitlichen System voneinander abhängig sind. Mit einer steigenden Anzahl dieser Merkmale und Elemente sowie deren Verbindungen zueinander steigt ebenfalls die Komplexität, sodass dieses System durch diese Eigenschaften bewertet werden kann.<sup>117</sup> Komplexe Prozesse weisen dabei eine hohe Eigendynamik auf, es ist keine eindeutige Modellierung möglich, sodass die Prozesse eine Intransparenz aufweisen und die Lösungsansätze nur mit einem höheren Aufwand zu definieren sind.<sup>118</sup> In Abgrenzung dazu lässt sich der Begriff Komplizität benennen, bei dem ein System zwar viele Elemente aufweist, diese jedoch im Vergleich zur Komplexität ein vorhersagbares Ergebnis ergeben. Komplizierte Prozesse erscheinen zwar unübersichtlich, sind aber beherrschbar.<sup>119</sup>

In der Wissenschaft und Praxis findet sich eine Vielzahl verschiedener PPS-Konzepte, die sich in der Entscheidungskomplexität, Entscheidungsbefugnis oder in der Art der eingesetzten Algorithmen sowie der verwendeten Fertigungsorganisation unterscheiden.<sup>120</sup>

---

<sup>113</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 811 ff.; Wiendahl, H.-P.; Mittendorf (2000), S. 1 ff.

<sup>114</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 21 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 250 f.

<sup>115</sup> Vgl. List-Ebener; List (2019); Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278 f.

<sup>116</sup> Vgl. Schoeneberg (2014) S. 14; Dittes (2012), S. 2f.

<sup>117</sup> Vgl. Feess (2018); Dittes (2012), S. 2f.

<sup>118</sup> Vgl. Feess (2018); Schoeneberg (2014) S. 14

<sup>119</sup> Vgl. Schoeneberg (2014) S. 14, Dittes (2012), S. 2f.

<sup>120</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 123 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278 ff.

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist die Entscheidungskomplexität der PPS-Systeme. Dabei wird hauptsächlich zwischen dem Partial- und Totalmodell unterschieden. Letzteres verfolgt den simultanen Ansatz, in dem alle Aufgabenstellungen der PPS in einem Modell und Prozessschritt gelöst werden soll. Das Partialmodell teilt die Gesamtaufgabe der PPS in Teilaufgaben und vereinfacht diese in Modelle, sodass sie schrittweise aufeinanderfolgend abgearbeitet werden können. Diese PPS-Systeme werden auch Sukzessivplanungskonzepte genannt.<sup>121</sup> BOß und DECKERT greifen die Schlussfolgerung von NEUMANN und STADLER ET AL. auf, dass in der Praxis die Sukzessivplanung klassischerweise verwendet wird, weil aufgrund der Komplexität der PPS eine Simultanplanung nicht umsetzbar ist. Nur durch die sukzessive Abarbeitung von vereinfachten Teilaufgaben lässt sich die PPS im Unternehmen zum gewünschten wirtschaftlichen Erfolg anwenden.<sup>122</sup>

Entscheidungskomplexität	Entscheidungsbefugnis	Algorithmen	Fertigungsorganisation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalmodell: Aufgabenstellung wird in einem Modell und Verfahrensschritt gelöst (Simultanplanung)</li> <li>• Partialmodell: Aufgabenstellung wird in mehrere Modelle geteilt, die schrittweise aufeinanderfolgend abgearbeitet werden (Sukzessivplanung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zentral: Entscheidungen werden von einer Instanz getroffen, z.B. Fertigungsleitung</li> <li>• dezentral: Entscheidungen werden von mehreren Instanz getroffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• exakte mathematische Lösungsverfahren bei der Simultanplanung</li> <li>• heuristische Verfahren bei der Sukzessivplanung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl des Fertigungsprinzips</li> <li>• Auswahl des Fertigungstyps</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 12:** Kriterien zur Unterscheidung von PPS-Konzepten<sup>123</sup>

Zur Strukturierung und Darstellung der notwendigen Teilaufgaben ist das Aachener PPS-Modell, entwickelt vom FIR an der Hochschule Aachen, das etablierte Referenzmodell, indem die einzelnen Teilaufgaben in einer hierarchischen Struktur dargestellt werden. Das Modell beschreibt die Aufgaben, Prozesse und Funktionen in verschiedenen Referenzschichten, dabei wird der Fokus auf die unterschiedlichen Aspekte der Planung und Steuerung der unternehmensinternen Produktionsprozesse gelegt.<sup>124</sup> Nach SCHUH ET AL. ist das Aachener PPS-

<sup>121</sup> Ebenda

<sup>122</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 811; Neumann (2013), S. 220; Stadler et al. (2010), S. 89

<sup>123</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 123 f.; van Brackel (2009), S. 9 ff. u. 19 f.

<sup>124</sup> Vgl. Bach et al. (2020), S. 642; Bach et al. (2019), S. 815; Lödding (2016), S. 107; Schuh et al. (2012b), S. 18 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 29; Schuh et al. (2012d), S. 82

Modell in vier Referenzschichten aufgeteilt, die der Abbildung 13 entnommen werden können.<sup>125</sup>

Aufgabensicht	Prozessarchitektursicht	Prozesssicht	Funktionssicht
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben der PPS werden hierarchisch spezifiziert</li> <li>• Abgrenzung der Aufgabebereiche zu Organisationseinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindeglied zwischen Aufgaben- und Prozesssicht</li> <li>• Basis für Ableitung der Strategien, Prozesse und Aufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitlich logische Beschreibung der Auftragsabwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Anforderungen an Software zur Unterstützung der innerbetrieblichen PPS-Aktivitäten</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 13:** Referenzschichten des Aachener PPS-Modells<sup>126</sup>

BACH ET AL. bestätigen die Schlussfolgerung von SCHUH ET AL., dass die Aufgabensicht die Grundstruktur des Aachener PPS-Modell bildet, weil diese die Aufgaben der PPS in einer allgemeingültigen Struktur spezifiziert und detailliert. Daher wird im Folgenden ein besonderer Fokus auf diese Aufgabensicht gelegt.<sup>127</sup> Weiterhin wird diese in Netzwerk-, Kern- und Querschnittsaufgaben unterteilt, wobei die Kernaufgaben die grundlegenden Aufgaben des Produktionsprozesses beschreiben. Daher wird sich in der vorliegenden Ausarbeitung auf die Fokussierung dieser Teilaufgaben der PPS konzentriert.<sup>128</sup>

Netzwerkaufgaben	Kernaufgaben	Querschnittsaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung aller planenden Aufgaben im Kontext zum Netzwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung aller Aufgaben des grundlegenden Produktionsprozesses</li> <li>• Ursprüngliche Aufgabe der PPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planende und steuernde Aufgabe, die Elemente von Kern- und Netzwerkaufgaben aufweisen</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 14:** Unterteilung der Aufgabensicht des Aachener PPS-Modells<sup>129</sup>

<sup>125</sup> Schuh et al. (2012b), S. 18 ff.

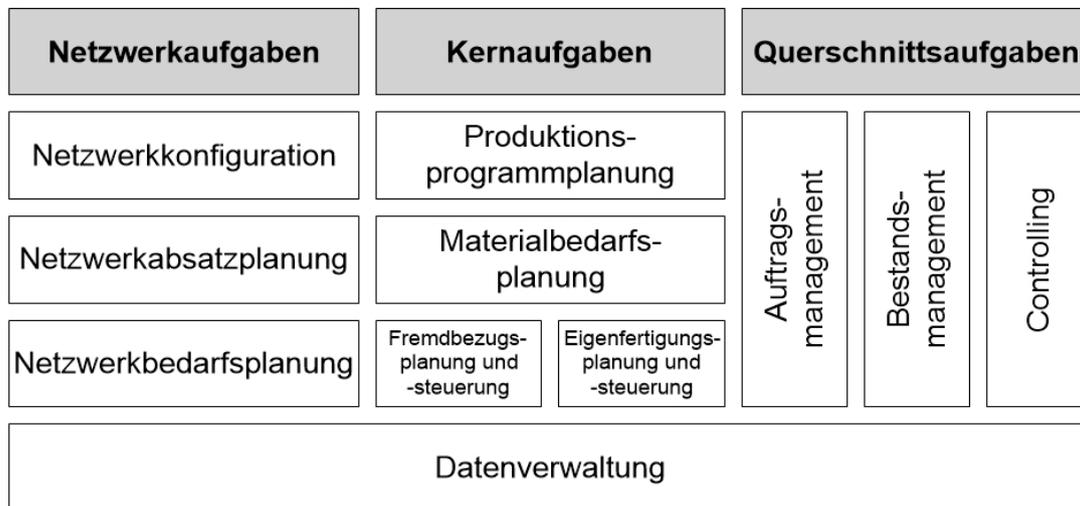
<sup>126</sup> Ebenda

<sup>127</sup> Vgl. Bach et al. (2019), S. 815; Schuh et al. (2012a), S. 29 ff.

<sup>128</sup> Vgl. Schuh et al. (2012a), S. 29 ff. u. 38

<sup>129</sup> Ebenda

Die Kernaufgaben werden seinerseits in die Produktionsprogrammplanung und -bedarfsplanung, Fremdbezugsplanung und -steuerung sowie Eigenfertigungsplanung und -steuerung unterteilt, welche im Abschnitt 2.4.3 genauer erläutert werden.<sup>130</sup>



Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Schuh et al. (2012b), S. 21

**Abbildung 15:** Aufgabensicht des Aachener PPS-Modells<sup>131</sup>

An dieser Stelle muss allerdings auch die in der Literatur genannte Kritik an den allgemeingültigen PPS-Modellen aufgezeigt werden. SCHUH, LÖDDING und STICH kritisieren, dass die ausgearbeiteten Modelle die komplexen Sachverhalte weitestgehend zu vereinfacht darstellen und damit an ihre Grenzen stoßen.<sup>132</sup> Des Weiteren beschreibt das Aachener PPS-Modell nach SCHUH ET AL. diesen Teilaspekt des operativen Produktionsmanagements hauptsächlich fokussiert auf die Industrie. SCHUKRAFT ET AL. ergänzen, dass die PPS für Produktionsstrukturen mit einem hohen Maß an Flexibilität nicht geeignet ist, sondern eine hohe Planbarkeit benötigt. Die in Abschnitt 2.2 geschilderten Merkmale des Tischlerhandwerks stehen damit konträr. Die Bewältigung dieser Herausforderungen stellt hohe Anforderungen an die Flexibilität eines PPS-Systems.<sup>133</sup>

Abschließend lässt sich aussagen, dass bei der hier angeführten Sukzessivplanung ein hoher Zeitbedarf entsteht, weil nicht nur die einzelnen Teilaufgaben sukzessive bearbeitet, sondern auch die einzelnen Aufträge zuerst isoliert voneinander betrachtet werden. Bei der Zusammenführung der Teilaufgaben und Aufträge kann es zu überschneidenden Kapazitäten kommen.<sup>134</sup> Eine einheitliche und allgemeingültige Lösung für die PPS existiert nicht und muss

<sup>130</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 6 ff.; Schuh et al. (2012b), S. 18 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 60 ff. u. 72 ff. Schuh et al. (2012a), S. 29

<sup>131</sup> Ebenda

<sup>132</sup> Vgl. Schuh et al. (2011), S. 61 ff.

<sup>133</sup> Vgl. Schukraft et al. (2017), S. 126 f.; Schuh et al. (2012b), S. 14

<sup>134</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 130 ff.

jeweils in Relation zu den vorhandenen Rahmenbedingungen und Unternehmensstrukturen betrachtet werden.<sup>135</sup>

Zusammenfassend lässt sich nach WIENDAHL, H.-P. festhalten, dass die Grundlagen und theoretischen Ansätze der PPS in den letzten Jahrzehnten gleichbleibend sind und sich im Verlauf der Wissenschaft nicht verändert haben. Jedoch verändern sich die Konzepte und die Art der Umsetzung mit der Weiterentwicklung der Technologien hin zu softwarebasierten und digitalen Lösungen.<sup>136</sup>

### 2.4.3 Teilaufgaben und -funktionen

Ausgehend vom beschriebenen Aachener PPS-Modell und den vorgestellten Kernaufgaben lässt sich eine relevante Übersicht der Teilaufgaben und -funktionen für die PPS bei Eigenfertigung erstellen, die in Abbildung 16 dargestellt ist.<sup>137</sup>

Teilgebiet	Teilaufgabe	Planungsobjekt	Teilfunktion	Zeitachse
Produktionsplanung	Produktionsprogrammplanung	Produkt	Prognoserechnung   Grobplanung   Lieferterminbestimmung   Kundenauftragsabwicklung	Langfristig
	Materialbedarfsplanung	Produktbestandteil	Bedarfsplanung und -ermittlung   Beschaffungsplanung und -durchführung   Lagerplanung und -betrieb   Entsorgungsplanung und -durchführung   Bestandsplanung und -ermittlung	Mittelfristig
	Termin- und Kapazitätsplanung	Fertigungsauftrag	Losgrößenrechnung   Feinterminierung und Reihenfolgeplanung   Verfügbarkeitsprüfung	
Produktionssteuerung	Auftragsfreigabe und -planung	Fertigungsauftrag	Fertigungsauftragsfreigabe   Belegerstellung   Fertigungsauftragsbereitstellung   Arbeitsverteilung	Kurzfristig
	Auftragsüberwachung	Arbeitsvorgang	Fertigungsauftragsfortschrittserfassung   Mengen- und Terminüberwachung   Qualitätsprüfung	

Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Wiendahl, H.-P. (2014), Seite 282

**Abbildung 16:** Übersicht der einzelnen Teilaufgaben und -funktionen der PPS bei Eigenfertigung<sup>138</sup>

Demnach lassen sich die Produktionsprogramm-, Materialbedarfs- sowie die Termin- und Kapazitätsplanung zur lang- und mittelfristigen Produktionsplanung zuordnen. Diese gestaltet und strukturiert den Produktionsinhalt und deren Prozesse. Die Auftragsfreigabe, -planung und

<sup>135</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. (2020), S. 228

<sup>136</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 350

<sup>137</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278 ff.

<sup>138</sup> Ebenda

-überwachung gehört der kurzfristigen Produktionssteuerung an, welche den Ablauf der geplanten Tätigkeiten unter Berücksichtigung der Vorgaben aus der Produktionsplanung und den logistischen Zielgrößen begleitet.<sup>139</sup>

Die Produktionsplanung startet mit der Produktionsprogramm- bzw. der Primärbedarfsplanung, in der ausgehend von einem konkreten Kundenbedarf oder Absatzprognosen ein Produktionsplan erstellt wird, in dem die herzustellenden Erzeugnisse nach Art, Menge und Termin für eine bestimmte Planungsperiode festgelegt werden.<sup>140</sup> Dabei handelt es sich um den ersten Planungsschritt der operativen PPS und um eine langfristige Grobplanung, die sicherstellen soll, dass die erforderlichen Kapazitäten und Ressourcen ausreichen.<sup>141</sup> Nach WIENDAHL, H.-P., LÖDDING und weiteren Autoren wird das Produktionsprogramm je nach Auftragsart unterschiedlich ausgelöst. Bei der kundenanonymen Produktion auf Lager wird das Produktionsprogramm anhand von Absatzprognosen erstellt. Bei der kundenspezifischen Produktion, wie sie in der auftragsorientierten Werkstattfertigung vorliegt, wird das Produktionsprogramm anhand von konkreten Kundenanfragen oder -aufträgen in einer Grobplanung definiert. Darüber hinaus kann die Produktionsprogrammplanung auch durch Lieferpläne oder Rahmenverträge ausgelöst werden.<sup>142</sup>

Das Ergebnis der Produktionsprogrammplanung ist der Primärbedarf, also die Menge des Erzeugnisses in der jeweiligen Planungsperiode. Dieser Bedarf muss schlussendlich noch mit den vorhandenen Lagerbeständen abgeglichen werden, um die zu produzierende Menge zu ermitteln.<sup>143</sup>

Darauf aufbauend folgt die mittelfristige Material-, Produktions- oder Sekundärbedarfsplanung mit einem Planungshorizont von mehreren Monaten. Die Aufgabe besteht darin, den Material- und Ressourcenbedarf zur Realisierung des Produktionsprogramms zu ermitteln und diesen nach Art, Menge und Termin in Eigenfertigungs- und Fremdbezugsteile einzuteilen. Das daraus resultierende Ergebnis wird auch Sekundärbedarf genannt. In diesem Kontext wird unter Material die benötigten Roh-, Werk-, Hilfs-, oder Betriebsstoffe verstanden.<sup>144</sup> Für die Ermittlung dieses Bedarfs stehen nach WIENDAHL, H.-P. verschiedene Methoden zur

---

<sup>139</sup> Vgl. Schuh et al. (2021b), 63 ff.; Wiendahl, H.-H. (2020), S. 233 ff.; Boß; Deckert (2017), S. 811; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 29 ff. u. 39 ff.

<sup>140</sup> Vgl. Bach et al. (2019), S. 815 f.; Lödding (2016), S. 6 ff. u. 110 ff.

<sup>141</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 125; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 282

<sup>142</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 135 ff.; Lödding (2016), S. 108 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 285 ff.; Schuh et al. (2012f), S. 201 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 39 ff.

<sup>143</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 135 ff.; Lödding (2016), S. 108 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 282

<sup>144</sup> Vgl. Bach et al. (2019), S. 815 f.; Kiener et al. (2018), S. 125 ff. u. 165; Lödding (2016), S. 6 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 282, 290 f. u. 320 f.

Auswahl, wie z.B. die deterministische, stochastische oder heuristische Bedarfsermittlung, die je nach Produktionsprogramm und Voraussetzungen des Unternehmens ausgewählt werden.<sup>145</sup>

Neben der Teilfunktion der Materialbedarfsermittlung erfolgt für die Fremdbezugsaufträge mit der Beschaffungsplanung und -durchführung nach WIENDAHL, H.-P. und KIENER ET AL. eine Auswahl und Bewertung der Lieferanten. Eine weitere Aufgabe der Materialbedarfsplanung ist die Lagerplanung, bei der die Organisation und der Betrieb des Lagers in einem geordneten Materialfluss geplant wird. Anschließend kann noch eine Auseinandersetzung mit der Entsorgung der Materialien, sowie mit der Bestandspflege, also welche notwendigen Bestände an Rohmaterial, Halbfertigwaren und Endprodukten vorhanden sein sollte, erfolgen.<sup>146</sup> Für den Fremdbezug steht als Ergebnis das Fremdbezugsprogramm, welches die Eingangsinformation für die Fremdbezugsplanung und -steuerung darstellt. In dieser Teilaufgabe wird festgelegt, welche Erzeugnisse oder Bauteile bezüglich Menge und Termin zu beschaffen sind.<sup>147</sup> Nach SCHUH ET AL. hat diese Teilaufgabe für die Industrie eine hohe Bedeutung, weil dort eine geringe Fertigungstiefe vorherrscht und eine Vielzahl der Fertigungsprozesse ausgelagert werden. Des Weiteren stellen SCHUH ET AL. dar, dass diese Teilaufgabe konträr zur Industrie im Handwerk eine untergeordnete Bedeutung zugeschrieben wird, weil die Fertigungstiefe höher und der Fremdbezug der Fertigungsprozesse am Endprodukt geringer sind.<sup>148</sup> Daher wird unter Berücksichtigung des Kontexts dieser Arbeit die Fremdbezugsplanung und -steuerung in den folgenden Ausführungen vernachlässigt.

Für die Eigenfertigungsplanung und -steuerung folgt als letzte Teilaufgabe der Produktionsplanung die mittelfristige Termin- und Kapazitätsplanung, bei der, unter Berücksichtigung der verfügbaren maschinellen und personellen Kapazitäten der Arbeitssysteme, realistische Start-, Fertigstellungs- und Ecktermine geplant werden. Dies hat das Ziel einer gleichmäßigen Auslastung, kurzen Durchlaufzeit und termingerechter Fertigstellung, sodass diese Teilaufgabe wird auch als Durchlaufterminierung bezeichnet.<sup>149</sup>

Für die geschilderte Zielerreichung müssen, die in Abbildung 17 dargestellten Teilfunktionen, durchgeführt werden.

---

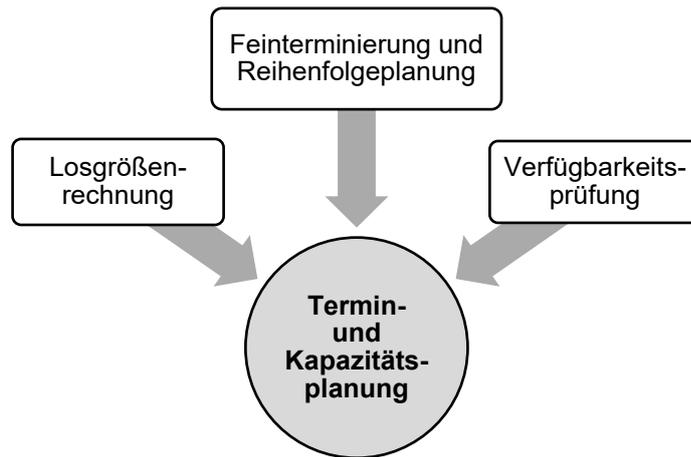
<sup>145</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 291 ff.

<sup>146</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 163 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 282 u. 301 ff.

<sup>147</sup> Vgl. Schuh et al. (2021c), S. 235 ff.; Bach et al. (2019), S. 815 f.; Lödding (2016), S. 6 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 57 ff.

<sup>148</sup> Vgl. Schuh et al. (2012a), S. 57 ff.

<sup>149</sup> Vgl. Schuh et al. (2021e), S. 197 ff.; Bach et al. (2019), S. 815 f.; Kiener et al. (2018), S. 192 ff.; Lödding (2016), S. 6 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 321 ff.



Eigene Darstellung

**Abbildung 17:** Teilfunktionen der Termin- und Kapazitätsplanung<sup>150</sup>

Zu Beginn wird mit der Losgrößenrechnung die optimale Losgröße für die Produktion eines ausgewählten Produktes definiert, mit dem Ziel die Prozesskosten zu minimieren. Diese Teilfunktion wird jedoch hauptsächlich bei der marktorientierten Serienfertigung verwendet. Bei der Auftragsfertigung und im Handwerk spielt diese Teilfunktion eine untergeordnete Rolle, weil es sich dabei zumeist um kundenindividuelle Einfachproduktionen handelt, bei denen weniger Sekundärbedarfe zusammengefasst werden müssen.<sup>151</sup>

Mit der Feinterminierung und Reihenfolgeplanung, auch Feinplanung genannt, werden die Arbeitsvorgänge auf die Betriebsmittel mit Start- und Endterminen eingeplant. Die Vorgehensweise bei der Ermittlung dieser Termine kann nach LÖDDING und SCHUH ET AL. durch die Rückwärts- oder Vorwärtsterminierung erfolgen. Damit wird die theoretische Durchführbarkeit der Planung sichergestellt, wofür eine hohe Genauigkeit der Vorgabezeiten und Kapazitätsangaben notwendig ist. Anschließend muss der ermittelte Kapazitätsbedarf mit dem vorhandenen Kapazitätsangebot abgeglichen werden. Für diesen Planungsschritt werden in der Wissenschaft verschiedene Verfahren vorgestellt, zu denen die Prioritätsregeln, Leitstände oder optimierende Algorithmen gehören.<sup>152</sup>

Bei der Verfügbarkeitsprüfung werden die erforderlichen Materialien und das Personal sowie die notwendigen Betriebsmittel und Arbeitsunterlagen auf ihre Verfügbarkeit überprüft. Bei erfolgreicher Prüfung wird der Auftrag für die Produktion mit der Erstellung der Produktionsbelege freigegeben.<sup>153</sup> Diese Teilaufgabe hat gerade bei der kundenauftragsbezogenen

<sup>150</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), 211 ff.; Lödding (2016), S. 113 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 321 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 50 ff.

<sup>151</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 113 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 50 ff.

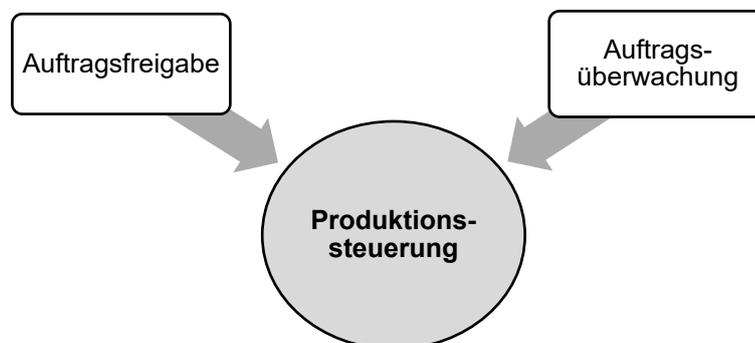
<sup>152</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), 211 ff.; Lödding (2016), S. 113 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 321 ff.; Schuh et al. (2012a), S. 50 ff.

<sup>153</sup> Vgl. Lödding (2016), 113 ff.

Einzel fertigung in der Werkstattfertigung eine hohe Bedeutung, während bei der Serienfertigung die Durchlaufterminierung aufgrund des Wiederholcharakters nicht für jeden Auftrag individuell durchgeführt wird.<sup>154</sup> Als Ergebnis der Produktionsplanung liegen für den Fremdbezug die Bedarfsmenge und die Liefertermine vor sowie für die Eigenfertigung die benötigten Mengen, Start- und Fertigstellungstermine bzw. die Planreihenfolge der Aufträge.<sup>155</sup>

Entgegen dem Aufbau des klassischen Aachener PPS-Modells stellen CORSTEN und GÖSSINGER sowie SCHUH ET AL. dar, dass bei Produktionen, die nach dem Auftragsfertigungsprinzip strukturiert sind und einem hohen Flexibilitätsgrad aufweisen, eine Feinterminplanung zu diesem Zeitpunkt überflüssig ist. Durch die geforderte Flexibilität und die sich ändernden Produktionsabläufe stellt eine Terminplanung zu diesem Zeitpunkt lediglich Schätzwerte dar, die nur in einer Grobterminplanung aufgestellt werden sollten. Hierfür wurde von CORSTEN und GÖSSINGER das sogenannte flexibilitätsorientierte Entscheidungsmodell entwickelt.<sup>156</sup>

Die Produktionssteuerung beinhaltet die in nachfolgenden Abbildung 18 dargestellten kurzfristigen Teilaufgaben der PPS.<sup>157</sup> SEITZ ET AL. beschreiben in ihrem Fachartikel basierend auf den Grundlagen von LÖDDING die Produktionssteuerung als elementar wichtig für den unternehmerischen Erfolg, weil durch eine optimale Steuerung der Fertigung vermeintlich begangene Planungsfehler ausgeglichen werden können.<sup>158</sup> Nach WIENDAHL, H.-P. ist das übergeordnete Ziel der Produktionssteuerung, die geplanten Fertigungsaufträge freizugeben und zu überwachen.<sup>159</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 18:** Teilaufgaben der Produktionssteuerung<sup>160</sup>

<sup>154</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 192 ff.

<sup>155</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 329

<sup>156</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 140 ff.; Corsten; Gössinger (2002), S. 15 ff.

<sup>157</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283

<sup>158</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 829; Lödding (2016), S. 339 ff.

<sup>159</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 329

<sup>160</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 127 f., 216 ff. u. 231 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283 u. 329 ff.

Nachdem die Verfügbarkeitsprüfung abgeschlossen ist und alle Voraussetzungen für den Start der Produktion gegeben sind, werden die Auftragsbegleitpapiere, z.B. Laufkarten, Materialentnahmescheine, Zeichnungen oder Arbeitsanweisungen, erstellt. Anschließend werden die einzelnen Aufträge auf die Arbeitssysteme verteilt, sodass die Produktion unter Berücksichtigung von Eilaufträgen mit der Materialbereitstellung beginnen kann.<sup>161</sup> Während des tatsächlichen Fertigungsprozesses werden die einzelnen Aufträge hinsichtlich ihrer Qualität, Menge und Zeit kontinuierlich überwacht und bei Abweichungen gegengesteuert. Dies erfolgt über die Auftragsfortschrittserfassung mittels Abgleich der auftragsbezogenen Daten aus der Betriebsdatenerfassung. Dabei unterscheidet KIENER ET AL. weiterhin nach der Kapazitätsüberwachung, durch maschinen- und personalbezogenen Daten, und der Bestandsüberwachung mit materialbezogenen Daten. Die Auftragsüberwachung liefert eine zeitnahe Information zu den Produktionsprozessen.<sup>162</sup>

#### **2.4.4 Darstellung für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk**

Die PPS in Bezug auf die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Kontext des Tischlerhandwerks stellt im Vergleich zu anderen Fertigungsorganisationen und der Industrie, wie bereits beschrieben, differenzierte und spezielle Rahmenbedingungen auf, wodurch unterschiedliche Planungsmethoden eingesetzt werden müssen. KAISER ET AL. und SCHUKRAFT ET AL. resümieren in ihren Fachartikeln über die auftragsorientierte Werkstattfertigung die Eigenschaften dieser Fertigungsorganisation. Demnach müssen die Unternehmen flexibel auf die individuellen Kundenwünsche bei einer schwankenden Nachfragesituation reagieren. Gleichzeitig bedingt die hohe Variantenvielfalt und das vermehrte Vorhandensein von Eilaufträgen hohe Anforderungen an den Produktionsprozess, wodurch dieser durch verzweigte Materialflüsse und unterschiedliche Auftragsmerkmale erschwert wird.<sup>163</sup> Demnach stellt die PPS im Tischlerhandwerk und der Werkstattfertigung einen erhöhten Schwierigkeitsgrad dar, gleichzeitig unterstreichen KAISER ET AL. die Wichtigkeit der PPS für Unternehmen aus diesem Bereich für die Erreichung von schlanken Produktionsprozessen und dem wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens.<sup>164</sup> Weiterhin stellen KLETTI sowie BOß und DECKERT nach eingehender Analyse fest, dass trotz der hohen Bedeutung der Durchlaufzeit für den Prozess die benötigten Daten hierfür im Handwerk oftmals nicht bekannt sind.<sup>165</sup> Ein Großteil der Unternehmen legt die Bearbeitungsreihenfolge und Arbeitsverteilung der Aufträge zu den Arbeitssystemen sowie den Umgang mit Eilaufträgen in Besprechungen und zwischenmenschlichen Absprachen fest und nicht durch den Einsatz von unterstützenden Softwareprogrammen. Des Weiteren werden

---

<sup>161</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 127 u. 216 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283 u. 329 f.

<sup>162</sup> Vgl. Kiener et al. 127 f. u. 231 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283 u. 330 f.

<sup>163</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831; Schukraft et al. (2017), S. 126

<sup>164</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831

<sup>165</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 812; Kletti (2011), S. 57

die Vorgabezeiten für die Durchlaufzeiten anhand von Erfahrungswerten ermittelt, anstatt durch die Erhebung von validierten Daten. BOß und DECKERT resümieren, dass produzierende Unternehmen aus diesem Bereich die Vorteile und Chancen zur Unterstützung der PPS durch Softwareprogramme noch nicht erkannt haben und daher diese Aufgaben manuell und händisch durch individuelle Abstimmungen und Absprachen durchführen.<sup>166</sup>

---

<sup>166</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 812 ff.

### 3 Komplexität der auftragsorientierten Werkstattfertigung in Bezug auf die Produktionsplanung und -steuerung im Tischlerhandwerk

Im Folgenden werden die gesammelten und ausgearbeiteten Erkenntnisse des vorherigen Kapitels beginnend mit der Komplexität in Bezug auf die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung dargestellt. Darauf aufbauend sollen als konträr zum Tischlerhandwerk erste Konzeptansätze aus der Wissenschaft und Praxis für die Industrie aufgezeigt werden. In diesem Zusammenhang werden die Kriterien aufgezählt, die für eine erfolgreiche PPS vorhanden sein müssen, um abschließend die Forschungslücke zu formulieren, aus der die Komplexitätsbewältigung für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk entwickelt werden soll.

#### 3.1 Komplexitätsdarstellung

JODLBAUER hat in seiner Literatur zu Produktionssystemen grundlegend festgestellt, dass die Komplexität des Produktionssystems die PPS beeinflusst. Umso höher die Komplexität, desto höhere Anforderungen müssen an die PPS gestellt werden und die Leistungsfähigkeit dieses Systems muss steigen.<sup>167</sup> Dieser Grundgedanke wird von weiteren Autoren aufgegriffen, sodass die PPS-Aufgabe in der Wissenschaft als eine komplexe Aufgabe des operativen Produktionsmanagements dargestellt wird, wodurch eine Simultanplanung dieser Gesamtaufgabe nicht realistisch ist. Daher wird diese mittels der Sukzessivplanung zur Komplexitätsreduktion in hierarchisch aufeinander aufbauende Teilaufgaben gegliedert.<sup>168</sup> Darauf aufbauend stellt WIENDAHL, H.-P. in seinem Grundlagenwerk dar, dass die Produktionssteuerung der komplexere Teil der PPS sei.<sup>169</sup> Dabei wirken sich die verändernden Rahmenbedingungen, wie z.B. die Individualisierung der Produkte und die damit einhergehende Losgrößenverringering auf die Anforderungen der PPS aus. Dadurch wird die generell vorhandene Komplexität der PPS-Aufgabe nochmals verstärkt.<sup>170</sup> Diese Entwicklung wird von SEITZ ET AL. und LÖDDING ebenfalls thematisiert. Demnach führen diese Rahmenbedingungen zu herausfordernden Produktionssystemen, bei denen die Flexibilität und Reaktionsfähigkeit der Fertigungsorganisation von hoher Bedeutung sind.<sup>171</sup>

---

<sup>167</sup> Vgl. Jodlbauer (2007), S. 12 f.

<sup>168</sup> Vgl. Dombrowski; Dix (2017), S. 493; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278; Corsten; Gössinger (2002), S. 2

<sup>169</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 331

<sup>170</sup> Vgl. Stalinski; Scholz (2018), S. 277

<sup>171</sup> Vgl. Seitz et al. (2018), S. 842; Lödding (2016), passim

In der auftragsorientierten Werkstattfertigung besteht eine hohe Produktvarianz, mit der viele Rüstprozesse einhergehen, die nicht vollständig beherrschbar sind.<sup>172</sup> Daraus resultiert, nach GÜNTHER und TEMPELMEIER sowie bestätigt durch KAISER ET AL., die geringe Vorhersagegenauigkeit und Ermittlung der Durchlaufzeiten eines Auftrages in der Fertigung als die Herausforderungen der auftragsorientierten Werkstattfertigung. Dadurch werden die Aufträge entweder zu früh oder spät zur Produktion freigegeben, woraus wiederum hohe Lagerbestände und Schwankungen der Durchlaufzeiten resultieren.<sup>173</sup> Diese Herausforderung kann als Ablaufplanungsproblem beschrieben werden. Die verschiedenartigen Werkstücke haben unterschiedliche Bearbeitungsreihenfolgen innerhalb der Fertigung, dadurch entstehen schwankende Bearbeitungszeiten der jeweiligen Aufträge. Es herrscht eine hohe Materialflusskomplexität vor, als dessen Konsequenz das Ungleichgewicht der Auslastung der Arbeitssysteme resultiert.<sup>174</sup> Durch die beschriebene Prozess- und Materialflusskomplexität entsteht eine Intransparenz des gesamten Produktionsablaufes.<sup>175</sup> Daraus resultiert wiederum nach JODLBAUER, dass die PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung eine hohe Komplexität aufweist und nicht alle bekannten PPS-Verfahren auf die Werkstattfertigung angewandt werden können.<sup>176</sup>

Nach NYHUIS ET AL. und weiteren Autoren stellt die auftragsorientierte Werkstattfertigung in Verbindung mit den Eigenschaften aus dem Handwerk in Bezug auf die PPS ein Planungsproblem dar und wird in der Wissenschaft als die komplexeste Variante der Fertigungsorganisation bezeichnet, sodass dies zu nicht oder teilweise beherrschbaren Produktionsprozessen führt.<sup>177</sup>

Bei der Anwendung der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk entsteht eine erhebliche Materialflusskomplexität, welche durch die hohe Variantenanzahl und die kundenindividuellen Produkte beeinflusst wird. LÖDDING zeigt auf und wird von SEITZ ET AL. bestätigt, dass mit steigender Variantenanzahl die PPS an Komplexität zunimmt, weil durch die Individualität des Produktspektrums unterschiedliche Bearbeitungsreihenfolgen mit verzweigten Materialflüssen und Rückflüssen entstehen. Der Durchlauf der unterschiedlichen Varianten ist nicht standardisiert, sondern stets individuell.<sup>178</sup> Ein weiterer Faktor für die Komplexität der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk in Bezug auf die PPS ist die Verschiedenartigkeit und erhöhte Anzahl der Arbeitssysteme, die verschiedene

---

<sup>172</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831 f.

<sup>173</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831 f.; Günther; Tempelmeier (2012), S. 336

<sup>174</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 831; Jodlbauer (2007), S. 10 f.

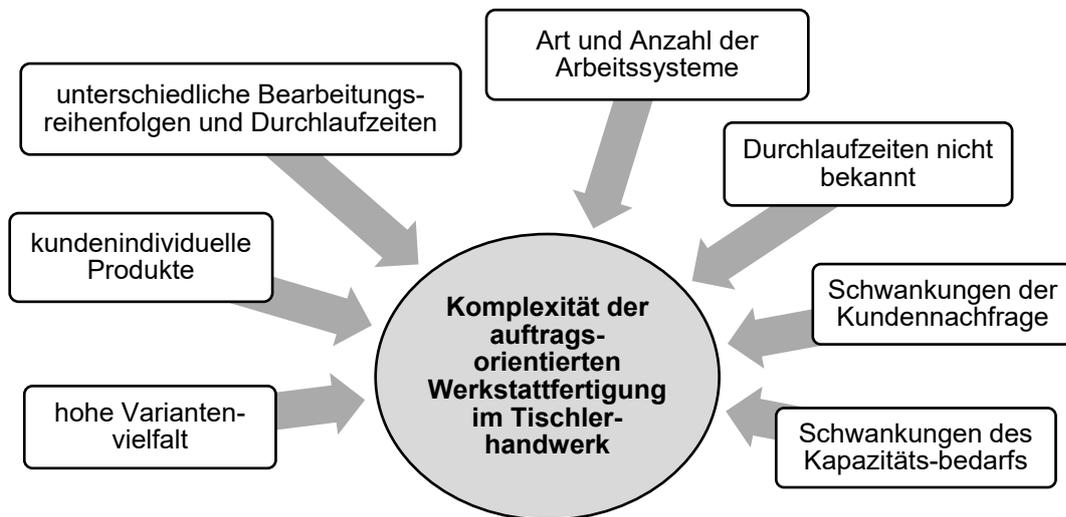
<sup>175</sup> Vgl. Haberlandt (1999), S. 17 ff., zitiert nach: Seitz (2019), S. 828

<sup>176</sup> Vgl. Jodlbauer (2007), S. 10 f.

<sup>177</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), S. 18 ff.; Seitz et al. (2019), S. 828; Kiener et al. (2018), S. 51 f.; Lödding (2016), S. 133; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 252 f.; Jodlbauer (2007), 12 f.; Adam (2001), S. 17 ff.; Köbernich (1999), S. 43

<sup>178</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828; Lödding (2016), S. 132 ff.

Bearbeitungsreihenfolgen und Durchlaufzeiten innerhalb des Unternehmens bedingen. Dadurch entstehen erhebliche Koordinationsprobleme, die durch eine leistungsfähige PPS behoben werden müssen. Somit kann neben der Materialflusskomplexität die Prozesskomplexität der Werkstattfertigung hervorgehoben werden. Die Durchlaufzeiten sind, wegen der im Handwerk üblicherweise nicht vorhandenen Prozessdaten, nicht bekannt und lassen sich nur schwer prognostizieren.<sup>179</sup> Weiterhin stellt LÖDDING die Schwankungen der Kundennachfrage und des Kapazitätsbedarfs als Faktoren dar, die den Komplexitätsgrad der auftragsorientierten Werkstattfertigung erhöhen. Demnach ist die Kundennachfrage, gerade bei individuellen Produkten, ungleichmäßig, sodass die Auslastung der Produktion im Tischlerhandwerk und der Werkstattfertigung durchaus volatil ist, dadurch schwankt ebenfalls der Kapazitätsbedarf für die Fertigung.<sup>180</sup> Die geschilderten Faktoren für die Komplexität in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk werden in der nachfolgenden Abbildung 19 nochmals veranschaulicht.



Eigene Darstellung

**Abbildung 19:** Faktoren für die Komplexität in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

Den komplexen Beschreibungsmerkmalen der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Handwerk steht die Industrie gegenüber, dort wird zumeist in der Serienfertigung mit der Fließfertigung, Standardprodukte mit einer geringen Variantenzahl in standardisierten Prozessen produziert. Dort sind die Durchlaufzeiten u.a. aufgrund der Bekanntheit und Vorhersagbarkeit der Daten und gleichbleibenden Prozesse bzw. des einheitlichen Durchlaufs der Varianten

<sup>179</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828; Kiener et al. (2018), S. 51 f.; Jodlbauer (2007), S. 12f.; Adam (2001), S. 17

<sup>180</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 134 f. u. 621; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 331 f.; Jodlbauer (2007), S. 12 f.

bekannt. Des Weiteren werden durch die Lagerfertigung die Schwankungen des Kapazitätsbedarfes ausgeglichen.<sup>181</sup>

Somit ist festzustellen, dass die Fertigungsorganisation der auftragsorientierten Werkstattfertigung in Verbindung mit den Eigenschaften des Tischlerhandwerks dazu führen, dass dieses Produktionssystem in Bezug auf die PPS einen hohen Komplexitätsgrad aufweist, welcher für eine erfolgreiche PPS reduziert und bewältigt werden muss.

### **3.2 Konzeptansätze für die Produktionsplanung und -steuerung in der Industrie**

Im folgenden Abschnitt werden bestehende Konzeptansätze für die PPS in Industrieunternehmen aus der Wissenschaft und Praxis vorgestellt, um an späterer Stelle darauf aufbauend zu überprüfen, ob diese Ansätze sich auch auf den Untersuchungsgegenstand dieser Ausarbeitung, die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, anpassen lassen.

Wie bereits von SCHUH ET AL. festgestellt, liefert die Wissenschaft in ihrer aktuellen Grundlagenliteratur eine Vielzahl an verschiedenen Konzeptansätzen und Methoden zur Einführung und praktischen Umsetzung der PPS in produzierenden Unternehmen. Diese basieren alle auf dem in Abschnitt 2.4.2 vorgestellten Aachener PPS-Modell.<sup>182</sup>

In den nachfolgenden Abschnitten werden, beginnend mit verschiedenen Vorgehensmodellen zur Auswahl und Einführung der PPS in produzierenden Unternehmen, die entwickelten Prozessabläufe und Verfahren der PPS für die Industrie mit Fokus auf die auftragsorientierte Werkstattfertigung vorgestellt. Abschließend werden gängig verwendete Hilfsmittel und Softwareunterstützungen aus der Industrie betrachtet und auf ihre Wirksamkeit hin untersucht.

#### **3.2.1 Vorgehensmodelle für die Implementierung**

Grundlegend liefern STALINKSI und SCHOLZ sowie LIST-EBENER und LIST Anhaltspunkte, wie das Vorgehen für eine Konzeption einer PPS allgemeingültig aufgebaut werden kann. Diese sind allerdings noch nicht tiefgreifend genug, um anhand dessen ein Vorgehensmodell aufzustellen und sind daher lediglich als ein grober Überblick anzusehen.<sup>183</sup>

---

<sup>181</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 133 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 252 f.; Köbernick (1999), S. 42 f.

<sup>182</sup> Schuh et al. (2012c), S. 298

<sup>183</sup> Vgl. List-Ebener; List (2019); Stalinski; Scholz (2018), S. 278

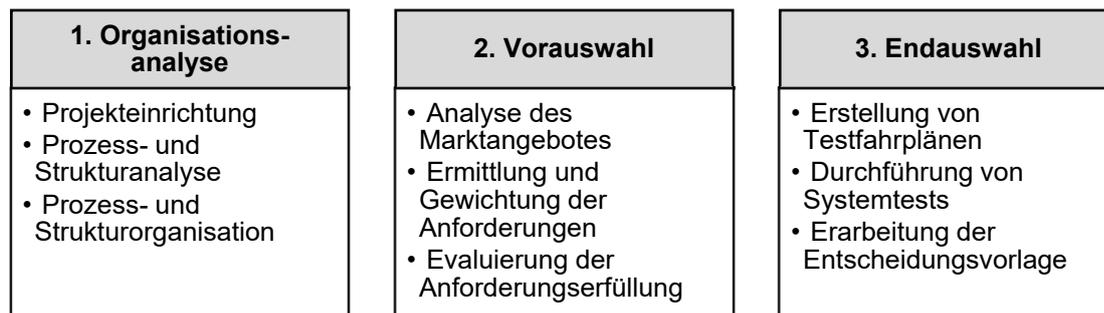
**Tabelle 5:** Allgemeine Vorgehensschritte zur Konzeption einer PPS in produzierenden Unternehmen<sup>184</sup> (eigene Darstellung)

Vorgehen nach STALINSKI und SCHOLZ	Vorgehen nach LIST-EBENER und LIST
1. Reduktion der Komplexität durch sinnvolle Vereinfachung und Modellannahmen	1. Analyse und Potentialermittlung
2. Beherrschung der verbleibenden Komplexität durch Lösungsalgorithmen	2. Konfiguration der Fertigungssteuerung
	3. Evaluation und Fazit

Für ein detailliertes und differenziertes Vorgehensmodell liefern diese Vorgehen zu wenig Ansätze für die Implementierung der PPS in einem produzierenden Unternehmen, sodass dafür die Ansätze aus dem Grundlagenwerk von SCHUH und STICH verwendet werden können. In dieser Literaturquelle wird ein detailliertes und aussagekräftiges Vorgehensmodell für die Neugestaltung einer PPS geliefert, aber auch für die Harmonisierung auf vorhandene Unternehmensstrukturen.<sup>185</sup>

Die Gestaltung der PPS nach SCHUH ET AL. stellt eine Vorüberlegung dar, bei der die Zielsetzung der angestrebten Neueinführung oder Anpassung der PPS definiert wird. Diese können u.a. die Standardisierung, Integration oder Optimierung der PPS sein, aber auch die Dezentralisierung oder Zentralisierung der PPS kann eine zukünftige Strategie darstellen.<sup>186</sup>

Darauf aufbauend wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, welches sich mit der Auswahl und Einführung von PPS-Systemen beschäftigt. Das 3-Phasen-Konzept wurde vom FIR an der Hochschule Aachen zur Auswahl von Softwarelösungen entwickelt und wird in die Phasen Organisationsanalyse, Vor- und Endauswahl untergliedert.<sup>187</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 20:** Darstellung des 3-Phasen-Konzepts zur Systemauswahl für die PPS<sup>188</sup>

<sup>184</sup> Ebenda

<sup>185</sup> Schuh et al. (2012c), passim; Schmidt et al. (2012), passim; Meier et al. (2012), passim; Oedekoven et al. (2012), passim

<sup>186</sup> Vgl. Schuh et al. (2012c), S. 299

<sup>187</sup> Vgl. Liestmann; Kipp (2022), S. 14 ff.; Meier et al. (2012), S. 342 ff.; Schmidt et al. (2012), S. 313 ff.

<sup>188</sup> Vgl. Liestmann; Kipp (2022), S. 14 ff.; Meier et al. (2012), S. 342 ff.; Schmidt et al. (2012), S. 311 ff.

Die Organisationsanalyse hat das Ziel die organisatorischen Prozesse bestmöglich auf die geforderten Markt- und Kundenanforderungen auszurichten. Als erster Schritt dieser Analyse wird das Projekt eingerichtet, dabei wird die Aufgabenstellung und Zielsetzung formuliert, der Untersuchungsgegenstand abgegrenzt, das Projektteam gebildet und der Projektplan erstellt. Diese Teilaufgabe dient als Grundstein für die folgenden Schritte.

Anschließend folgt die Prozess- und Strukturanalyse, hierbei werden u.a. die Produktionspotentiale mit den relevanten Prozessen und Strukturen der Auftragsabwicklung analysiert und die Voraussetzungen für eine spätere Implementierung geschaffen, indem die Ablauforganisation und Informationsflüsse untersucht werden. Außerdem werden die Planungs- und Steuerungsverfahren analysiert, um dadurch die Schwachstellen der Produktion zu identifizieren und bewerten, daraus ableitend werden die Verbesserungspotentiale dargestellt.

Als letzte Teilaufgabe der Organisationsanalyse folgt die Prozess- und Strukturorganisation, bei der die optimierten Prozesse in einem SOLL-Konzept vorgestellt und die betrieblichen Abläufe mit der Unternehmensstrategie harmonisiert werden. Anschließend folgt die Optimierung der Systemanforderungen sowie eine Ableitung und Priorisierung von weiteren Maßnahmen. Diese erste Phase der Organisationsanalyse wird auch als Reorganisation bezeichnet.<sup>189</sup> Nach LIESTMANN und KIPP sowie MEIER ET AL. soll sich dabei auf die Gestaltungselemente fokussiert werden, zu denen sowohl die Ablauf-, Aufbau- und Arbeitsorganisation sowie das Planungs- und Steuerungskonzept zählen.<sup>190</sup>

Die Vorauswahl beginnt mit der Analyse des Marktangebotes und der Prüfung, welche PPS-Systeme angeboten werden und worin deren Stärken und Schwächen liegen. Darauf aufbauend werden die Anforderungen ermittelt und gewichtet, sodass ein Lastenheft als Ergebnis dieser Phase erarbeitet wird. Anhand des Lastenhefts werden die relevanten PPS-Systeme bewertet und Favoriten gebildet, sodass die Anzahl der zur Verfügung stehenden Systeme reduziert werden.<sup>191</sup>

Als letzter Bestandteil des 3-Phasen-Konzepts werden in der Endphase Testfahrpläne erstellt, mit denen die Prozesse realitätsnah in den Systemen mit der Durchführung von Systemtests simuliert werden. Anschließend erfolgt die Auswertung der Systemtests und es wird eine Entscheidungsgrundlage mit Hilfe einer Nutzwertanalyse geschaffen, sodass sich für ein PPS-System entschieden werden kann. Hierbei stellen MEIER ET AL. dar und werden von LIESTMANN und KIPP bestätigt, dass die vollständige Erfüllung der Anforderungen aus dem Lastenheft in der Praxis nicht zu erwarten ist, weil es sich hierbei zumeist um Standardlösungen

---

<sup>189</sup> Ebenda

<sup>190</sup> Vgl. Liestmann; Kipp (2022), S. 14 ff.; Meier et al. (2012), S. 367 ff.

<sup>191</sup> Vgl. Meier et al. (2012), S. 343 ff.

für eine breit angelegte Zielgruppe handelt, ohne dabei konkret auf die individuellen unternehmerischen Rahmenbedingungen einzugehen.<sup>192</sup>

WIENDAHL, H.-H. ET AL. greifen diese Vorgehensweise auf und erweitern sie noch um die Implementierung der Software im Unternehmen. In dieser Phase werden, neben dem Pflichtenheft, die Vertragsunterlagen erstellt und die Software im Unternehmen eingeführt sowie geschult.<sup>193</sup>

Abschließend ist nach FAUST festzuhalten, dass Veränderungs- und Verbesserungsprozesse in Bezug auf die PPS für Unternehmen aus der Industrie und dem Handwerk wichtig sind und vorangetrieben werden müssen, um den Anschluss und die Wettbewerbsfähigkeit zur Konkurrenz mithalten zu können.<sup>194</sup>

### **3.2.2 Prozessabläufe und Verfahren**

In diesem Abschnitt werden, aufbauend auf einer grundlegenden Prozessbeschreibung der PPS für die auftragsorientierte Fertigung nach SCHUH ET AL., verschiedene Verfahrensmöglichkeiten für die Durchführung dargestellt. Für die Auftragsfertigung in der Industrie lässt sich ein idealtypischer Prozessablauf, beginnend von der Kundenanfrage bis zur Auslieferung des fertigen Produktes, darstellen, welcher abhängig vom Unternehmen individuell ausgestaltet werden kann.<sup>195</sup>

Die Kundenanfrage initiiert die ersten Aktivitäten des Auftragsmanagements innerhalb des Unternehmens. Neben der Erfassung der Kundendaten startet die Angebotsbearbeitung mit den Teilaufgaben Anfragebewertung und der Überprüfung der Realisierbarkeit und technischen Umsetzungsmöglichkeiten sowie der Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit des Auftrages. Bei einer folgenden positiven Bewertung erhält der Kunde ein Angebot. Bei einer positiven Rückmeldung vom Kunden entsteht wiederum ein Auftrag, der in der Auftragsbearbeitung abgearbeitet wird. Bei der auftragsorientierten Fertigung werden im Rahmen der Auftragsbearbeitung mit Schätzwerten die Termine und Ressourcen geplant, es findet demnach eine Grobplanung statt. In dieser Phase entsteht ein hoher innerbetrieblicher Kommunikationsaufwand aufgrund der vielen verschiedenen Schnittstellen. Der Auftrag wird anschließend an die Konstruktionsabteilung übergeben.<sup>196</sup>

In der ersten Teilaufgabe der PPS, der Produktionsprogrammplanung, wird eine prognostizierte Bedarfsplanung von bestimmten Standardbaugruppen oder Rohmaterialien sowie eine

---

<sup>192</sup> Vgl. Meier et al. (2012), S. 349 ff.

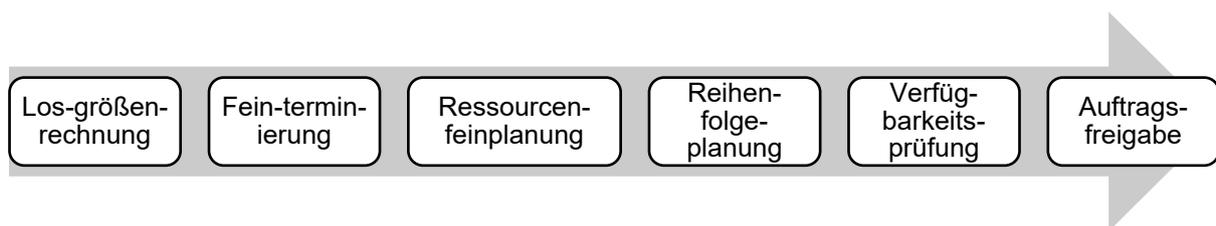
<sup>193</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. et al. (2021), S. 75 ff. u. 97 ff.

<sup>194</sup> Vgl. Faust (2022), S. 50 ff.

<sup>195</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 140 ff.

<sup>196</sup> Ebenda

langfristige Liquiditätsplanung durchgeführt. Der benötigte Bedarf wird im Bestandsmanagement mit dem vorhandenen Lagerbestand abgeglichen, sodass ein Nettobedarf an Standardbaugruppen und Rohmaterialien als Ergebnis dieser Teilaufgabe festzuhalten ist. Jedoch hat diese Bestandsplanung bei der Auftragsfertigung eine untergeordnete Rolle, weil der benötigte Sekundärbedarf meistens verbrauchsgesteuert beschafft wird.<sup>197</sup> Nachfolgend wird bei der auftragsorientierten Fertigung in der Produktionsbedarfsplanung eine grobe Durchlaufterminierung, Kapazitätsbedarfsermittlung und -abstimmung vollzogen, sowie anhand der vorhandenen Lagerbestände ein Nettosekundärbedarf ermittelt. Als Ergebnis dieser Teilaufgabe liegt ein grundsätzlich realisierbares Beschaffungsprogramm vor, welches in das Fremdbezugs- und Eigenfertigungsprogramm unterschieden wird.<sup>198</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 21:** Teilaufgaben bei der Eigenfertigungsplanung und -steuerung bei der auftragsorientierten Fertigung<sup>199</sup>

Nachdem Letzteres bekannt ist, muss für die Fertigung ein Zeitplan für die Belegung der Kapazitäten erstellt werden. Beginnend mit der Losgrößenrechnung, der Zusammenfassung von Aufträgen mit gleichen Arbeitsgangfolgen des Eigenfertigungsprogramms, startet die Eigenfertigungsplanung. Dieser erste Teilschritt spielt jedoch bei der auftragsorientierten Fertigung eine untergeordnete Rolle, weil bei dieser Fertigungsorganisation davon auszugehen ist, dass die meisten Aufträge und Bauteile individuell in einer Einmalfertigung produziert werden. Bei der nachfolgenden Feinterminierung, Ressourcenfein- und Reihenfolgeplanung werden die in der Grobplanung festgelegten Termine und Ressourcen detaillierter bestimmt und ein Starttermin der Produktion festgelegt, dabei werden jeweils noch zeitliche Puffer eingeplant. Diese Ablaufplanung wird anschließend mit dem Kapazitätsangebot abgeglichen, um mögliche Belastungsspitzen zu identifizieren und an diesen Stellen gegensteuern zu können. Dies kann u.a. durch eine Arbeitszeitverlängerung oder zusätzlichen Personal- und Maschineneinsatz geschehen. Als Zwischenergebnis steht nun die Anzahl an Aufträgen fest, die in einer bestimmten Periode gefertigt werden müssen. Wenn der Starttermin des Auftrages unmittelbar bevorsteht, wird für diesen die Verfügbarkeit der benötigten Materialien und Kapazitäten

<sup>197</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 146 f.

<sup>198</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 148 ff.

<sup>199</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 150 ff.

geprüft, nur bei einer positiven Prüfung wird der Auftrag für die Werkstatt freigegeben.<sup>200</sup> Die Fremdbezugsplanung und -steuerung bei der Auftragsfertigung basiert auf dem in der Produktionsbedarfsplanung ermittelten Fremdbezugsprogramm. Nachdem hierfür Anfragen gestellt wurden, werden die Angebote bewertet und sich auf einen Lieferanten festgelegt. Nach der anschließenden Bestellfreigabe muss die Bestellung weiterhin kontinuierlich überwacht werden.<sup>201</sup>

Daran anknüpfend können für die tatsächliche Eigenfertigungssteuerung verschiedene Verfahren vorgestellt werden, die ein Zusammenwirken der Fertigungssteuerungsaufgaben bewirken. Dazu gehören der Fertigungsleitstand, die Optimized Production Technology (OPT), die belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA), das Fortschrittszahlenprinzip (FZS) und Kanban.<sup>202</sup> In der Abbildung 22 werden idealtypische Einsatzbereiche von Eigenfertigungssteuerungsverfahren in Zusammenspiel mit der Fertigungsorganisation gesetzt. SEITZ ET AL. nehmen dahingehend den Ansatz von LÖDDING auf und zeigen, dass gerade die Auswahl dieser Verfahren zur Konfiguration der Produktion eine große praktische Herausforderung darstellt und von elementarer Relevanz ist, weil hierdurch der Erfolgsfaktor der Produktion weitreichend beeinflusst werden kann. Diese Auswahl muss unternehmensspezifisch in Abhängigkeit der betrieblichen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen geschehen.<sup>203</sup>

Fertigungsorganisation		Fertigungsart			
		Einmalfertigung	Einzel- und Kleinserienfertigung	Serienfertigung	Massenfertigung
Baustellenprinzip					
Werkstattprinzip	Einzelmaschinen				
Gruppenprinzip	Fertigungsinseln/ -segmente				
Fließprinzip	Fertigungsstraßen/ -linien				
	getaktete Fließfertigung				

Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Wiendahl, H.-P. (2014), S. 332

**Abbildung 22:** Mögliche Einsatzbereiche von ausgewählten Fertigungssteuerungsverfahren<sup>204</sup>

<sup>200</sup> Ebenda

<sup>201</sup> Vgl. Schuh et al. (2012e), S. 152 ff.

<sup>202</sup> Vgl. Lödding (2016), passim; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 331 ff.

<sup>203</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 829 ff.; Lödding (2016), S. 1 ff.

<sup>204</sup> Vgl. Lödding (2016), passim; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 331 ff.

Die Fertigungssteuerungsverfahren unterscheiden sich sowohl in ihrem Einsatzgebiet als auch in ihren Voraussetzungen sowie spezifischen Vor- und Nachteilen.<sup>205</sup> Außerdem wird dort der Fertigungsleitstand näher erläutert, weil dieses Steuerungsverfahren am geeignetsten für die auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ist und nach WIENDAHL, H.-H. als Instrument der Werkstattfertigung bezeichnet wird.<sup>206</sup>

LÖDDING und WIENDAHL, H.-P. haben in ihren Grundlagenwerken Leitsätze zur Gestaltung der Fertigungssteuerung aufgestellt, mit denen die erwähnten Verfahren qualitativ bewertet und miteinander verglichen werden können.<sup>207</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 23:** Leitsätze der Fertigungssteuerung<sup>208</sup>

Diese Inhalte wurden von KAISER ET AL. 2017 in ihrem Fachartikel aufgegriffen und erweitert, um einen konkreten Vorschlag für die PPS einer Werkstattfertigung zu liefern. Demnach müssen Standards und stabile Prozesse geschaffen werden, die Fertigungsaufträge sollten nach den beteiligten Werkstätten gruppiert und der Fertigungsleitstand kontinuierlich aktualisiert werden, um eine transparente Steuerung der Werkstätten zu gewährleisten. Weiterhin wird angeführt, dass dieser Prozess digital und nach Möglichkeit automatisch durch die

<sup>205</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. (2020), S. 253 ff.; Kiener et al. (2018), S. 231 f.; Lödding (2016), S. 213 ff., 285 ff. u. 427 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 333 ff.

<sup>206</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. (2020), S. 253 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 332 ff.

<sup>207</sup> Vgl. Lödding (2016), S. 102 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 343

<sup>208</sup> Ebenda

Unterstützung einer Software durchgeführt werden muss.<sup>209</sup> Diese Softwareunterstützung wird im folgenden Abschnitt betrachtet.

### 3.2.3 Softwareunterstützung durch Hilfsmittel

Zur Unterstützung der PPS werden Hilfsmittel in Form von Softwareprogrammen eingesetzt, wodurch sich eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Produktion erhofft wird.<sup>210</sup> Grundsätzlich hat der Einsatz von softwarebasierten Hilfsmitteln für die PPS zum Ziel, eine reaktions-schnellere und sicherere Entscheidungsfindung sowie die Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu bezwecken.<sup>211</sup>

Die Eigenschaften einer PPS-Software sind abhängig von den individuellen Gegebenheiten des Unternehmens. Dabei kann zwischen einer Standard- oder Individualsoftware unterschieden werden, wobei letztere explizit auf die individuellen Gegebenheiten konfiguriert ist. Die Standardsoftwaresysteme sind für die breite Kundenmasse ausgelegt und können somit zu-meist nicht allen individuellen Herausforderungen der Unternehmen gerecht werden.<sup>212</sup> Die Anschaffung einer PPS-Software stellt eine hohe Investition und innerbetriebliche Personal-aufwände dar. Im Vergleich sind Individual- kostenintensiver als Standardlösungen, sodass eine Kosten-Nutzen Abwägung stets im Vordergrund stehen muss.<sup>213</sup> DENKENA ET AL. stel-len weiterhin dar, dass es für Unternehmen aus dem Handwerk eine Herausforderung darstellt ein PPS-System zu finden, welches zum einen Nutzen für die unternehmerischen Zielsetzun-gen bringt, aber zum anderen auch den finanziellen Möglichkeiten des Unternehmens entspre-chend ist. Bei diesen Unternehmen sind die Finanzmittel und Strukturen in der Regel be-schränkt, sodass der Investitions- und Implementierungsaufwand geringgehalten werden muss.<sup>214</sup>

MEIER ET AL. stellen weiterhin dar, dass die Individualsoftware durch konfigurierbare Stan-dardsoftware verdrängt wird, weil diese ohne langandauernde Entwicklungszeit für das Unter-nehmen verfügbar sind, einen hohen Reifegrad auf Grund der bestehenden Praxiserfahrung aufweisen und hierfür keine individuellen Entwicklungskosten anfallen. Darüber hinaus ist fest-zustellen, dass durch die Anforderungen einiger Branchen spezielle Branchenlösungen entwi-ckelt wurden, die dem Unternehmen durch das Vorhandensein von spezifischen Vorteilen ei-ner Individuallösung näherbringen soll.<sup>215</sup> MEIER ET AL. heben ebenfalls hervor, dass die Softwareinfrastruktur maßgeblich die betrieblichen Abläufe beeinflusst. Die Auswahl der

---

<sup>209</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 832 f.

<sup>210</sup> Vgl. Fandel et al. (1997), S. 18

<sup>211</sup> Vgl. Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

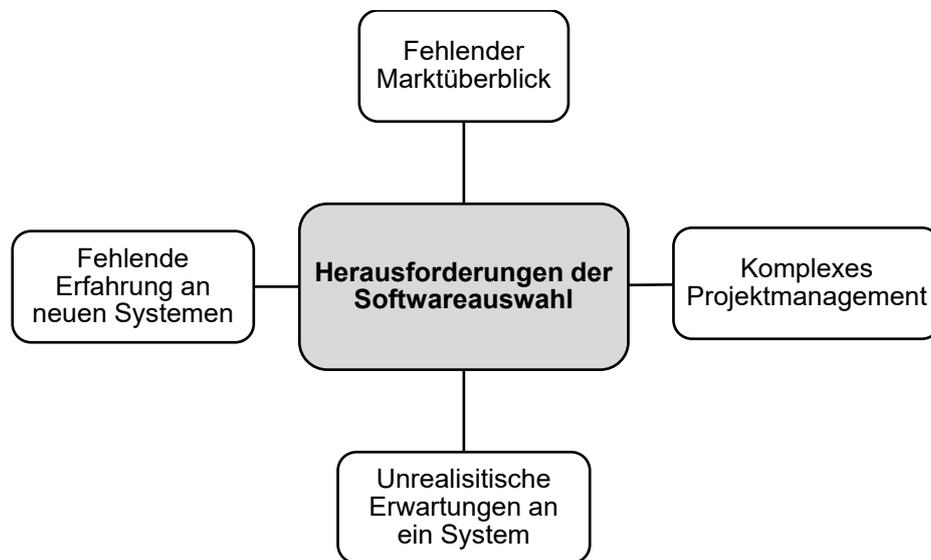
<sup>212</sup> Vgl. Meier et al. (2012), S. 332 ff.; Klöpffer et al. (2010), S. 16 ff.

<sup>213</sup> Vgl. Meier et al. (2012), S. 332 ff.; Klöpffer et al. (2010), S. 16 ff.; Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

<sup>214</sup> Vgl. Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

<sup>215</sup> Vgl. Meier et al (2012), S. 337 ff.

richtigen Software stellt ein anspruchsvolles Vorhaben dar und stellt die Unternehmen vor einige Herausforderungen bei der Softwareauswahl, welche in der nachfolgenden Abbildung 24 abgebildet sind.<sup>216</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 24:** Herausforderungen bei der Auswahl der PPS-Software<sup>217</sup>

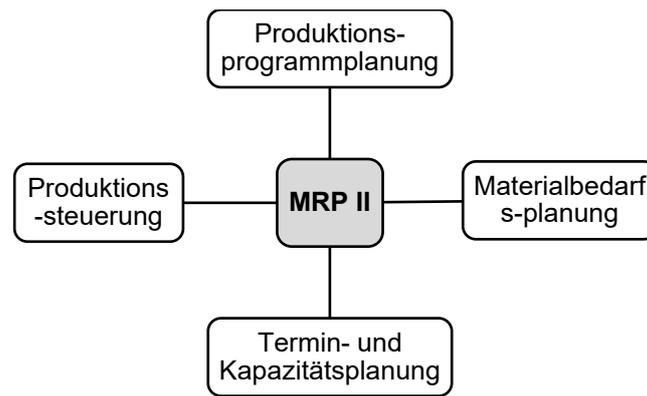
Die Grundlage der üblichen PPS-Systeme stellt das Material Resource Planing (MRP II) dar, welches eine Erweiterung um die Termin- und Kapazitätsplanung des ursprünglichen Material Requirments Planing (MRP I) ist. Das MRP II setzt die, in Abschnitt 2.4.3 geschilderten Teilaufgaben, softwaregestützt um und ist in der Regel im ERP-System des Unternehmens integriert.<sup>218</sup> Dieses Planungsverfahren kann allgemeingültig für alle Produktionssysteme verwendet werden.<sup>219</sup>

<sup>216</sup> Vgl. Meier et al. (2012), S. 332 ff.

<sup>217</sup> Ebenda

<sup>218</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 132 f. u. 279 ff.

<sup>219</sup> Vgl. Jodlbauer (2007), S. 152



Eigene Darstellung

**Abbildung 25:** Bestandteile des MRP II<sup>220</sup>

Wie eingangs bereits beschrieben, soll sich für die Lösungsfindung dieser Ausarbeitung vermehrt auf die Produktionssteuerung fokussiert werden. Dafür, aber auch für Teilaufgaben der Produktionsplanung, sind Manufacturing Execution System (MES) verantwortlich, welche von WIENDAHL, H.-H. ET AL., WIENDAHL, H.-P. und DENKENA ET AL. als schlankes, kostengünstiges und leistungsfähiges Produktionsmanagementsystem bezeichnet wird, das reaktionsschnell Informationen nutzt und bereitstellt.<sup>221</sup> HORVATITSCH und KOCH ET AL. bestätigen diese Definition und erläutern, dass mit einem MES die vorhandenen Aufträge in einer übersichtlichen Visualisierung tagesgenau und transparent angezeigt werden, wodurch eine Verbesserung der Produktionssteuerung erzielt wird.<sup>222</sup> Für diesen Prozess müssen die benötigten Daten zur Verfügung stehen, welche nach DENKENA ET AL. in Handwerksunternehmen nicht vorliegen, sodass, wie von KIENER ET AL. bestätigt, das MES weiterhin eine Weiterentwicklung des klassischen Fertigungsleitstands, mit der Erweiterung der Aufgaben der Betriebsdatenerfassung und der Einbindung von weiteren Teilaufgaben des gesamten PPS-Prozesses, darstellt und sich wesentlich mit den Steuerungsaufgaben der Produktion beschäftigt.<sup>223</sup> KLETTI stellt den Ansatz ebenfalls dar, dass sich das MES mit der Datenerfassung und Steuerung der Fertigung beschäftigt, welcher von BOß und DECKERT bestätigt wird.<sup>224</sup>

Abschließend ist zu erwähnen, dass WIENDAHL, H.-H. ET AL. in ihrem Marktspiegel aufzeigen, dass zwar viele verschiedene Definitionen des MES-Begriffes in der Literatur genannt werden, es sich allerdings noch auf keine allgemeingültige Definition geeinigt wurde.<sup>225</sup>

<sup>220</sup> Ebenda

<sup>221</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. et al. (2021), S. 13 ff.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283; Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

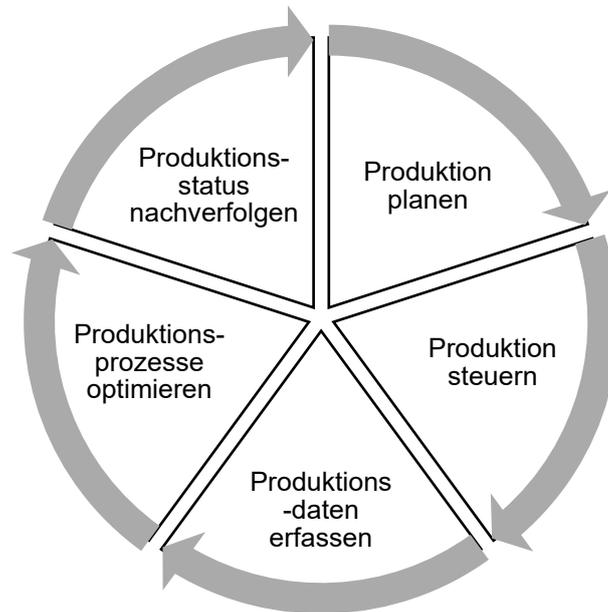
<sup>222</sup> Vgl. Horvatitsch (2022), S. 24; Koch et al. (2021)

<sup>223</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 232 f. u. 250; Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

<sup>224</sup> Vgl. Boß; Deckert (2017), S. 811; Kletti (2015), S. 19

<sup>225</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. et al. (2021), S. 14

Zusammenfassend lassen sich die Teilaufgaben von MES in der nachfolgenden Abbildung 26 zyklisch darstellen.



Eigene Darstellung

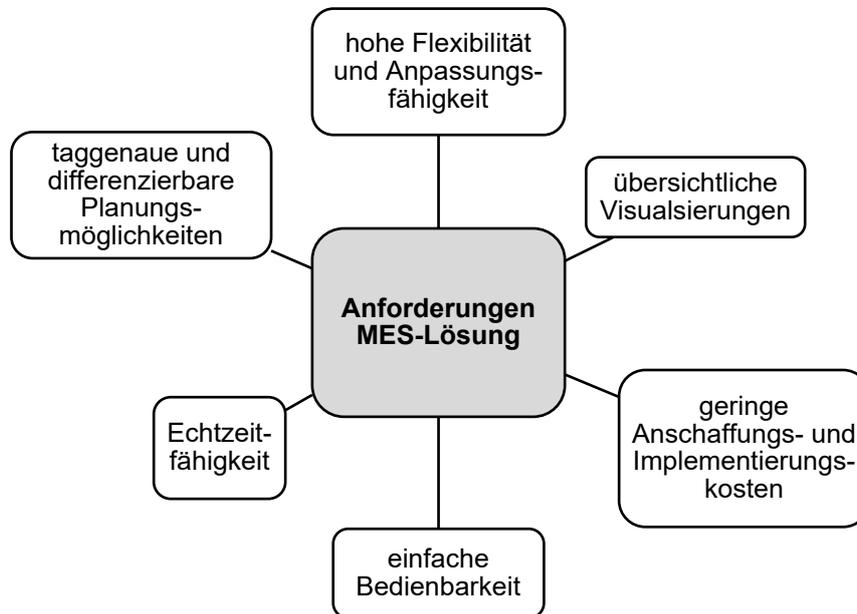
**Abbildung 26:** Teilaufgaben von MES<sup>226</sup>

Für den dargestellten Untersuchungsgegenstand, der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Handwerk, lassen sich aus der Wissenschaft eindeutige Anforderungen an das MES ermitteln. Durch die geschilderten Eigenschaften dieser Fertigungsorganisation, insbesondere der individuellen Kundenaufträge und der damit einhergehenden Prozesskomplexität, muss eine MES-Lösung einen hohen Flexibilitätsgrad aufweisen und sich auf die verändernden Gegebenheiten anpassen können. Weiterhin attestieren DENKENA ET AL. in ihrem Fachartikel und werden von einem Softwareanbieter, der 20-20 Technologies GmbH, dabei unterstützt, dass eine MES-Lösung ein grafisches Planungsinstrument mit übersichtlichen Visualisierungen für die Termine und Kapazitäten der Produktion darstellen soll. Außerdem soll dieses System eine einfache Bedienbarkeit verknüpft mit einer Informationsbereitstellung in Echtzeit aufweisen, sodass eine taggenaue und differenzierbare Planung je Arbeitssystem und Zeitraum durchgeführt werden kann. Wenn die genannten Anforderungen an die MES-Lösung umgesetzt werden können, kann anhand dessen eine Entscheidungsgrundlage geschaffen und eine aussagekräftige Feinplanung durchgeführt werden.<sup>227</sup> Dies wird von WIENDAHL, H.-H. ET AL. in ihrem Marktspiegel zu MES-Systemen bestätigt und nochmals generalisiert, dass bei

<sup>226</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 232 f. u. 250; Boß; Deckert (2017), S. 811; Kletti (2015), S. 19; Denkena et al. (2012), S. 60 ff.

<sup>227</sup> Vgl. Denkena (2012), S. 60 ff.; 20-20 Technologies GmbH (Hrsg.) (o. J.), S. 3 ff.

zunehmender Komplexität der Produktion der Nutzen einer MES-Lösung ansteigt.<sup>228</sup> Die geschilderten Anforderungen an eine MES-Lösung werden in der nachfolgenden Abbildung 27 grafisch dargestellt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 27:** Anforderungen an eine MES-Lösung

Die bestehenden MES-Systeme besitzen unterschiedliche Funktionsschwerpunkte, diese bieten verschiedene Möglichkeiten des Zusammenspiels zwischen ERP- und MES-System. Die idealtypische Lösung für das Handwerk ist eine MES-Lösung, die im ERP-System integriert ist, sodass eine gemeinsame Datenhaltung gewährleistet wird.<sup>229</sup>

Abschließend lässt sich festhalten, dass auch der Softwareanbieter für MES-Lösungen 20-20 Technologies GmbH in ihrer Informationsbroschüre zum Ausdruck bringt, dass der Prozess der PPS nicht gänzlich automatisiert werden darf, um die Flexibilität der manuellen Eingabe nicht zu verlieren. Vielmehr muss durch die Software eine Prozessstruktur geschaffen werden, die es ermöglicht einen wirtschaftlichen PPS-Prozess im Unternehmen zu implementieren.<sup>230</sup> Außerdem gibt es nach WIENDAHL, H.-P. keine in sich geschlossene Lösung für die Ausgestaltung der PPS im Unternehmen sowie keine Standardlösung, die für die individuellen Anforderungen jedes Unternehmen geeignet ist.<sup>231</sup>

<sup>228</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. et al. (2021), S. 17 ff.

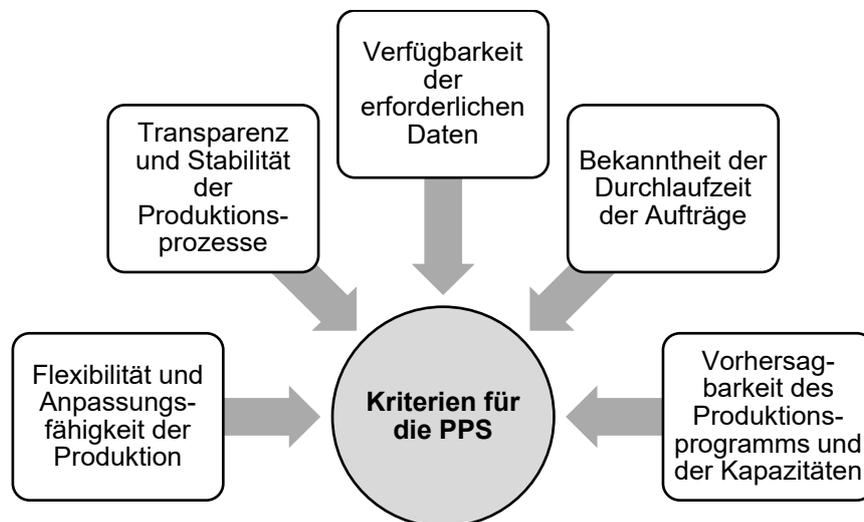
<sup>229</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. et al. (2021), S. 27 f.

<sup>230</sup> Vgl. 20-20 Technologies GmbH (Hrsg.) (o. J.), S. 3 ff.

<sup>231</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 278

### 3.3 Kriterien für eine Produktionsplanung und -steuerung

Für die Verwendung einer PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung, aber auch im Allgemeinen, müssen in den Unternehmensstrukturen und Produktionen verschiedene Kriterien vorherrschen. Diese Bedingungen müssen zumeist erfüllt werden, um eine wirtschaftlich erfolgreiche PPS im Unternehmen umzusetzen. Jedoch müssen nicht zwingend alle Kriterien umgesetzt werden, um die PPS zu vollziehen. KIENER ET AL. zeigen auf, dass in der Industrie und Serienfertigung bei standardisierten Produkten, die in Abbildung 28 dargestellten Kriterien am wahrscheinlichsten umzusetzen sind. Im Bereich des Handwerks und der kundenspezifischen Produktion mit ihren individuellen Produktionsabläufen ist die Einhaltung der Kriterien unwahrscheinlicher. Dabei spielen ebenfalls betriebliche Rahmenbedingungen, wie z.B. die Fertigungsorganisation oder die Produktstruktur eine entscheidende Rolle.<sup>232</sup>



Eigene Darstellung

**Abbildung 28:** Kriterien für eine PPS<sup>233</sup>

SCHUKRAFT ET AL. und JODLBAUER stellen die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Produktion an sich verändernde Rahmenbedingungen als ein Kriterium für eine PPS dar. Darüber hinaus ist die Transparenz der Produktionsprozesse eine Bedingung für den wirtschaftlichen Erfolg des PPS-Systems. Ausschließlich im Umfeld von transparenten und stabilen Produktionsprozessen lassen sich die Teilaufgaben und -funktionen der PPS erfolgsorientiert umsetzen.<sup>234</sup> Für WIENDAHL, H.-P. müssen die erforderlichen Daten zur Verfügung stehen, die für die Produktionsprozesse notwendig sind. Diese Daten geben dem PPS-System den benötigten Input für die zu erledigenden Teilfunktionen.<sup>235</sup> Darauf aufbauend ist ein weiteres

<sup>232</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 128 f.

<sup>233</sup> Vgl. Schukraft et al. (2017), S. 126 f.; Kiener et al. (2018), S. 128 f.; Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283 f.; Jodlbauer, (2007), S. 93 f.

<sup>234</sup> Vgl. Schukraft et al. (2017), S. 126 f.; Jodlbauer, (2007), S. 93 f.

<sup>235</sup> Vgl. Wiendahl, H.-P. (2014), S. 283 f.

Kriterium für die PPS die Bekanntheit der Durchlaufzeit der einzelnen Aufträge, nur wenn diese Information vorhanden ist, kann in der Termin- und Kapazitätsplanung die Feinterminierung und Reihenfolgeplanung der Fertigung absolviert werden. Des Weiteren ist nach KIENER ET AL. ein zusätzliches Kriterium für die PPS, dass das Produktionsprogramm für eine gewisse Planungsperiode und die zu produzierenden Aufträge bekannt sind. Damit einhergehend müssen auch die vorhandenen Kapazitäten für die PPS vorhersagbar sein.<sup>236</sup>

BOß und DECKERT stellen zwar die Nutzung von Softwareprogrammen und die Digitalisierung der Produktionsprozesse als ein wesentlich hilfreiches Kriterium für die PPS dar, jedoch ist der Input des Menschen, gerade wie er in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Handwerk stattfindet, unabdingbar für die Durchführung der PPS im Tischlerhandwerk.<sup>237</sup>

### 3.4 Formulierung der Forschungslücke und -frage

In der Wissenschaft wird eine Vielzahl an verschiedenen Konzepten, Modellen und Beispielen für die PPS in produzierenden Unternehmen vorgestellt. Jedoch wird in diesem Kontext eine Eingrenzung auf die Industrie und weiteren relevanten Themengebieten der PPS für die Industrie vorgenommen. Weiterhin wird sich dabei auf die grundlegenden mathematischen Verfahren hinter der PPS fokussiert und weniger die konkreten Prozessabläufe der PPS betrachtet. Durch diese einseitige wissenschaftliche Betrachtung der Thematik, mit Fokus auf die Industrie, entsteht eine Forschungslücke für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk.

Demnach findet in den führenden Fachbüchern von u.a. WIENDAHL, H.-P. und SCHUH ET AL. eine konkrete Eingrenzung auf die wissenschaftliche Betrachtung der Industrie und für die Industrie relevante Themenbereiche statt.<sup>238</sup> Diese Herangehensweise konnte ebenfalls in den relevanten Fachartikeln zur Thematik von u.a. SEITZ ET AL., STALINSKI und SCHOLZ sowie von DOMBROWSKI und DIX beobachtet werden.<sup>239</sup> Ein weiteres Beispiel für die konkrete

Eingrenzung auf die Industrie liefern die wissenschaftlichen Ausarbeitungen von MEINECKE und FÜSSENHÄUSER.<sup>240</sup> Weiterhin ist zu beobachten, dass ab den Jahren 2018 und 2019 ein vermehrter Fokus auf die Industrie 4.0 und Digitalisierung in Bezug auf die PPS gelegt wurden. Beispiele hierfür liefern u.a. DOMBROWSKI ET AL., BACH ET AL. und SEITZ ET AL. mit ihren jeweiligen Fachartikeln.<sup>241</sup> Darüber hinaus beschäftigen sich die Autoren von Fachzeitschriften

---

<sup>236</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), S. 128 f.

<sup>237</sup> Boß; Deckert (2017), S. 813 f.

<sup>238</sup> Vgl. Kiener et al. (2018), passim; Wiendahl, H.-P. (2014), passim; Schuh et al. (2012g), S. 3; Schuh et al. (2012h), S. 473

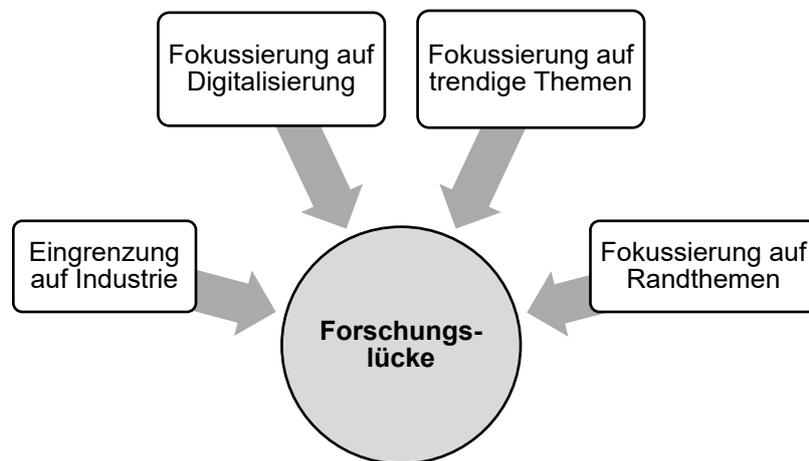
<sup>239</sup> Vgl. Seitz et al. (2019), S. 828 ff.; Stalinski; Scholz (2018), S. 277 ff.; Dombrowski; Dix (2017), S. 491 ff.

<sup>240</sup> Vgl. Meinecke (2017), 11 f.; Füssenhäuser (1966), S. 1

<sup>241</sup> Vgl. Dombrowski et al. (2020), S. 8 ff.; Bach et al. (2020), S. 641 ff.; Bach et al. (2019), S. 817; Seitz et al. (2018), S. 840 ff.

eher mit trendigen Themen, wie z.B. der energieeffizienten PPS, als die bestehende Forschungslücke zu beseitigen.<sup>242</sup> Ein weiteres Beispiel für die einseitige Betrachtung der PPS stellen verschiedene Fachbeiträge zu Randthemen der PPS dar, bei denen sich z.B. auf die Vernetzung von örtlich getrennten Produktions- und PPS-Systemen, den algorithmischen und mathematischen Grundlagen der PPS oder die Fertigungsorganisation für Industriebetriebe fokussiert wird.<sup>243</sup> Darüber hinaus wird in der Wissenschaft eher darüber diskutiert, wie die Fertigungsorganisation einer idealtypischen Werkstattfertigung auf die Anforderungen der Industrie angepasst werden kann, als für diese Fertigungsorganisation die PPS für die handwerklich produzierenden Unternehmen zu betrachten.<sup>244</sup>

Die geschilderten Faktoren für die Forschungslücke der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk werden in der nachfolgenden Abbildung 29 grafisch zusammengefasst.



Eigene Darstellung

**Abbildung 29:** Faktoren für die Forschungslücke der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

Diese Zusammenfassung der ausführlichen Literaturrecherche und -analyse soll zeigen, dass der Fokus der Wissenschaft konkret auf den Themengebieten der Industrie liegt und andere Ausprägungsmerkmale der PPS, z.B. für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, nicht betrachtet werden.

Weiterführend ist festzustellen, wie bereits von KROBATH und KÖBERNIK dokumentiert, dass auch für die wissenschaftliche Ausarbeitung der PPS in der Industrie Informationslücken vorliegen und die Konzepte nicht generell vollumfänglich und ganzheitlich betrachtet werden.

<sup>242</sup> Vgl. Roth; Reinhart (2019), S. 823 ff.; Schuh et al. (2017), S. 857 ff.; Sobottka et al. (2017), S. 559 ff.

<sup>243</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), passim; Schenk et al. (2012), S. 425; Köbernik (1999), S. 185

<sup>244</sup> Vgl. Nyhuis et al. (2021), passim; Hohwieler; Uhlmann (2017), passim

Daraus lässt sich schließen, dass es keine allgemeingültige und standardisierte Lösung für die PPS in produzierenden Unternehmen aus der Industrie gibt.<sup>245</sup> Dabei stellte KÖBERNIK bereits im Jahr 1999 dar, dass die Werkstattfertigung, trotz ihrer jahrzehntelangen Anwendung in der Praxis und Wissenschaft noch nicht vollumfänglich betrachtet wurde.<sup>246</sup>

In der Wissenschaft wird zwar darauf hingewiesen, dass Unterschiede zwischen der PPS für die Industrie sowie für das Handwerk bestehen und diese diskutiert werden, aber die Ausformulierung praktischer Lösungen und Umsetzungen bleiben von der Wissenschaft aus. Daraufhin haben KAISER ET AL. im Jahr 2017 einen konkreten Forschungsbedarf für die PPS abseits der Industrie formuliert.<sup>247</sup> SEITZ ET AL. haben ebenfalls resümiert, dass in der Wissenschaft Einheitlichkeit über den Forschungsbedarf der PPS für Unternehmen aus dem Handwerk besteht. Jedoch geht die Wissenschaft diesem Forschungsbedarf nicht vertiefend nach und verfolgt stattdessen weiterhin die Fokussierung auf die Industrie. Nach SEITZ ET AL. steht dies im Zusammenhang mit der konkreten Förderung der Industrie, beispielweise an die führenden Forschungsinstitute FIR an der Hochschule Aachen und der IFA an der Universität Hannover.<sup>248</sup>

Wie auch schon VAN BRACKEL und KÖBERNIK geschlussfolgert haben, wurden für die Industrie eine Vielzahl an Methoden und Konzepten von der Wissenschaft erstellt, für die Werkstattfertigung und das Tischlerhandwerk, aufgrund ihres höheren Komplexitätsgrad, lässt sich in der Wissenschaft keine eindeutige Lösung für die PPS ausfindig machen.<sup>249</sup> Nach KOCH ET AL. können die Konzeptansätze für Industrie, u.a. vorgestellt in Abschnitt 3.2, für Unternehmen mit einer hohen Variantenvielfalt, komplexen Materialflüssen und der Verfolgung des Prinzips der Auftragsfertigung, wie bei der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, nicht angewendet werden.<sup>250</sup> In der Wissenschaft zeigt sich, dass bis zum Jahr 2015 die Grundlagen für die PPS publiziert wurden, darauf aufbauend wurde sich in den nachfolgenden Jahren mit speziellen Themengebieten auseinandergesetzt, wie z.B. der Digitalisierung der Produktionsprozesse oder Industrie spezifischen Themen. Eine konkrete Auseinandersetzung mit speziellen Formen der PPS, z.B. bei der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Handwerk, wird höchstens erwähnt, aber nicht ganzheitlich ausgearbeitet.

Daraus lässt sich schließen, dass für die Zielerreichung der Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk aus der Wissenschaft keine ganzheitliche Lösung zusammengetragen und die dargestellte Forschungslücke beseitigt

---

<sup>245</sup> Vgl. Krobath (2013), S. 35; Köbernik (1999), S. 1

<sup>246</sup> Vgl. Köbernik (1999), S. 42

<sup>247</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), 831 f.

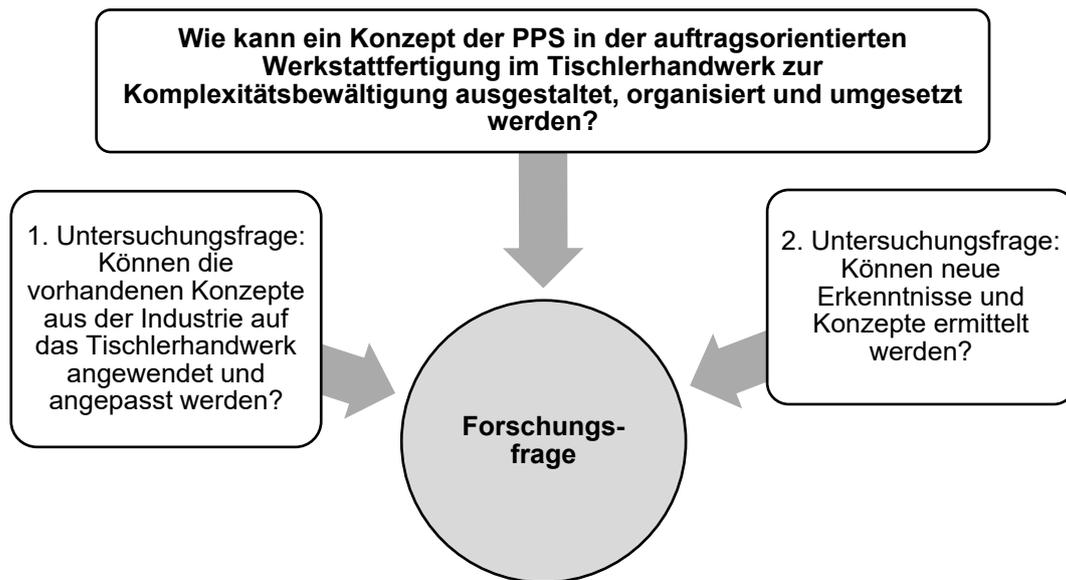
<sup>248</sup> Vgl. Seitz et al. (2018), S. 840 ff.

<sup>249</sup> Vgl. van Brackel (2009), S. 15; Köbernik (1999), S. 42

<sup>250</sup> Vgl. Koch et al. (2021)

werden kann. Aus dieser Erkenntnis lässt sich auf die Forschungsfrage schließen, welche in der nachfolgenden Abbildung 30 dargestellt ist.

Die grundlegende Forschungsfrage dieser Arbeit lässt sich aus dem Arbeitstitel der vorliegenden Ausarbeitung ableiten, sodass geklärt werden soll, wie ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk gestaltet, organisiert und in der Praxis umgesetzt werden kann, welches sich auf die wesentlichen Teilaufgaben der Fertigung fokussiert und somit eine Komplexitätsreduktion darstellt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 30:** Darstellung Forschungsfrage dieser Arbeit

Aus dieser grundlegenden Fragestellung lassen sich noch weitere Untersuchungsfragen ableiten. Zum einen muss zur Beantwortung der Forschungsfrage geklärt werden, ob und in welchem Umfang die bekannten Konzepte für die Industrie auch auf das Tischlerhandwerk angewendet werden können. Darauf aufbauend muss geklärt werden, welche Anpassungen an diesen Konzepten vollzogen werden müssen, um mit einer auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk eine erfolgreiche PPS zu realisieren. Hierzu ist der Verweis von KAISER ET AL. zu nennen, die die Wirksamkeit der Anpassungen für einen erfolgreichen Einsatz von bekannten Methoden der Serienfertigung auf die Einzel- und Kleinserienfertigung anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels aufgezeigt haben.<sup>251</sup> In diesem Zusammenhang muss sich die Frage gestellt werden, warum die Lösungsansätze für die Industrie nicht gleichbleibend auf das Handwerk übertragen werden können, da dies nicht eindeutig und vollumfänglich von der Wissenschaft beantwortet wird. Weiterhin soll in dieser Arbeit mit einer

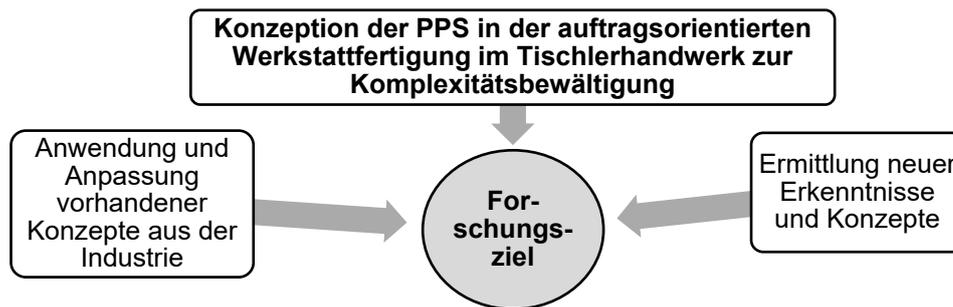
<sup>251</sup> Vgl. Kaiser et al. (2017), S. 833

weiteren Untersuchungsfrage geklärt werden, welche neuen Erkenntnisse für die Konzeption einer auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ermittelt werden können.

Im nachfolgenden Kapitel wird die geschilderte Forschungsfrage systematisch untersucht, um darauf aufbauend ein Konzept für eine PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk aufzustellen.

## 4 Untersuchung zum Konzept zur Komplexitätsbewältigung

Auf Grundlage der ausgearbeiteten Grundsätze der PPS und Komplexität ist deutlich geworden, dass diese Ansätze auf die Anwendung und Anpassung für das Tischlerhandwerk überprüft sowie neue Erkenntnisse und Konzepte ermittelt werden müssen. Die folgende empirische Untersuchung greift diese Fragen auf und überprüft, wie die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk zur Komplexitätsbewältigung konzipiert sein muss.



Eigene Darstellung

**Abbildung 31:** Darstellung Forschungsziel dieser Arbeit

Zu Beginn dieses Kapitels wird die Auswahl und Vorgehensweise der konkreten wissenschaftlichen Forschungsmethode beschrieben, um darauf basierend die Untersuchungsdurchführung darzustellen. Die ermittelten empirischen Daten und Ergebnisse dienen anschließend der Beantwortung der Forschungsfrage und der Überführung der Untersuchungsergebnisse in ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung.

### 4.1 Untersuchungsdesign

Die Methoden zur Untersuchung von Forschungsfragen werden von EID ET AL. als Hilfsmittel und Wege zusammengefasst, die mit einer Datenerhebung zum Erkenntnisgewinn beiführen.<sup>252</sup> Die Datenerhebung stellt nach DÖRING und BORTZ den essenziellen Bestandteil der empirischen Forschung dar. Die Methoden zur Datengewinnung lassen sich nach Aufwand, Vorgehensweise und der Art sowie Informationsgehalt der erhobenen Daten unterscheiden.<sup>253</sup> Diese Untersuchungsmethoden werden weiterhin von BALZERT ET AL. als systematisch und planbare Vorgehensweise zur Gewinnung von wissenschaftlichen

<sup>252</sup> Vgl. Eid et al. (2016), S. 9 f.

<sup>253</sup> Vgl. Döring; Bortz (2016), S. 322 f.

Erkenntnissen definieren, durch die das Zustandekommen der Ergebnisse nachvollzogen werden kann.<sup>254</sup>

In der Wissenschaft findet sich eine Vielzahl an verschiedenen Methoden zur Untersuchung eines Forschungsgegenstandes wieder. Die Auswahl der geeigneten Untersuchungsmethode stellt nicht nur den ersten, sondern auch den wichtigsten Schritt zur Beantwortung der Forschungsfrage dar. Dabei sind nach BRUNNER ET AL. bei der Auswahl der Methodik die Aspekte Zielsetzung, Tragweite, Machbarkeit und Ausgewogenheit zu beachten, um mit der ausgewählten Methode zum gewünschten Ergebnis zu gelangen.<sup>255</sup>

Aus dieser Gegenüberstellung ist zu entnehmen, dass sich für die Untersuchung dieser Ausarbeitung grundlegend für eine qualitative Methode entschieden wird, weil zum Thema der Konzeption der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk nicht ausreichend Literatur existiert und somit die Entwicklung neuer Erkenntnisse und Theorien sinnvoll erscheint. Weiterhin werden für die Beantwortung der genannten generellen Forschungs- und untergliederten Untersuchungsfragen tiefgründige Ergebnisse benötigt, die nicht auf numerischen oder statistischen Daten basieren.<sup>256</sup>

Als konkrete Untersuchungsmethode zur Datenerhebung wird sich für ein Experteninterview entschieden, weil im Vergleich zu den anderen Methoden die theoretischen Annahmen durch fachkundige Experten für den spezifischen Untersuchungsbereich überprüft werden können. Es wird eine hohe inhaltliche Gesprächstiefe erreicht, die erforderlich ist, um die gewinnbringenden Erkenntnisse zu sammeln, die die nur in begrenztem Maße vorhandene Literatur ergänzen kann. Die zwar als nicht repräsentativ wirkende geringe Stichprobenanzahl kann egalisiert werden, da sich bei dieser Methode auf relevante Einzelmeinungen fokussiert wird, mit der die benötigte inhaltliche Erkenntnistiefe erlangt wird. Außerdem handelt es sich bei dieser Methode um eine Teilerhebung, bei der nur ein Teil der Zielgruppe befragt wird.<sup>257</sup>

BOGNER und MENZ stellen eindeutig fest, dass im Zusammenhang mit komplexen Prozessen, wie der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, ein Experteninterview als empirische Untersuchungsmethode gewählt werden sollte. Bei Themengebieten ohne ausreichend vorhandene Literatur können die Experten durch ihr Fachwissen einen generellen Überblick zum Untersuchungsgegenstand liefern und durch die

---

<sup>254</sup> Vgl. Balzert et al. (2017), S. 267

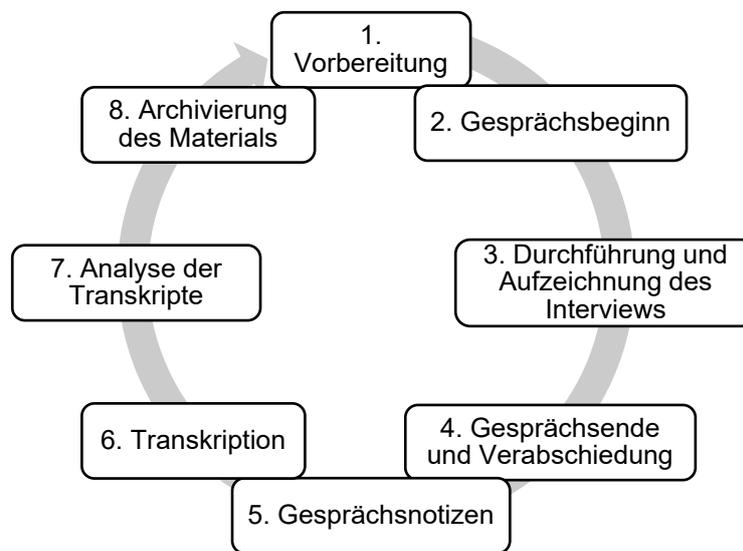
<sup>255</sup> Vgl. Brunner et al. (2015), S. 26

<sup>256</sup> Vgl. Oehlrich (2019), S. 138; Balzert et al. (2017), 271 ff.; Eid et al. (2016), S.12 ff.; Döring; Bortz (2016), 323 ff., 398 ff. u. 541 ff.; Schütz; Röbbken (2016), S. 29; Brunner et al. (2015), S. 105 ff., 118 ff., 135 ff. u. 146 ff.; Brüsemeier (2008), S. 14 ff.

<sup>257</sup> Vgl. Oehlrich (2019), S. 138; Balzert et al. (2017), 271 ff.; Eid et al. (2016), S.12 ff.; Döring; Bortz (2016), 323 ff., 398 ff. u. 541 ff.; Schütz; Röbbken (2016), S. 29; Brunner et al. (2015), S. 105 ff., 118 ff., 135 ff. u. 146 ff.; Brüsemeier (2008), S. 14 ff.

Gespräche mit den Experten ein vereinfachter Einstieg in die Vertiefung des Themengebietes erfolgen.<sup>258</sup>

Das theoretische Vorgehen bei einem Experteninterview kann in Anlehnung an DÖRING und BORTZ beschrieben werden, welches auch für die vorliegende Untersuchung verwendet wird. In der Literatur finden sich zwar noch weitere Vorgehensmodelle von beispielsweise HILDENBRANDT, KAISER oder PRÄTSCH und ROSE, welche jedoch nur grob und oberflächlich die Vorgehensweise bei der Durchführung eines Experteninterviews beschreiben. Lediglich DÖRING und BORTZ stellen einen durchdachten Leitfaden und eine Beschreibung der Vorgehensweise zur Verfügung, sodass sich an diesem Vorgehen orientiert wird.<sup>259</sup>



Eigene Darstellung

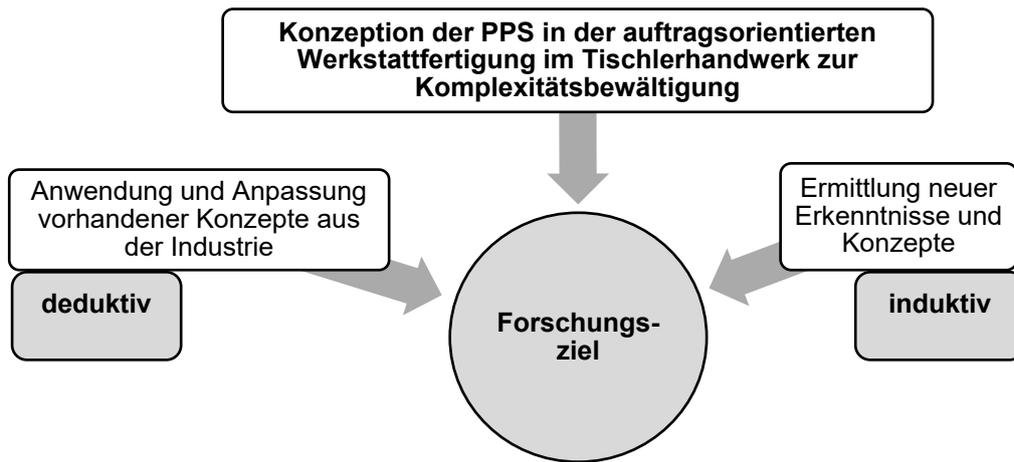
**Abbildung 32:** Theoretisches Vorgehen bei Experteninterviews<sup>260</sup>

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Forschungsfrage sowohl deduktiv als auch induktiv anhand der erhobenen Daten ausgewertet. Mit der qualitativen Methode der Experteninterviews konnten neue Erkenntnisse ermittelt, die interpretativ und induktiv ausgewertet wurden. Daraus konnten neue Konzepte ermittelt werden. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Untersuchung deduktiv ausgewertet, sodass geprüft wurde, inwieweit die vorhandenen Konzepte aus der Industrie auf den Untersuchungsgegenstand angewendet oder ggf. angepasst werden konnten. Beide Auswertungsverfahren haben das konkrete Ziel ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk zu ermitteln.

<sup>258</sup> Vgl. Bogner; Menz (2002), S. 7 ff.

<sup>259</sup> Vgl. Döring; Bortz (2016), S. 365 ff.; Hildenbrandt (2015), S. 241 ff.; Kaiser (2014), S. 12; Prättsch; Rose (2010), S. 73 ff.

<sup>260</sup> Vgl. Döring; Bortz (2016), S. 365 ff.



Eigene Darstellung

**Abbildung 33:** Darstellung der Auswertung der Untersuchungsergebnisse anhand der Forschungsfrage

Die Gütekriterien qualitativer Forschung sind die Transparenz, Intersubjektivität und Reichweite.<sup>261</sup> Für das vorliegende Experteninterview muss die Einhaltung dieser Gütekriterien sichergestellt werden. Die Transparenz wurde gewährleistet, in dem das Vorgehen, die Ergebnisse und die Auswertung der Untersuchung detailliert dokumentiert wurden. Weiterhin ist ein Interviewleitfaden für die Durchführung der Experteninterviews erstellt worden und diese mit einer Audioaufnahme aufzuzeichnen, um anschließend eine Transkription durchzuführen. Für die einzuhaltende Intersubjektivität wurden allgemeingültige Fragen gestellt, die nicht auf konkrete Beispiele, wie z.B. das Unternehmen des Autors abzielen. Dabei hat der Autor stets eine gewisse Neutralität und Offenheit aufgewiesen. Weiterhin wurden die Ergebnisse ausführlich diskutiert und reflektiert. Zur Sicherstellung der Reichweite wurde eine durchdachte und breitgestreute Auswahl von Experten vorgenommen, sodass neben Experten aus der Wissenschaft auch praxisbezogene Experten befragt wurden, wodurch sich eine Sammlung von relevanten Einzelmeinungen erhofft wurde.<sup>262</sup> Die vorhandene Subjektivität des Interviewenden bei dieser qualitativen Methode musste im Sinne einer kritischen Reflexion offengelegt und im Anschluss diskutiert werden.

<sup>261</sup> Vgl. Strübling et al. (2018), S. 83 ff.; Balzert et al. (2017), S. 13 ff.; Döring; Bortz (2016), S. 93 ff. u. 106 ff.; Kaiser (2014), S. 9

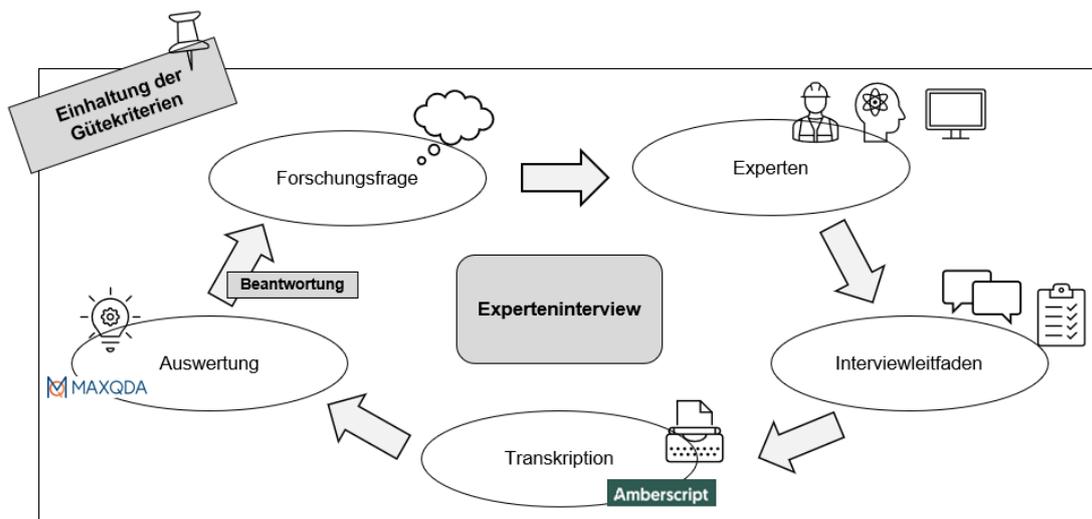
<sup>262</sup> Ebenda

Transparenz	Intersubjektivität	Reichweite
<ul style="list-style-type: none"> <li>• detaillierte Dokumentation der Durchführung</li> <li>• Erstellung eines Interviewleitfadens</li> <li>• Audioaufnahme der Interviews und anschließende Transkription</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion und Reflexion der Ergebnisse</li> <li>• allgemeingültige Fragen</li> <li>• Neutralität und Offenheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchdachte und breitgestreute Auswahl von Experten</li> <li>• Sammlung von relevanten Einzelmeinungen</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 34:** konkrete Maßnahmen zur Gewährleistung der Einhaltung der Gütekriterien

Für diese Untersuchung soll mit der qualitativen Methode der Experteninterviews, die formulierte Forschungsfrage beantwortet werden. Die Beantwortung dieser Forschungsfrage stellt den Untersuchungsgegenstand dieser Ausarbeitung dar. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde sich an der beschriebenen theoriegeleiteten Vorgehensweise orientiert. Die Vorgehensweise wird in der nachfolgenden Abbildung 35 übersichtlich dargestellt und im Nachfolgenden beschrieben.

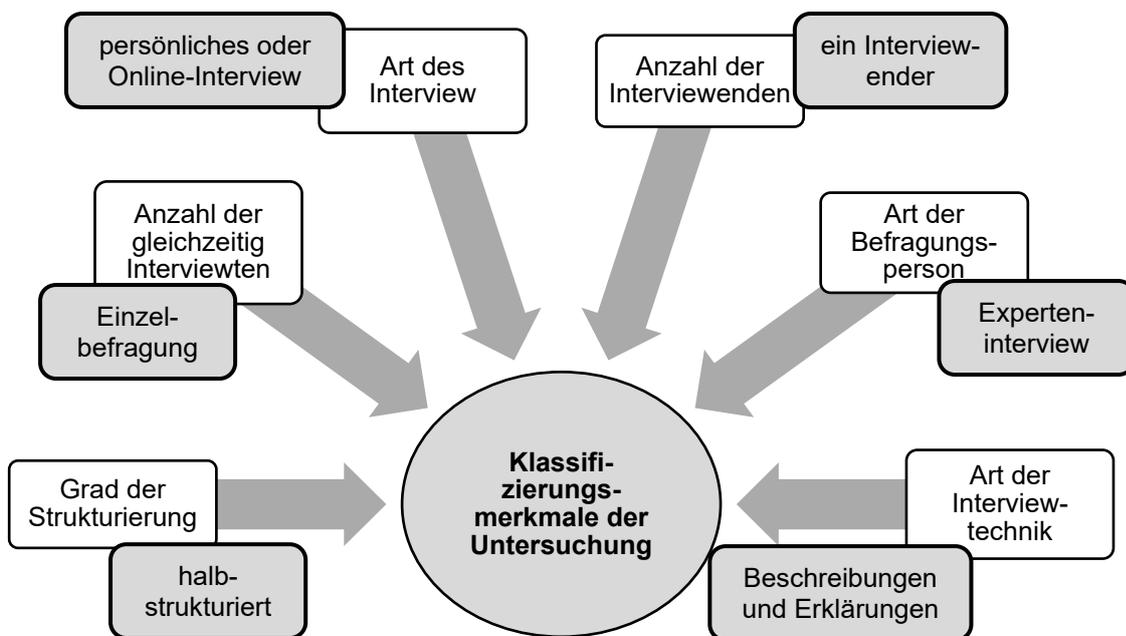


Eigene Darstellung

**Abbildung 35:** Zusammenfassende Darstellung des Untersuchungsdesigns

Die Experteninterviews erfolgten in einer Einzelbefragung, je nach Experte, persönlich oder in einem Online-Interview. Für die Datenerhebung mit einem Experteninterview wäre das persönliche Treffen die geeignetste Art des Interviews, um eine vertrauensvolle und entspannte Gesprächsatmosphäre herzustellen. Jedoch konnten wegen der Beschränkungen der anhaltenden Corona-Pandemie im Frühjahr 2022 sowie den teils größeren Entfernungen zwischen dem Interviewenden und Experten der Großteil der Interviews Online vollzogen werden. Auf der Seite des Interviewenden war lediglich eine Person anwesend. Die Experteninterviews wurden halbstrukturiert durchgeführt, sodass ein Interviewleitfaden mit offenen Fragen und

ohne Angabe von Antwortalternativen erstellt wurde. Der Inhalt der Fragen und deren Reihenfolge wurden vorab festgelegt, jedoch konnten, je nach Gesprächssituation, Anpassungen am Leitfaden vorgenommen werden. Dadurch wurde zwar ein grundlegender Rahmen für die Experteninterviews festgelegt, allerdings hatte der Interviewende die Möglichkeit das Gespräch auf einen bestimmten Themenbereich zu fokussieren und durch Rückfragen die benötigte inhaltliche Tiefe zu ermitteln.



Eigene Darstellung

**Abbildung 36:** Klassifizierungsmerkmal der vorliegenden Untersuchung

Für das Experteninterview wurde sich planmäßig auf eine Stichprobe von zehn Personen festgelegt, dabei wurde, unter dem zeitlichen Aspekt dieser Projektarbeit, erhofft qualitativ hochwertige Erkenntnisse zu gewinnen, die für den Untersuchungsgegenstand hilfreich und weiterführend sind. Diese Teilerhebung stellt zwar nur eine beschränkt repräsentative Stichprobenauswahl dar, sodass kein vollständiger Anspruch auf einen allgemeingültigen und branchenübergreifenden Querschnitt erhoben wird. Jedoch wurden ausschließlich qualifizierte Fachkräfte und in der Wissenschaft renommierte Experten für dieses Interview ausgewählt, sodass qualitativ hochwertige Erkenntnisse zu erwarten sind. Die Experten wurden in die Kategorien Praxis, Wissenschaft und Softwareanbieter eingeteilt. Dabei machen der Bereich Praxis und Wissenschaft jeweils einen Anteil von vier und die Softwareanbieter zwei Experten aus.

Praxis	Wissenschaft	Softwareanbieter
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachpersonal mit mehreren Jahren Berufserfahrung im Bereich Produktion, z.B. Fertigungsleitung</li> <li>• Netzwerk: Unternehmen des Autors, Unternehmen aus der Tischlerbranche und anderen Branchen im Handwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dozenten und Professoren mit Schwerpunkten in Wirtschaftswissenschaften, Produktion, PPS</li> <li>• Forschende auf dem Themengebiet der PPS</li> <li>• Netzwerk: Studium des Autors, Literaturrecherche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertriebspersonal mit mehreren Jahren Berufserfahrung im Bereich Vertrieb für PPS-Software</li> <li>• Netzwerk: potenzielle Softwareanbieter für PPS im Tischlerhandwerk</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 37:** Darstellung der Begründung der Auswahl der Experten

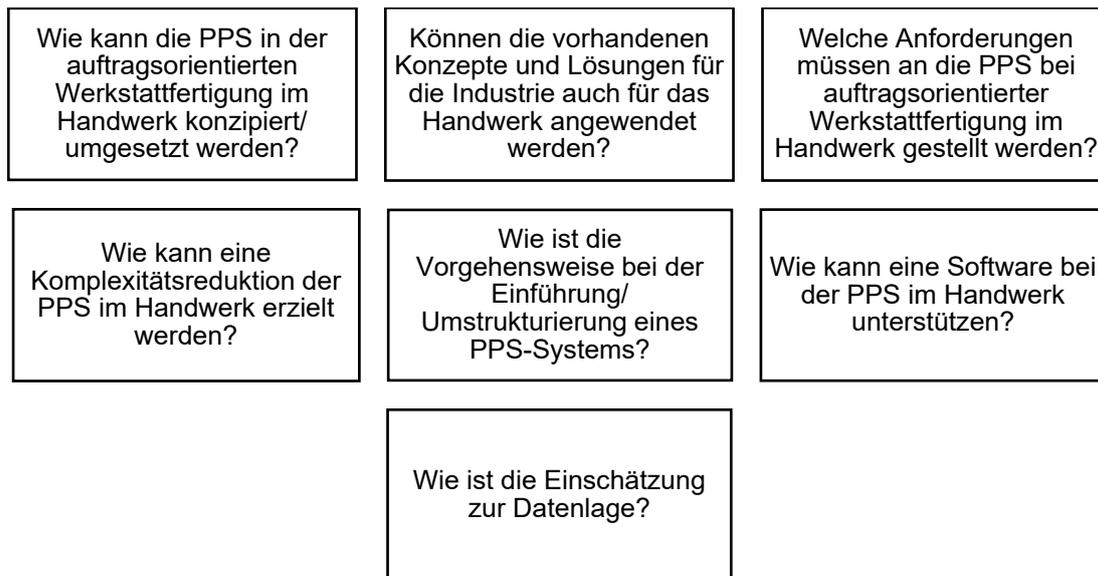
Es wurden ausschließlich Personen ausgewählt und kontaktiert, die einen direkten Bezug zum Untersuchungsgegenstand der Studie erkennen lassen und über den nötigen Kenntnisstand zur Beantwortung der Fragen verfügen. Die Experten beschäftigen sich entweder im praktischen Berufsumfeld oder im Bereich der Wissenschaft mit der Produktion oder der PPS. Die Experten der Kategorie Praxis sind qualifiziertes Fachpersonal mit mehreren Jahren Berufserfahrung im Bereich Produktion. Explizit handelt es sich dabei um Fachkräfte aus dem Unternehmen des Autors, aus Unternehmen aus der Tischlerbranche oder anderen Branchen im Handwerk. Dadurch wurde eine ganzheitliche Betrachtung der Thematik, auch über den Blickwinkel des Tischlerhandwerks gewährleistet. Es wurde erwartet, Ansätze zu ermitteln, wie andere Unternehmen innerhalb oder außerhalb der Branche des Tischlerhandwerks die PPS vollziehen. Zu der Kategorie Softwareanbieter gehört Vertriebspersonal von potenziellen Anbietern für PPS im Tischlerhandwerk, die ebenfalls eine längere Berufserfahrung aufweisen können. Zu der Kategorie Wissenschaft gehören Dozenten und Professoren mit Schwerpunkt zum Untersuchungsgegenstand sowie Forschende auf dem Themengebiet der PPS. Explizit von Letzteren wurde sich eine Beantwortung der Frage erhofft, warum das Handwerk in den wissenschaftlichen Ausführungen oftmals vernachlässigt wird, die Konzepte und Lösungen für die PPS hauptsächlich für die Industrie ausgelegt sind und inwieweit diese angepasst werden müssen, um für das Handwerk realisierbar zu sein.

Die potenziellen Experten wurden vorab von ihrer Wichtigkeit und Relevanz des Beitrags von Informationen priorisiert. Zuerst wurden die Experten mit der höchsten Priorisierung kontaktiert, bei einer Absage der potenziellen Experten für das Interview wurde ein weiterer Experte kontaktiert, um die endgültige geplante Stichprobenanzahl von zehn Personen zu generieren. Die Kontaktaufnahme mit den Experten erfolgte persönlich, telefonisch oder per E-Mail mit einem standardisierten Anschreiben. Weiterhin wurde den Experten in Aussicht gestellt, bei einer Teilnahme am Interview, im Nachgang an die wissenschaftliche Ausarbeitung eine Zusammenfassung der ermittelten Erkenntnisse zu erhalten.

Nach einer Wartezeit von mehreren Wochen haben lediglich drei der potenziellen 25 Experten positive Rückmeldungen gegeben, sodass schlussendlich nur drei Experteninterviews durchgeführt werden konnten. Dabei ist anzumerken, dass bei einem Interview unerwarteterweise eine weitere Person am Interview teilgenommen hat, sodass schlussendlich drei Interviews mit vier Experten geführt wurden.

Weitere potenzielle Experten wurden nicht kontaktiert, in diese Entscheidung spielte der zeitliche Aspekt dieser Ausarbeitung mit ein. Es konnte nicht gewährleistet werden, dass nach einer gewissen Wartezeit auf Rückmeldungen weitere Zusagen erfolgen. Weitere Experten würden unter Umständen nicht mehr allen Kriterien eines Experten entsprechen und somit die Ergebnisse dieser Untersuchung verfälschen. Die geringe Stichprobenanzahl stellt zwar nicht den geplanten Umfang dar und scheint auf quantitativer Sichtweise nicht repräsentativ zu sein, aber die einzelnen Experten können in ihren Fachgebieten trotzdem ein hohes Maß an Fachwissen mit einbringen. WIENDAHL, H.-P. ist ein führender Wissenschaftler der PPS, der in dieser Ausarbeitung auch an anderen Stellen zitiert wird, sodass seine Meinung als repräsentativ einzustufen ist. Bei den Softwareanbietern wurden lediglich potenzielle Experten von Anbietern kontaktiert, die sich mit dem Kontext der PPS im Tischlerhandwerk beschäftigen, weitere Anbieter mit dieser Fokusgruppe konnten nicht identifiziert werden. Die ausbleibenden Rückmeldungen der potenziellen Experten aus der Praxis könnten darauf zurückzuführen sein, dass einer Person aus einem anderen und ggf. konkurrierenden Unternehmen kein Einblick gewährt werden wollte. Weitere Experten aus dem Unternehmen des Autors konnten sich aufgrund des mangelnden Fachwissens zur Thematik ebenfalls nicht identifizieren lassen.

Der Aufbau des Interviewleitfadens orientiert sich an der Theorie zu halbstrukturierten Experteninterviews. Beginnend mit der Einleitung folgen die Einstiegsfragen zu den Hintergrundinformationen des Experten. Es erfolgt keine Abfrage von sozialen Merkmalen, wie z.B. Geschlecht, Alter oder Familienstand, weil diese Aspekte nicht ausschlagend für Untersuchungsergebnisse sind. Anschließend sind die Hauptfragen, dargestellt in Abbildung 38, an die Experten gestellt worden. Jede dieser Hauptfragen hatte ergänzend noch weiterführende und vertiefende Detaillierungsfragen. Abschließend wurden im Interviewleitfaden noch Stichpunkte zum Rückblick des Interviews und zum Ausblick festgehalten.



Eigene Darstellung

**Abbildung 38:** Übersicht der Hauptfragen aus dem Interviewleitfaden

Die Fragen des Interviewleitfadens zielen auf die Beantwortung der Forschungsfrage ab, insbesondere auf den Erkenntnisgewinn der Partizipation des Handwerks aus den Konzepten für die Industrie sowie der Ermittlung neuer Konzepte und Lösungen explizit für das Handwerk und den Untersuchungsgegenstand. Bei der Reihenfolge der Fragen wurde berücksichtigt, dass der Aufbau von allgemeinen Fragen sukzessive zu den spezifischen und detaillierten Fragen verlief, um den Befragten einen bestmöglichen Einstieg zu ermöglichen und die Motivation des Experten aufrecht zu erhalten. Weiterhin ist zu erwähnen, dass die einzelnen Detaillierungsfragen nicht von allen Expertenkategorien beantwortet werden konnten, weil diese auf deren spezifisches Wissen ausgelegt sind. Vor dem ersten Experteninterview erfolgte ein Testdurchlauf, um zu erkennen, ob die Reihenfolge adäquat ist, der angenommene Zeitbedarf ausreicht und Verständlichkeitsschwierigkeiten bei den Fragen entstehen könnten.

Die Tonbandaufnahme des Interviews erfolgte mit einem mobilen Endgerät, welche im Anschluss mit einer Transkriptionssoftware transkribiert wurde. Die automatisch erstellte Transkription wurde anschließend kontrolliert und vereinzelt aufgetretene Transkriptionsfehler korrigiert. Dabei wurde die vereinfachte Transkription angewendet. Es wurden u.a. Satzabbrüche, Stottern oder Dopplungen von Wörtern bereinigt, um ein flüssiges Lesen zu gewährleisten. Dieses Verfahren wurde verwendet, weil sich bei der Auswertung der Interviews weniger auf das Verhalten der Experten konzentriert wird, sondern auf die inhaltlichen Fakten, wofür die bereinigten Textstellen ausreichend sind. Außerdem wurden die Transkriptionen in einer fortlaufenden Nummerierung bezeichnet, mit Positionsabschnitten markiert und Zeitmarken gesetzt, um die entsprechenden Textstellen im Interview wiederzufinden. Die Transkription

wurde mit dem Onlinedienst Amberscript<sup>263</sup> durchgeführt, die anschließende Auswertung der Interviews erfolgt mit der Software MAXQDA<sup>264</sup>, die sich auf Datenanalysen fokussiert hat. Für die nachfolgende qualitative Inhaltsanalyse nach MAYRING wurden die Ergebnisse der einzelnen Interviews nach thematischen Abschnitten in die Kategorien Prozessabläufe, Mitarbeiterkompetenzen sowie Daten und Hilfsmittel geordnet. Die Ergebnisse mit Relevanz zur Forschungsfrage wurden kodiert, um das Datenmaterial zu strukturieren.<sup>265</sup>

Diese Unterteilung hat sich innerhalb des Analyseprozesses ergeben, weitere Kategorien oder Unterkategorien haben sich aufgrund der geringen Stichprobenanzahl und der daraus resultierenden verringerten Anzahl an Ergebnissen nicht ergeben. Die Antworten der einzelnen Interviewleitfragen haben sich je nach individueller Aussage des Experten den einzelnen Kategorien zuordnen lassen. Um diese Ergebnisse strukturiert auswerten zu können, wurde, neben der reinen Transkription der einzelnen Interviews, die Transkription jedes Experteninterviews mit der entsprechenden Kodierung dargestellt und anschließend in einem separaten Dokument die einzelnen Kodierungen mit den Inhalten aus allen Interviews zusammengefasst. Diese Dokumente werden im nachfolgenden Abschnitt 4.2 ausführlich dargestellt und analysiert, sodass die Ergebnisse interpretativ sowie induktiv und deduktiv argumentativ ausgewertet werden können.

## 4.2 Untersuchungsergebnisse

Im nachfolgenden Abschnitt wird mit Hilfe der Ergebnisse der Untersuchung die Forschungsfrage beantwortet, dafür wurden die Tonbandaufnahme, Transkription und Gesprächsprotokolle der drei Experteninterviews, die kodierten Transkripte, die Zusammenfassung der Kodierungen der einzelnen Kategorien und die Generalisierung der Transkription ausgewertet. Die Untersuchungsergebnisse werden eingeordnet, dargestellt sowie kritisch bewertet und sich dabei auf die o.g. Dokumente bezogen.

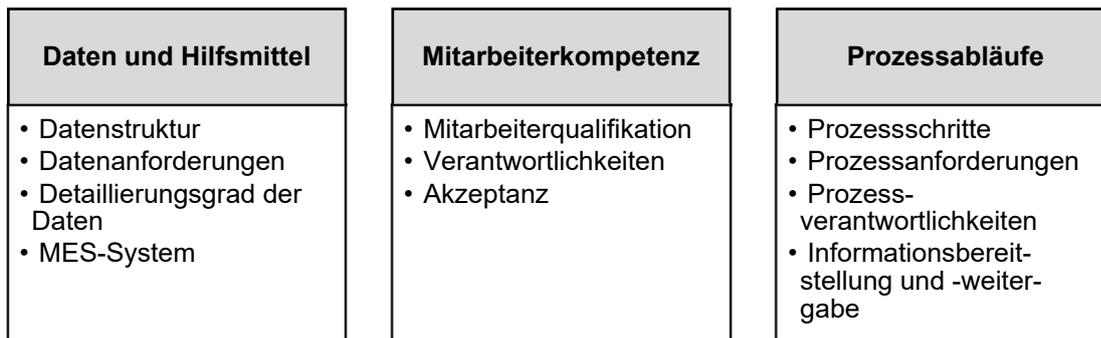
Die ermittelten Kodierungen lassen sich weiterhin thematisch untergliedern und strukturieren, um eine zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse aufzustellen. Dabei handelt es sich allerdings nicht um Unterkategorien, weil die Inhalte nicht eindeutig voneinander abzugrenzen sind.

---

<sup>263</sup> Vgl. Amberscript Global B.V. (Hrsg.) (2022)

<sup>264</sup> Vgl. VERBI - Software. Consult. Sozialforschung. GmbH (Hrsg.) (2022)

<sup>265</sup> Vgl. Mayring (2010), S. 601 ff.



Eigene Darstellung

**Abbildung 39:** Thematische Untergliederung der einzelnen Kodierung

Für die Kategorie Daten und Hilfsmittel hat die Auswertung der Experteninterviews ergeben, dass für die Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk eine gewisse Datenstruktur als Entscheidungsgrundlage vorliegen muss, weil die Vorgabezeiten und Auftragsinformation für die Prozesse und Software wichtig sind. Ohne die zur Verfügung stehenden Daten können beispielhaft keine IST-SOLL-Vergleiche vollzogen werden. Jedoch ist es nach EXPERTE 1 für das Handwerk schwierig strukturierte und standardisierte Daten zu ermitteln. Daher waren sich die Experten einig, dass die benötigten Daten, vor allem die Vorgabezeiten, anhand von Schätz- und Erfahrungswerten ermittelt werden können. EXPERTE 1 äußert sich dazu wie folgt:

*„Und das heißt, also meine Erfahrung ist, sie können auch in der Unikatfertigung mit einer relativ hohen Sicherheit auf der Basis von kalkulatorischen Daten Vorgabezeiten ermitteln.“*

EXPERTE 2 führt in seinem Experteninterview weiterhin aus, dass sich aus dieser Art der Datenstruktur fundierte Daten entwickeln können, sodass die ermittelten Vorgabezeiten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit der Realität entsprechen.

Neben den Vorgabezeiten gehören nach EXPERTE 3 und EXPERTE 4 die Produkt- und Auftragsdaten, Termine sowie Informationen der Zukaufteile zu den relevanten Daten für einen Fertigungsauftrag in der PPS. Diese Daten ermöglichen die Verfolgung des Status eines Fertigungsauftrages innerhalb der Werkstattstruktur im Tischlerhandwerk. EXPERTE 4 fügt hinzu, dass für das weniger digitalisierte Handwerk die relevanten Daten für die ausführenden Mitarbeiter auf einem Dokument abgebildet werden müssen, um eine Zettelwirtschaft zu vermeiden.

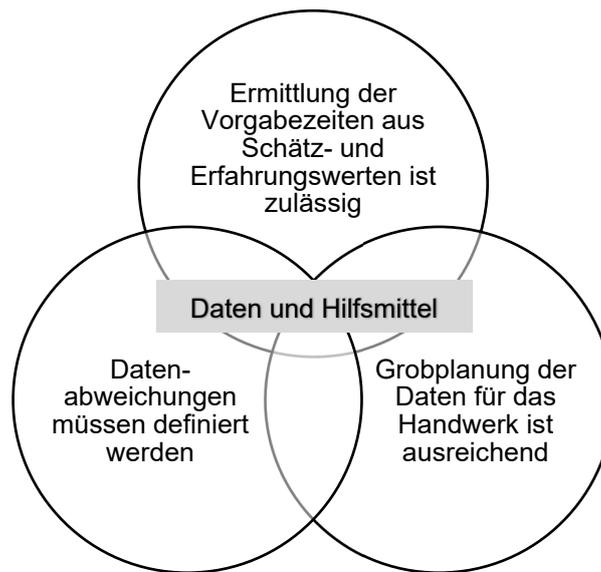
In Bezug auf den Detaillierungsgrad der Daten sagen die Experten aus, dass eine Grobplanung für das Handwerk ausreichend ist. EXPERTE 1 impliziert mit dieser Aussage, dass eine taggenaue Planung ausreichend ist und nicht, wie in der Industrie, einen minutengenaue Taktung der Fertigung vorgegeben werden muss. Im Tischlerhandwerk, aber auch in der Industrie,

sind realistische Daten, die keine Abweichungen von den Vorgaben aufweisen, nicht realisierbar.

EXPERTE 1 und EXPERTE 4 zeigen auf, dass wegen der Komplexität und Eigenschaften der auftragsorientierten Werkstattfertigung eine exakte Datenaufnahme nicht möglich und nötig ist. Vielmehr ist eine Grobplanung, im Kontext der Detaillierung, für das Handwerk ausreichend. Im Sinne der Werkstattfertigung muss allerdings für eine verlässliche PPS bei der Planung nach den einzelnen Werkstätten differenziert werden. EXPERTE 1 erläutert weiterhin, dass für die Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk die akzeptierbaren Datenabweichungen vom Planungsstand definiert werden müssen. Die Daten können und müssen im Handwerk, mit ihren individuellen und stetig verändernden Prozessen und Produkten, nicht exakt definiert und vorhergesagt werden, jedoch muss die relevante Abweichung definiert werden, bei der Korrekturmaßnahmen ergriffen werden müssen.

In Bezug auf die Hilfsmittel sollte ein Unternehmen im Tischlerhandwerk ein MES-System nutzen, um daran zu wachsen und die Fertigung zu digitalisieren. Dadurch können die komplexen Prozesse vereinfacht und transparenter dargestellt werden. Zur Komplexitätsreduzierung sollte nach EXPERTE 3 das MES-System auf die spezifischen Unternehmensprozesse angepasst sowie auf die wesentlichen PPS-Prozesse minimiert und fokussiert sein. Diese Lösung muss allerdings flexibel anpassbar sein, um sich auf die in der auftragsorientierten Werkstattfertigung vorherrschenden Variantenvielfalt und verändernden Produkteigenschaften anpassen zu können. Außerdem muss ein manuelles Eingreifen innerhalb der Software möglich sein, weil im Handwerk, abgrenzend zur Industrie, der Mensch und die Handarbeit im Fokus stehen und dabei die individuellen Mitarbeiterkompetenzen in die PPS mit einfließen müssen.

Resümierend für die Untersuchungsergebnisse in der Kategorie Daten und Hilfsmittel lassen sich zur Beantwortung der Forschungsfrage die folgenden Kernaussagen, die in der Abbildung 40 dargestellt sind, festhalten.



Eigene Darstellung

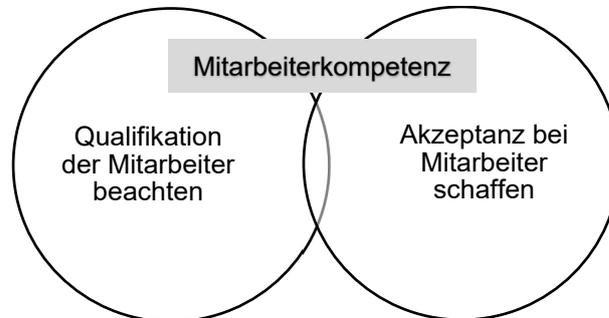
**Abbildung 40:** Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Daten und Hilfsmittel

In der Kategorie Mitarbeiterkompetenzen hat die Auswertung der Untersuchungsergebnisse ergeben, dass die Mitarbeiterqualifikationen bei der Durchführung der PPS im Tischlerhandwerk beachtet werden müssen, um die Komplexität der Herausforderung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk zu bewältigen. Dies muss besonders bei der Personalplanung und der Verteilung der Fertigungsaufträge auf die Arbeitssysteme beachtet werden, denn nicht jeder Mitarbeiter kann jede Tätigkeit in der gleichen Qualität und Schnelligkeit ausführen. Somit muss die PPS händisch und nach den Erfahrungen und Wissen der Fertigungsleitung vollzogen werden. Dazu führt EXPERTE 1 wörtlich aus:

*„Es gibt da gute und schlechte Mitarbeiter. Es gibt Leute, die [...] können das in drei Stunden zu Recht montieren. Und es gibt Leute, die brauchen 30 Stunden und sind immer noch nicht fertig.“*

Die Fertigungsleitung, als ausführende Mitarbeiter der PPS, nehmen eine zentrale Bedeutung bei der Durchführung der PPS im Handwerk ein. Die Fähigkeiten und Qualifikationen dieser Mitarbeiter sind maßgeblich entscheidend für den Erfolg der PPS. Die zentrale Bedeutung der Fertigungsleitung wird von EXPERTE 1 unterstrichen, der aussagt, dass die verantwortliche Person die PPS vorleben muss und diese Person die Stellung als Kontrolleur der Arbeitsprozesse einnehmen muss. Abschließend lässt sich zur Mitarbeiterkompetenz festhalten, dass für eine erfolgreiche PPS im Handwerk die Akzeptanz für die PPS bei den Mitarbeitern geschaffen werden muss. Der einzelne Mitarbeiter trägt durch die Ausführung seiner Arbeitsschritte einen Bestandteil zum Erfolg der PPS bei, dazu gehört beispielhaft die korrekte fertigungsauftragsbezogene Datenerfassung oder das Verständnis für die Einhaltung der

Arbeitsreihenfolge. Das Handwerk ist wesentlich geringer abhängig von den Durchlaufzeiten der Maschinen als die Industrie, sondern vielmehr von den individuellen Qualifikationen der Mitarbeiter und dem Verständnis derer gegenüber der PPS. Die wichtigsten geschilderten Ergebnisse werden in der nachfolgenden Abbildung zusammenfassend dargestellt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 41:** Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Mitarbeiterkompetenz

Die Prozessabläufe stellen die dritte Kategorie der Untersuchungsergebnisse dar, zu der quantitativ die meisten Erkenntnisse aus den Experteninterviews gesammelt werden konnten. Beginnend mit den einzelnen Prozessschritten der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk lässt sich anhand der Aussagen des Experten EXPERTE 1 zusammenfassen, dass für eine erfolgreiche PPS nicht nur die Prozesse der Fertigung betrachtet werden müssen, sondern ebenfalls ganzheitlich die vor- und nachgelagerten Prozesse, also der gesamten Produktion und der dazugehörigen indirekten Prozesse. Explizit muss die Arbeitsvorbereitung in die PPS integriert und ein Vorgabezeitensystem eingeführt werden, so dass der Termin des Fertigungsstarts exakter ermittelt werden kann. Dies hat den Hintergrund, dass bei einer taggenauen Planung und Verzögerung der Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung der Fertigstellungstermin, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit von der Fertigung, nicht gehalten werden kann.

Für die Beantwortung der Forschungsfrage, nach einem Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, lässt sich in Abgrenzung zu den Konzepten aus der Industrie festhalten, dass der Grobplanung ein besonderer Fokus zugeschrieben wird. Dabei kann es je nach individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens ausreichen, dass die PPS mittels Softwareunterstützung nur als reine Überwachungsfunktion eingesetzt wird. Aufgrund der geschilderten Rahmenbedingungen im Handwerk und der auftragsorientierten Werkstattfertigung kann es nach EXPERTE 3 durchaus sinnvoll sein, die Prozesse nicht im Sinne der PPS zu planen, sondern diese vielmehr nur zu überwachen und bei erheblichen Abweichungen vom SOLL-Zustand einzugreifen. Dies würde eine erhebliche Komplexitätsreduktion der PPS-Prozesse darstellen.

In Bezug auf die Unterscheidung des Detaillierungsgrades der Daten zwischen Grob- und Feinplanung führt EXPERTE 1 für das Handwerk aus, dass die Daten der Grobplanung für die Kalkulation und den Verkauf wichtig sind, eine feinere Planung dieser Daten ist am Prozessschritt der Ermittlung der Vorgabezeiten für die Fertigung zu erledigen. Ein Ziel des Handwerks sollte es sein, dass diese Daten sich durch den Austausch der beteiligten Mitarbeiter angleichen, um gravierende Datenabweichungen zu vermeiden.

Weiterhin ist eine taggenaue Planung für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk mit Einmal- und Einzelfertigung ausreichend. Eine detaillierte Planung ist nicht notwendig, denn die Aussagekraft der Information wird nicht weitreichender je detaillierter und feiner diese Planung vollzogen wird. Eine stunden- oder minutenbasierte Taktung und Planung sind im Handwerk und unter den geschilderten Rahmenbedingungen weder möglich noch notwendig.

Für die Arbeitsabläufe und einzelnen Aufgaben innerhalb der PPS für das Tischlerhandwerk und die auftragsorientierte Werkstattfertigung zeigen die Experten EXPERTE 1 und EXPERTE 4, dass ein durchgängiger Projektplan und eine Terminüberwachung wichtig für die transparente Nachverfolgung der Prozesse sind. Weiterhin muss für die Fertigungsaufträge eine Prioritätenliste unter Berücksichtigung kurzfristiger Termine und Eilaufträge eingerichtet werden, um die einzelnen Fertigungsaufträge unter vorab definierten Parametern, wie z.B. kurze Durchlaufzeit, geringe Liegezeiten, durch die Fertigung zu steuern. Außerdem sollte für die vorausschauende Planbarkeit der Fertigungsaufträge die Wahrscheinlichkeit eines Projektauftrages eingeführt werden.

In Bezug auf die Aufgaben des Aachener PPS-Modells führt EXPERTE 1 aus, dass auch im Handwerk einzelne Teilaufgaben nicht wegfallen dürfen, jedoch ist es, wie bereits beschrieben, legitim die Ausführung dieser Aufgaben je nach individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens gröber abzarbeiten. Im konkreten Bezug auf die auftragsorientierte Werkstattfertigung kann die Produktionsprogrammplanung teilweise vernachlässigt werden, weil die Absatzprognosen nicht zyklisch ermittelt, sondern vielmehr nach dem Prinzip der Kundennachfrage gesteuert werden.

Weiterhin stellen die Experten Anforderungen an die einzelnen Prozesse der PPS, um für die Rahmenbedingungen der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk die komplexen Prozessabläufe zu vereinfachen. Dafür macht EXPERTE 1 an mehreren Positionen seines Experteninterviews deutlich, dass auch im Handwerk die Prozesse dokumentiert und standardisiert werden müssen. Nur dann können Transparenz und Übersichtlichkeit in den Prozessabläufen geschaffen werden und die Komplexität der Variantenvielfalt, individuellen Produktanforderungen, verschiedenartigen Materialflüssen und individuellen Fähigkeiten der Mitarbeiter bewältigt werden. Die Dokumentation und Standardisierung der PPS-Prozesse,

angefangen bei der Auftragsabwicklung und der Kalkulation bis hin zur Arbeitsvorbereitung und dem tatsächlichen Fertigungsprozess, sind nach EXPERTE 1 das Fundament für eine erfolgreiche und gewinnbringende PPS im Handwerk. Diese Aussage wird von EXPERTE 4 in seinem Experteninterview bestätigt.

Zu weiteren Prozessschritten der PPS zeigt EXPERTE 1 auf, dass die Kapazitätsplanung als eine gewissenhafte Aufgabe angesehen und durchgeführt werden muss. Die Voraussetzungen dafür sind eine zuverlässige Termineinhaltung der Prozessvorgänger sowie eine aussagekräftige Kapazitätsbedarfs- und Kapazitätsangebots-ermittlung, die durch die Dokumentation und Standardisierung der Prozesse sowie deren Einhaltung realisiert werden kann.

Im Zusammenspiel mit den anderen beiden Kategorien Daten und Hilfsmittel sowie Mitarbeiterkompetenz lassen sich zwei weitere wichtige Aspekte darstellen. Zum einen ist es für die Einzelfertigung wichtig, dass der Vertrieb und die Fertigungsleitung, als verantwortliche Mitarbeiter für die PPS, akzeptable Datenabweichungen ermitteln. Denn bei diesem Fertigungstyp wird das Produkt nur einmalig produziert, sodass die einzelnen Fertigungsprozesse je Produkt individuell ablaufen. Daher müssen für die Ermittlung der Vorgabezeiten bestimmte Regeln festgelegt werden.

In Verbindung mit den Mitarbeiterkompetenzen ist es wichtig, dass im Handwerk keine automatisierte PPS implementiert wird, denn der auszuführende Mitarbeiter muss in diese Planung jederzeit eingreifen und auf besondere Ereignisse oder Bedingungen reagieren können sowie die Mitarbeiterqualifikation in die Planung einfließen lassen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Komplexitätsbewältigung der PPS stellt die Verantwortlichkeit für das Änderungsmanagement dar. Dazu sagt EXPERTE 1 deutlich aus, dass diese festgelegt werden müssen, damit die Daten, z.B. Auftragsdaten oder Vorgabezeiten, bei Änderung aktualisiert und an die richtigen Stellen weitergegeben werden. Dies ist beispielhaft von großer Bedeutung, wenn im Verlauf des Projektes der Umfang oder die Leistung verändert wird. Diese Prozessverantwortlichkeiten müssen an allen Stellen der PPS eingeführt werden und insbesondere im Handwerk, wenn die Dokumentation und Standardisierung der Prozesse noch nicht vollends ausgereift sind, damit die Verantwortlichen der Kontroll- und Durchführungsaufgabe nachkommen. Außerdem können weitere Änderungen und Abweichungen nur dann konsequent und lückenlos festgestellt werden, wenn ein Verantwortlicher für diese Aufgabe benannt wird.

Abschließend stellen EXPERTE 1 und EXPERTE 4 dar, dass ein frühzeitiger Informationsaustausch zwischen den Abteilungen, insbesondere der Arbeitsvorbereitung und Fertigungsleitung elementar wichtig für die frühzeitige Kapazitätsplanung der Fertigung ist. Je früher die Fertigungsleitung belastbare Informationen zu den Fertigungsaufträgen erhält, desto

fundierter und genauer kann die PPS durchgeführt werden. Umso kurzfristiger die Informationen an die Fertigungsleitung weitergegeben werden und je geringer das Zeitintervall bis zur Fertigstellung ist, desto höher ist der Planungsaufwand und die Fehlerwahrscheinlichkeit. Weiterhin kann die Durchführung der PPS erst erfolgen, wenn alle relevanten Informationen und Daten vorliegen, daher muss die Informationsbereitstellung und -weitergabe ebenfalls dokumentiert und standardisiert werden.



Eigene Darstellung

**Abbildung 42:** Zusammenfassung der elementaren Untersuchungsergebnisse der Kategorie Prozessabläufe

Abschließend stellt EXPERTE 2 zur Vorgehensweise der Implementierung eines PPS-Systems in einem handwerklichen Unternehmen dar, dass dies ein lebendiger Prozess ist, der sich im Laufe der Zeit entwickelt. Es handelt sich dabei weniger um einen starren und festgeschriebenen Prozess, sondern vielmehr um eine dynamische individuelle Vorgehensweise, angepasst an die Rahmenbedingungen des jeweiligen Unternehmens.

Zusammenfassend in Bezug auf die Forschungs- und Untersuchungsfrage lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse der Untersuchung sowohl deduktiv als auch induktiv ausgewertet werden konnten. Im Bereich der Daten und Hilfsmittel ist zu erkennen, dass die grundlegenden Voraussetzungen unterschiedlich sind, sodass hier induktiv neue Erkenntnisse und Konzeptansätze ermittelt wurden. Es zeigt sich, dass die Datenstrukturen und -anforderungen geringer und eine grobe Verwendung der Daten für das Handwerk ausreichend sind. EXPERTE 1 führt dies darauf zurück, dass im Handwerk ein erheblich größerer Anteil an Handarbeit im Gegensatz zur Industrie mit dem Fokus auf Maschinenarbeit vorherrscht und somit die Daten schwieriger ermittelt werden können. Außerdem ist der Fokus auf die Mitarbeiter und deren

individuellen Kompetenzen gesetzt. Die Mitarbeiterkompetenzen wurden ebenfalls induktiv ausgewertet, da diesem Themenbereich in der Industrie kaum an Bedeutung zugeteilt wurde. Für das Handwerk hingegen wird der Mitarbeiterkompetenz eine große Bedeutung zugeschrieben, sodass hierfür neue Erkenntnisse und Konzeptansätze ermittelt wurden. Der Kategorie Prozessabläufe ist zu resümieren, dass die Industrie und das Handwerk zwar die gleichen Problemstellungen aufweisen, auch die Lösungen den gleichen Ursprung haben können, aber diese modifiziert bzw. skaliert sowie an die individuellen Rahmenbedingungen des Unternehmens angepasst werden müssen. Dies wurde von EXPERTE 1 in seinem Interview unterstrichen. Demnach wurde diese Kategorie sowohl deduktiv als auch induktiv ausgewertet.

Abschließend werden die Untersuchungsergebnisse kritisch bewertet und eingeordnet, um daraus für die anschließende Konzeption die richtigen Schlüsse zu ziehen. Durch die geringe Stichprobenanzahl, die durch eine Vielzahl an Absagen und ausbleibender Rückmeldungen der potenziellen Experten entstanden ist, konnte quantitativ nur eine geringe Anzahl an Ergebnissen gewonnen werden. Jedoch stellen diese guten Ansätze mit einer hohen Qualität dar, auf die das nachfolgende Konzept basieren kann. Dabei ist allgemein zusammenzufassen, dass die Aussagen der Experten weniger auf theoretischem und wissenschaftlichem Fundament basieren, sondern vielmehr ihre praktischen Erfahrungen widerspiegeln. Eine individuelle kritische Bewertung der einzelnen Experteninterviews ist in der nachfolgenden Abbildung 43 dargestellt.

Experte 1	Experte 2 und 3	Experte 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monolog vom Befragten</li> <li>• vermehrter Bezug der Aussagen auf Unternehmen des Autors</li> <li>• teilweise vertriebliche Aussagen zum Verkauf von Leistungen des Fraunhofer Institutes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vermehrter Bezug der Aussagen auf die Software der Experten</li> <li>• teilweise vertriebliche Aussagen zum Verkauf von Leistungen von 20-20 Technologies GmbH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vermehrter Bezug der Aussagen auf Unternehmen des Autors</li> <li>• keine Aussagen zu Mitarbeiter-kompetenzen</li> </ul>

Eigene Darstellung

**Abbildung 43:** kritische Bewertung der Experteninterviews

Das Interview mit dem Experten EXPERTE 1 stellte sich im Nachgang größtenteils als ein Monolog dar, bei dem vom Interviewenden nur wenige Fragen gestellt wurden. Allerdings hat der Experte mit seinen Ausführungen die wesentlichen Inhalte bereits thematisiert. Jedoch bezog dieser seine Aussage auf das Unternehmen des Autors, wodurch die Intersubjektivität des Interviews nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden konnte. Außerdem wurde zum Ende des Interviews vermehrt versucht, durch vertriebliche Aussagen, die Leistungen des

Fraunhofer Institutes zu verkaufen. Ebenfalls einen Verkaufscharakter hatte das Experteninterview mit EXPERTE 2 und EXPERTE 3, bei dem die Aussagen oftmals konkret auf die MES-Software des Unternehmens der beiden Experten bezogen wurden. Bei dem Interview mit dem Experten EXPERTE 4 konnte ebenfalls die Intersubjektivität nicht während des gesamten Gesprächs sichergestellt werden, hier wurden die Aussagen teilweise auf das Unternehmen des Autors bezogen, sowie persönliche Meinungen zum Unternehmen genannt. Diese Textpassagen wurden aus der Transkription entfernt, lassen sich jedoch auf der Tonbandaufnahme nachvollziehen.

Zusammenfassend konnten nicht für alle Teilbereiche der PPS Untersuchungsergebnisse gesammelt werden, auch die Forschungsfrage konnte mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht ganzheitlich und vollumfänglich beantwortet werden, sodass für ein ganzheitliches Konzept noch Fragen und Erkenntnisse offengeblieben sind. Dieser Umstand lässt sich auf die bereits thematisierte geringe Stichprobenanzahl zurückzuführen. Jedoch lässt sich daraus auch eine Bestätigung der Forschungslücke ableiten, demnach liegt der Fokus und Wissensstand von ausgewählten Experten im Themengebiet der PPS ebenfalls auf dem Gebiet der Industrie und die Adaption dieses Wissens sowie die Anpassung auf konkrete Beispiele im Handwerk und deren Rahmenbedingungen fehlt folglich.

### **4.3 Überführung der Untersuchungsergebnisse in ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung**

Im vorliegenden Abschnitt werden die ausgearbeiteten Untersuchungsergebnisse der Experteninterviews in ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk überführt. Unter einem Konzept werden in diesem Kontext zusammenhängende Strukturen eines Untersuchungsgegenstandes verstanden, die in einer Untersuchung ermittelt werden.<sup>266</sup>

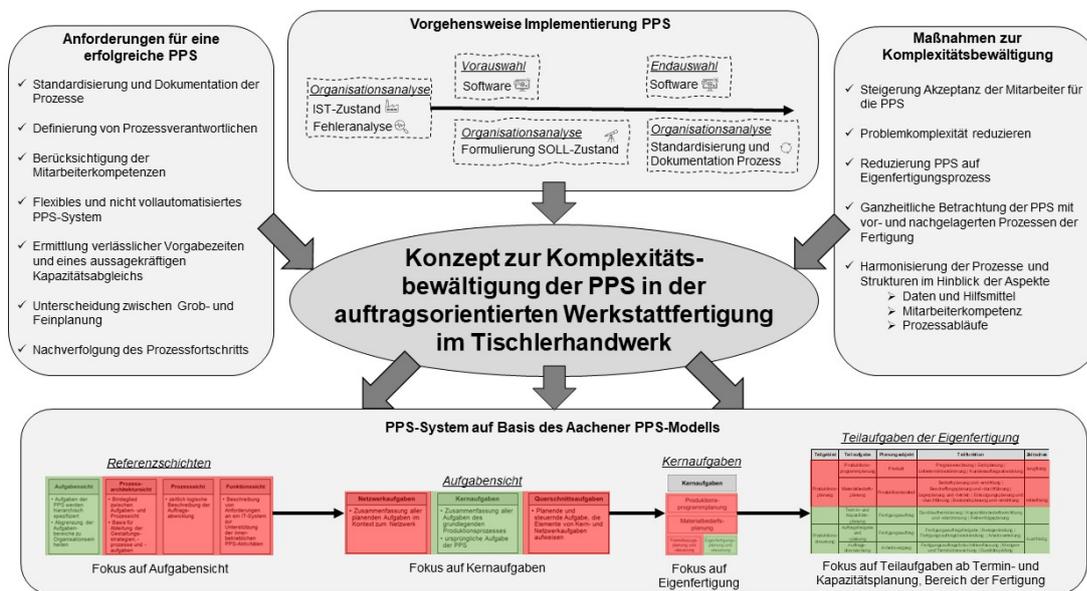
In dieses Konzept fließen die im vorherigen Abschnitt diskutierten Inhalte sowie die theoretischen Grundlagen der PPS mit ein. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben konnte die Forschungsfrage nicht ganzheitlich durch die Ergebnisse der Experteninterviews beantwortet werden, sodass außerdem die Ideen und Ansätze des Autors mit in das Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS integriert werden. Diese Aussagen sind zwar nicht evaluiert und von anderen Experten bestätigt worden, werden aber hier zur ganzheitlichen Ausarbeitung eines Konzeptes dargestellt. Die entsprechenden Textstellen und Inhalte werden offengelegt und stellen einen Anhaltspunkt für weitere wissenschaftliche Ausarbeitungen und Forschende dar.

---

<sup>266</sup> Vgl. Hartleb (2011), S. 109

In der nachfolgenden Abbildung 44 ist eine Modellierung des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk dargestellt, auf dass sich die nachfolgenden Ausführungen beziehen. Das Modell dient in diesem Kontext als Veranschaulichung des Konzepts.

Das Konzept zur Komplexitätsbewältigung basiert auf gewissen Anforderungen für eine erfolgreiche PPS und konkreten Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung, welche in einer vorgegebenen Vorgehensweise im Unternehmen implementiert werden müssen. Daraus abgeleitet lässt sich das Konzept zur Komplexitätsbewältigung formulieren, welches auf dem Aachener PPS-Modell basiert. Jedoch wird sich dabei für das vorliegende Modell auf einzelnen Grundsätzen des Aachener PPS-Modells, welche im Abschnitt 2.4.2 beschrieben sind, beschränkt und fokussiert.



Eigene Darstellung

**Abbildung 44:** Modell des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

#### 4.3.1 Vorgehensweise der Implementierung

Zu Beginn muss sich mit dem Implementierungs- bzw. Änderungsprozess der PPS im Unternehmen auseinandergesetzt werden. Dieser Prozess kann nach Meinung des Autors mit Abweichungen dem 3-Phasen-Konzept aus der Industrie entsprechen, welches in Abschnitt 3.2.1 vorgestellt wurde. Im Handwerk sind oftmals die personellen und finanziellen Mittel für Prozessveränderungen nicht in dem Umfang, wie in der Industrie, vorhanden, sodass hier auf eine individuelle Lösung verzichtet werden muss. In Bezug auf die Softwareauswahl sollte auf eine Standard- oder Branchenlösung zurückgegriffen werden. Demnach startet der Implementierungsprozess ebenfalls mit der Organisationsanalyse, bei der der IST-Zustand des jeweiligen

Unternehmens analysiert wird. Daraufgehend wird sich mit der Vorauswahl von Softwareanbietern beschäftigt und mit einem Lastenheft nach passenden Anbietern auf dem Markt gesucht, im Abgleich aus den Ergebnissen dieser Vorauswahl wird ein SOLL-Prozess formuliert. Dabei wird darauf geachtet, dass die Endlösung zwar passend für die individuellen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen des Unternehmens ist, allerdings sollten sich die Prozesse der Software angleichen. Mit der Endauswahl und der tatsächlichen Implementierung der Software im Unternehmen müssen die Prozesse daran angepasst sowie standardisiert und dokumentiert werden. Aus den Untersuchungsergebnissen ist zu entnehmen, dass weiterhin darauf geachtet werden muss, dass die Software flexibel auf sich verändernde Rahmenbedingungen des Unternehmens skalierbar und anpassbar sein muss. Außerdem ist die Akzeptanz der Mitarbeiter für solche Veränderungen wichtig, sodass die Mitarbeiter mit in den Veränderungsprozess eingebunden werden sollten.

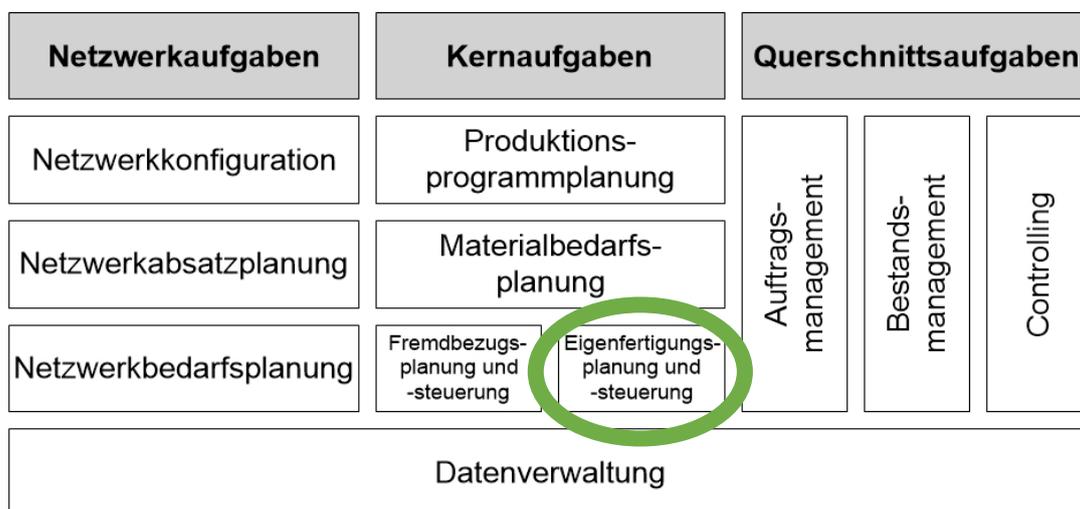
Die Vorgehensweise bei der Einführung eines PPS-Systems stellt dabei keinen starren, sondern vielmehr einen dynamischen Prozess dar, der sich im Laufe der Zeit entwickelt und weitere Veränderungspotentiale hervorrufen kann.

#### **4.3.2 Konkrete Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung**

Die Untersuchungsergebnisse haben ergeben, dass die Lösungen und Methoden der Industrie nicht gleichbleibend für die Probleme des Handwerks adaptiert werden können. Die Lösungen für die Industrie basieren auf bestandsregelnden Verfahren, wie z.B. Kanban oder der belastungsorientierten Fertigungssteuerung, die lediglich für die Industrie ausgelegt sind. Aufgrund der bereits dargestellten Unterschiede zwischen der Werkstatt- und Fließfertigung oder der Einfach- und Serienfertigung können diese Ansätze nicht auf die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk übertragen werden. Außerdem wird dabei die Komponente des Menschen, der im Handwerk im Mittelpunkt der auszuführenden Arbeit steht, vernachlässigt. Lösungen für das Handwerk müssen individuell mit den logistischen Zielsetzungen und unternehmerischen Rahmenbedingungen abgeglichen werden, es gibt keine Standardlösungen für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk, wie bereits in Abschnitt 3.2.3 dargestellt. Für das Handwerk ist es somit von großer Bedeutung die Problemkomplexität zu reduzieren, in dem die Probleme identifiziert und deren Ursachen festgestellt werden. Daraus können anschließend individuelle betriebliche Maßnahmen ergriffen werden, die die in Abschnitt 3.1 in Abbildung 19 dargestellten Faktoren minimiert und somit die Komplexität in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk bewältigt.

Die Grundlage für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk stellt die Sukzessivplanung nach dem Aachener PPS-Modell dar, welche in Abschnitt 2.4.2 beschrieben wird. Jedoch muss für das Handwerk und der untersuchten Fertigungsorganisation die betrachtete Dimension reduziert werden. Von den in Abschnitt 2.4.2 in Abbildung 13

dargestellten Referenzschichten muss die Aufgabensicht fokussiert betrachtet werden. Von den übergeordneten Aufgaben ist eine weitere Fokussierung auf die Kernaufgaben und wiederum in deren untergliederten Teilaufgaben vorgesehen. Das Handwerk konzentriert sich dabei auf die Eigenfertigungsplanung und -steuerung. Aus den Untersuchungsergebnissen und auch der theoretischen Auseinandersetzung ist zu entnehmen, dass die Produktionsprogrammplanung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk eine untergeordnete Bedeutung innehat, ähnliches gilt für die Materialbedarfsplanung, was auf die Auslösung der Produktion durch einen Kundenauftrag zurückzuführen ist. Dazu wird im späteren Verlauf der Konzeption detaillierter Bezug genommen.



Eigene Abbildung

**Abbildung 45:** Fokussierung der Aufgaben der PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

Ebenfalls hat die Fremdbezugsplanung und -steuerung eine untergeordnete Priorität im Handwerk, weil, wie in Abschnitt 2.4.3 beschrieben, die Fertigungstiefe im Handwerk höher ist und der Fremdbezug demnach geringer ausfällt. Jedoch dürfen diese Aufgaben der PPS nicht gänzlich entfallen, sondern stehen für das Handwerk und die untersuchte Fertigungsorganisation weniger im Fokus und haben eine geringe Bedeutung für den Erfolg der Maßnahmen, sodass diese mit einer geringeren Tiefe ausgeführt werden können. Diese Aufgaben können ganzheitlich für das Unternehmen betrachtet sowie definiert und nicht nur auf die Fertigung bezogen werden.

Für das Handwerk und die auftragsorientierte Werkstattfertigung müssen die Teilaufgaben der PPS auf das Wesentliche reduziert werden, um die Komplexität zu bewältigen und den Prozess zu vereinfachen. Dies ist konträr zur Entwicklung der Wissenschaft und der Industrie, bei der alle Unternehmensbereiche miteinander vernetzt sind, alle Prozesse digitalisiert und automatisiert werden, sodass alle Aufgaben der PPS miteinander in Relation stehen. Die Kernaufgaben der PPS bei Eigenfertigungsplanung und -steuerung werden in einzelne Teilaufgaben

gegliedert, die für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk im nachfolgenden Abschnitt komplexitätsreduzierend in einem ganzheitlichen Konzept ausgestaltet werden. Dabei wird der Fokus auf die Teilaufgaben ab der Termin- und Kapazitätsplanung, wie in der nachfolgenden Abbildung 46 dargestellt, gelegt.

Teilgebiet	Teilaufgabe	Planungs-objekt	Teilfunktion	Zeitachse
Produktionsplanung	Produktionsprogrammplanung	Produkt	Prognoserechnung   Grobplanung   Lieferterminbestimmung   Kundenauftragsabwicklung	Langfristig
	Materialbedarfsplanung	Produktbestandteil	Bedarfsplanung und -ermittlung   Beschaffungsplanung und -durchführung   Lagerplanung und -betrieb   Entsorgungsplanung und -durchführung   Bestandsplanung und -ermittlung	Mittelfristig
	Termin- und Kapazitätsplanung	Fertigungs-auftrag	Losgrößenrechnung   Feinterminierung und Reihenfolgeplanung   Verfügbarkeitsprüfung	
Produktionssteuerung	Auftragsfreigabe und -planung	Fertigungs-auftrag	Fertigungsauftragsfreigabe   Belegstellung   Fertigungsauftragsbereitstellung   Arbeitsverteilung	Kurzfristig
	Auftragsüberwachung	Arbeitsvorgang	Fertigungsauftragsfortschrittserfassung   Mengen- und Terminüberwachung   Qualitätsprüfung	

Eigene Darstellung

**Abbildung 46:** Fokussierung der Teilaufgaben und -funktionen der PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

In Abhängigkeit der logistischen Zielsetzungen und der betrieblichen Rahmenbedingungen kann jedes Unternehmen individuell eine Entscheidung zur Ausgestaltung der PPS formulieren. Jedoch ist es für das Handwerk wichtig, dass die PPS-Prozesse ganzheitlich in Bezug auf die vor- und nachgelagerten Prozesse der Fertigung betrachtet werden. Dazu gehört u.a. die Arbeitsvorbereitung als vorgelagerter und das Lager als nachgelagerter Prozess, die in die Planung und Steuerung mit eingebunden werden müssen. Daher müssen die Prozesse und Strukturen zwischen den einzelnen Schnittstellen, Abteilungen und Teilaufgaben miteinander harmonisiert werden, um eine Reduktion der Komplexität der PPS zu erzielen. Explizit müssen die aus der Auswertung der Untersuchungsergebnisse ermittelten Kategorien Daten und Hilfsmittel, Mitarbeiterkompetenzen sowie die Prozessabläufe aufeinander abgestimmt und harmonisiert werden. In der Wissenschaft wird dies als Harmonisierungspotenzial bezeichnet.

Abschließend ist konkret für das Handwerk zu beachten, dass die Akzeptanz der Mitarbeiter ausschlaggebend für den Erfolg der PPS ist, der Faktor Mensch hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Planung, Steuerung und Durchführung der Fertigung.

### **4.3.3 Prozessbeschreibung**

Die quantitativ geringe Anzahl an Untersuchungsergebnissen zur Produktionsprogramm- und Materialbedarfsplanung, die theoretischen Ausführungen zu diesen Teilaufgaben in Bezug auf das Handwerk und die untersuchte Fertigungsorganisation bestätigen die Meinung des Autors, dass diese beiden Teilaufgaben im Handwerk zwar nicht gänzlich entfallen dürfen, jedoch in einer geringeren Tiefe bearbeitet werden müssen.

Üblicherweise basiert die Produktionsprogrammplanung auf einer Absatzprognose oder einem konkreten Kundenbedarf, welche hier nicht vorliegen. Das Produktionsprogramm kann, erst anhand von definierten Kundenaufträgen oder anhand von wiederkehrenden Projekten oder Zyklen, Prognosen zum Produktionsprogramm erstellen, welche allerdings zum einen weniger aussagefähig sind und zum anderen erst mittel- bis kurzfristig mit Bekanntwerden des Auftrages durchgeführt werden können. Außerdem sind die Teilfunktionen, wie z.B. Abgleich des Primärbedarfs mit den Lagerbeständen hinfällig, weil die Bestellung und Produktion erst kundenspezifisch bzw. verbrauchsgerecht startet. Demnach sind die Ergebnisse der Produktionsprogrammplanung nicht aussagefähig und dieser Prozessschritt kann vernachlässigt werden. Allerdings sollte für das Handwerk eine Wahrscheinlichkeit eines Projektauftrages eingeführt werden, damit die zukünftigen Aufträge und Kapazitäten vorausschauender sowie mit einer höheren Präzision geplant werden können. Außerdem kann anhand der Kalkulationen der Kundenaufträge eine Grobplanung des benötigten Kapazitätsbedarfs durchgeführt werden. Jedoch ist auch diese Planung nicht vollumfänglich aussagekräftig, weil sich diese Grobplanung durch verändernde Auftragsparameter und die vorherrschende Flexibilität im Laufe des PPS-Prozesses noch weiter verändern kann.

Die Materialbedarfsplanung hat ebenfalls eine untergeordnete Bedeutung für das Handwerk im Zusammenspiel mit der untersuchten Fertigungsorganisation, weil die Einteilung der Eigenfertigungs- und Fremdbezugsteile auf Kundenauftrags- oder Projektebene stattfindet und nicht pauschalisiert für das gesamte Unternehmen durchgeführt werden kann, was u.a. auf die hohe Variantenvielfalt zurückzuführen ist. Diese Entscheidung wird bei der auftragsorientierten Werkstattfertigung innerhalb der Termin- und Kapazitätsplanung durchgeführt, sobald der Kundenauftrag vorliegt. Eine generelle Entscheidung von Eigenfertigung oder Fremdvergabe eines Auftrages sollte jedoch weiterhin in dieser Teilaufgabe getroffen werden.

In der nächsten Teilaufgabe, der Termin- und Kapazitätsplanung, lassen sich die quantitativ meisten Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung der PPS aufzählen. Demnach muss auf diese Teilaufgabe ein besonderer Fokus gesetzt werden, da hier das meiste Potential zur

Komplexitätsbewältigung zu finden ist. Diese Teilaufgabe muss auch im Handwerk mit einer Softwareunterstützung, die z.B. dem geschilderten MES-Prinzip entspricht, durchgeführt werden. Die Entscheidung über die Art und Umsetzung des softwareunterstützten Hilfsmittels obliegt individuell dem Unternehmen. Die PPS muss softwarebasiert alle produktionsrelevanten Abteilungen inkludieren, sodass in dieser Software nicht nur die Planung und Steuerung des Fertigungsprozesses abgebildet werden kann, sondern auch die vor- und nachgelagerten Prozesse entweder ebenfalls geplant und gesteuert werden können oder relevante Daten integriert sind. Dazu gehören die Arbeitsvorbereitung und das Lager, aber auch die Beschaffung und das Controlling.

Bei der Auswahl der Software muss darauf geachtet werden, dass diese flexibel skalierbar und anpassbar ist, um auf sich verändernde Rahmenbedingungen oder logistische Zielsetzungen des Unternehmens zu reagieren. Dabei darf es sich allerdings nicht um eine vollautomatisierte MES-Software handeln, ein manuelles Eingreifen durch die auszuführenden Mitarbeiter muss zu jedem Zeitpunkt gegeben sein. Außerdem darf der Planungsprozess einer PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk nicht vollständig automatisiert werden, weil sonst die benötigte Flexibilität im Produktionsprozess verloren geht.

Für das Handwerk ist eine Grobplanung im Kontext des Detaillierungsgrads der Daten ausreichend. Die Vorgabezeiten können je nach Abteilung tag- bzw. stundenbasiert ermittelt werden, eine minuten- oder sekundengenaue Ermittlung der Vorgabezeiten, wie in der Industrie und Serienfertigung üblich, ist nicht nötig. Die Ermittlung dieser groben Vorgabezeiten ist auf Basis von Schätz- und Erfahrungswerten zulässig, da zum einen aufgrund der hohen Variantenvielfalt eine Datenaufnahme nicht zielführend wäre und keinen Mehrwert erzielen würde, zum anderen würden fein ermittelte Vorgabezeiten für das Handwerk keine qualitativ hochwertigeren Planungsergebnisse erzielen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Termin- und Kapazitätsplanung ist die individuelle Kompetenz des planenden und handwerklich umsetzenden Mitarbeiters. Bei der PPS im Handwerk steht trotz Softwareunterstützung der Mensch weiterhin im Mittelpunkt, die Software ersetzt den Wissensstand und die Erfahrung des Mitarbeiters nicht. Die Fertigungsleitung als ausführende Mitarbeiter der PPS müssen ein kompetentes Methodenfachwissen aufweisen, ggf. müssen diese Mitarbeiter noch explizit auf dieses Arbeitsgebiet geschult werden. Generell muss dabei der Ansatz verfolgt werden, dass das vorhandene Erfahrungswissen im Unternehmen mit in die Entscheidungsprozesse der PPS integriert wird.

Darüber hinaus muss individuell für das Unternehmen die generellen Verantwortlichkeiten für den PPS-Prozess festgelegt, sodass von diesen Mitarbeitern die Prozesse in alle Unternehmensabteilungen vorgelebt werden. Für die endgültige Personalplanung müssen die Qualifikationen der Mitarbeiter berücksichtigt werden, weil nicht jeder eine Aufgabe in der gleichen

Zeit und Qualität ausführen kann. Diese Softskills müssen bei der Planung beachtet werden und stellen somit einen erheblichen Unterschied zur Industrie dar, bei der die Thematik der Mitarbeiterkompetenz nach Meinung des Autors nicht berücksichtigt wird.

Die Prozesse der Termin- und Kapazitätsplanung werden für das dargestellte Konzept, wie in der Theorie beschrieben, in die Teilfunktionen Losgrößenrechnung, Feinterminierung und Reihenfolgeplanung sowie die Verfügbarkeitsprüfung unterteilt. Die Losgrößenrechnung spielt bei der untersuchten Fertigungsorganisation eine untergeordnete Rolle, die Losgröße ist i.d.R. gering, durch die erhöhte Variantenvielfalt können verschiedene Aufträge und die entsprechenden Sekundärbedarfe nur bedingt zusammengeführt werden. Jedoch können nach Meinung des Autors die verschiedenen Arbeitsgänge in Arbeitsfolgen zusammengefasst werden, sodass für den Prozessablauf z.B. die Vorfertigung, Vormontage und Endmontage gruppiert werden. Dadurch kann der Fertigungsprozess vereinfacht dargestellt und die Ermittlung der Vorgabezeiten beschleunigt werden, in dem ähnliche und zusammengehörige Arbeitsgänge zusammengefasst werden.

Für die Feinterminierung und Reihenfolgeplanung muss nach Meinung des Autors für das Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS zuerst der Unterschied zwischen der Grob- und Feinplanung für das Handwerk definiert werden. Dabei kann als Indikator der Zeitpunkt der Planung und der Detaillierungsgrad der Daten genutzt werden. Im Kontext des Zeitpunktes muss im Handwerk die Grobplanung zum Zeitpunkt der Kalkulation verstanden werden, bei der anhand von Erfahrungs- und Schätzwerten kalkulatorische Zeiten für den Kundenauftrag ermittelt werden. Die Feinplanung wird in diesem Kontext von der Fertigungsleitung bei Erhalt der Auftragsdaten durchgeführt und basiert auf deren Fach- und Erfahrungswissen. Hierbei ist es wichtig, dass die zulässige Datenabweichung zwischen Grob- und Feinplanung individuell, je für das Unternehmen definiert, und nach Möglichkeit geringgehalten wird. Die Ermittlung von nicht validierten Daten ist im Handwerk, aufgrund der vorherrschenden Rahmenbedingungen, durchaus zulässig.

In Bezug auf den Detaillierungsgrad der Daten ist die Feinplanung die minuten-, sogar sekundengenaue Vorgabe und Taktung der Fertigungszeiten. Die Grobplanung skaliert diese Zeiten größer, je nach Arbeit und Abteilung in Stunden oder Tagen, beispielsweise kann die vorbereitende und organisatorische Arbeitsvorbereitung tageweise angegeben, wohin entgegen die ausführende Arbeit der Maschinen und Tischler in Stunden angegeben werden. Nach Meinung der Experten und der des Autors ist die Grobplanung für das Handwerk und der untersuchten Fertigungsorganisation ausreichend. Eine feinere Planung würde zum einen keinen Mehrwert an Informationen erbringen und zum anderen für einen administrativen Mehraufwand sorgen. Demnach bietet sich hierfür das flexibilitätsorientierte Entscheidungsmodell an, bei dem den untersuchten Rahmenbedingungen der Fertigung und bei besonders hoher Flexibilität nicht

zwischen Grob- und Feinplanung unterschieden wird. Für das Handwerk und die untersuchte Fertigungsorganisation lässt sich dieses Modell insoweit adaptieren, dass die Planung am Zeitpunkt der Kalkulation nur grob und ohne Detaillierung durchgeführt wird. Erst zum Zeitpunkt der Termin- und Kapazitätsplanung wird eine Feinplanung basierend auf dem Kundenauftrag je individuellem Fertigungsauftrag für das jeweilige Arbeitssystem und Arbeitstag durchgeführt, sodass der tatsächlich benötigte Kapazitätsbedarf ermittelt wird. Dadurch werden doppelte Planungsschritte vermieden, wenn sich die Auftragsparameter, durch z.B. einen veränderten Umfang abändern. Es entsteht ein vereinfachter Feinplanungsprozess mit klaren Verantwortlichkeiten, wodurch eine Standardisierung des Planungsprozesses erreicht werden kann.

Bei der Ermittlung des Kapazitätsbedarfes ist weiterhin zu beachten, dass dies mit dem Kapazitätsangebot abgeglichen wird, welches tagesaktuell durch etwaige Personal- oder Maschinenausfälle aktualisiert werden muss. Weiterhin muss ein flexibles Kapazitätsangebot vorhanden sein, um einen etwaigen höheren Kapazitätsbedarf abzudecken.

Auf eine explizite Reihenfolgeplanung der einzelnen Fertigungsaufträge kann bei der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk verzichtet werden, auch hier ist eine gröbere Einteilung und Einweisung der Mitarbeiter ausreichend. Durch intensive Kommunikation zwischen den Abteilungen und den Erfahrungen der Mitarbeiter können diese untereinander Regelungen finden und Abläufe entwickeln. Dies hat den Vorteil, dass vorhandene Unwägbarkeiten und nicht planbare Abweichungen eine verminderte Auswirkung auf den PPS-Prozess haben. Dabei ist im Vergleich zur Industrie der Faktor Mensch zu beachten, der im Handwerk einen entscheidenden Einfluss auf die Durchlaufzeit und Qualität des Ergebnisses des Fertigungsauftrages hat. Weiterhin muss festgehalten werden, dass individuell je Unternehmen die Informationsbereitstellung und -weitergabe zwischen den Schnittstellen und Abteilungen, z.B. der Übergabe der Auftragsbegleitpapiere von der Arbeitsvorbereitung an die Fertigungsleitung, standardisiert und dokumentiert werden müssen.

Als letzte Teilfunktion der Termin- und Kapazitätsplanung muss die Verfügbarkeitsprüfung für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk konzipiert werden. Hierzu ist nach Meinung des Autors eine automatische Rückmeldung aus dem ERP- oder MES-System des Unternehmens notwendig. Bei dem Wareneingang und der Buchung im System eines spezifischen Zukaufsteils muss demnach die Fertigungsleitung eine automatische Nachricht über die Verfügbarkeit des Materials erhalten. Allerdings stellt diese Anforderung an das Konzept einen abteilungsübergreifenden und unternehmensbasierenden Prozess dar, der in dieser Arbeit nicht weiter vertieft wird.

Für das beschriebene Konzept ist abschließend zur Termin- und Kapazitätsplanung festzuhalten, dass der Planungsprozess, vor allem in Bezug auf den Einsatz einer

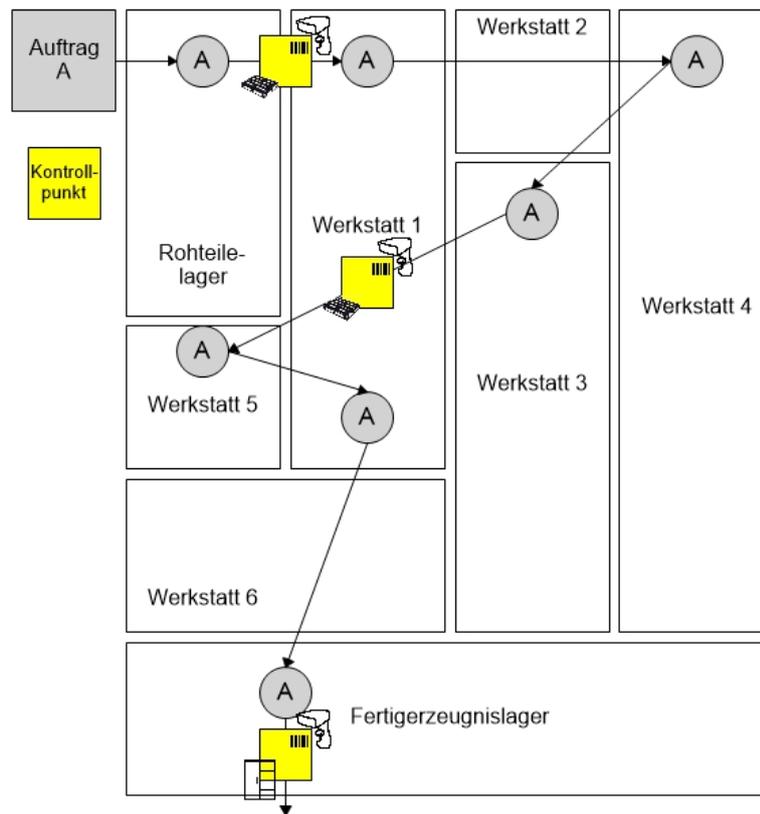
Softwareunterstützung, nicht vollständig automatisiert werden darf, weil ansonsten die benötigte Flexibilität verloren geht. Vielmehr müssen mit Hilfe einer Software sowie der Standardisierung und Dokumentation der Prozesse ein überschaubares und vereinfachtes Regelwerk der PPS geschaffen werden.

Die Teilaufgabe der Auftragsfreigabe und -planung im Teilgebiet der Produktionssteuerung muss zur Komplexitätsbewältigung transparent abgewickelt werden. Grundlegend dafür ist die Informationsbereitstellung zum richtigen Zeitpunkt, im richtigen Format und an der korrekten Position im Produktionsprozess.

Für die Auftragsplanung müssen die kapazitätskritischen Arbeitssysteme ermittelt und definiert werden, damit bei einer Überdeckung der Kapazitäten in diesem Bereich kapazitätsregulierende Maßnahmen, wie z.B. Mehrschichtbetrieb, Überstunden oder Wochenendarbeit angeordnet werden können.

Für die Auftragsfreigabe von der Fertigungsleitung an die Tischler müssen die Auftragsbegleitpapiere erstellt werden. Zur Reduktion der Komplexität muss hierbei eine Zettelwirtschaft vermieden werden. Bestenfalls können die relevanten Informationen automatisch aus der PPS-Software bereitgestellt werden, die anschließend kompakt auf einem Dokument dem jeweiligen Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden. In diesem Fall kann dieses Dokument dem Tischler in Papierform überreicht werden, eine digitale Bereitstellung auf einem mobilen Endgerät ist nicht zwingend erforderlich.

Die Auftragsüberwachung ist für die PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk eine bedeutende Teilaufgabe, bei der die Transparenz der Produktionsprozesse eine wichtige Rolle spielt. Diese kann durch die übersichtliche Veranschaulichung des Produktionsprozesses bzw. der ermittelten Durchlaufterminierung geschehen, in Abhängigkeit der verwendeten Hilfsmittel und eingesetzter Softwareunterstützung kann dies individuell je Unternehmen über einen digitalen Fertigungsleitstand oder sonstige Übersichtsdarstellungen veranschaulicht werden. Dadurch können komplexitätsverursachende Terminüberschreitungen frühzeitig erkannt und darauf reagiert werden. Außerdem lässt sich der Status des Fertigungsauftrages anhand von gesammelten Produktionsdaten verfolgen. Diese können durch definierte logistische Meilensteine im Fertigungsprozess ermittelt werden, dazu geben die Tischler, neben ihren auftragsbezogenen Arbeitszeiten, über die Betriebsdatenerfassung, z.B. mittels Barcodescanner, eine Statusmeldung des jeweiligen Fertigungsauftrages am definierten Kontrollpunkt ab, wodurch der Status des Fertigungsauftrages verfolgt werden kann. Je mehr Kontrollpunkte im Fertigungsprozess integriert sind, desto höher ist die Transparenz des Fertigungsfortschrittes.



Eigene Darstellung

**Abbildung 47:** Skizze des Prozessablaufs Transparenz des Fertigungsfortschritts durch Kontrollpunkte

Die geschilderte manuelle Aufnahme der Produktionsdaten z.B. mit einem Barcodescanner ist für das Handwerk und die geringen Losgrößen der Fertigungsaufträge ausreichend, eine vollautomatische Nachverfolgung mit einem Durchlaufscanner oder über die Taktung ist nicht notwendig. Außerdem ist eine Echtzeitverfolgung wegen der definierten Grobplanung in Bezug auf den Detaillierungsgrad der Daten nicht erforderlich und würde keinen Mehrwert, sondern eher Mehrarbeit für die Auftragsüberwachung bedeuten. Durch die gewonnene Transparenz im Produktionsprozess kann die Fertigungsleitung mit geringer Vorlaufzeit auf Veränderungen, wie z.B. Mitarbeiter- oder Maschinenausfall, Materialmangel oder Eilaufträge, reagieren. Ein grafisches Planungstool aus der PPS-Software hilft dabei mit einer interaktiven Ansicht die Termine und Kapazitäten zu überwachen, um dadurch Engpässe oder freie Kapazitäten zu ermitteln. Außerdem ist eine transparente Auswertung der PPS in Bezug auf den IST-Zustand und einen IST-SOLL-Vergleich möglich, wodurch diese als unternehmensinterne Gesprächsgrundlage für operative und strategische Entscheidungen genutzt werden kann. Weiterhin kann nach Meinung des Autors, eine transparente Übersicht und Auswertung der PPS die unternehmensinterne Akzeptanz verbessern. Für die ausführenden Tischler eignet sich dafür ein analoger oder digitaler Aushang in der Werkstatt mit relevanten Informationen zu den

aktuellen und kommenden Fertigungsaufträgen, um das Verständnis für die PPS zu steigern und die Legitimation aufrecht zu erhalten.

#### 4.3.4 Anforderungen für die Produktionsplanung und -steuerung

Für die erfolgreiche Implementierung der geschilderten Inhalte müssen im Unternehmen die nachfolgenden Grundsätze und Anforderungen formuliert werden, die die Grundlage für eine erfolgreiche PPS darstellen.



Eigene Darstellung

**Abbildung 48:** Grundsätze für eine erfolgreiche PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

Eine durchgängige Standardisierung und Dokumentation der PPS-Prozesse ist unabdingbar für einen nachhaltigen Prozesserfolg. Ebenfalls müssen Prozessverantwortliche definiert werden, die sich für die Einhaltung dieser Prozesse verantwortlich fühlen und diese kontrollieren. Dazu gehören die Dateneingabe, das Änderungsmanagement sowie die Kontrolle und Durchführung der PPS. Dafür müssen ebenfalls betriebliche Qualitätsmanagementdokumente, wie z.B. Arbeits- und Verfahrensanweisungen der Fertigungsprozesse sowie der vor- und nachgelagerten Prozesse, verfasst werden.

Ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche PPS ist die Beachtung der individuellen Mitarbeiterkompetenzen. Die Arbeitsverteilung und Personalplanung müssen jeweils in Einklang mit den Qualifikationen und Fähigkeiten sowie der generellen Verfügbarkeit des Mitarbeiters durchgeführt werden. Der Mitarbeiter stellt im Handwerk die entscheidende Ressource für das Ergebnis des Fertigungsauftrages dar.

In einem Unternehmen aus dem Tischlerhandwerk ist es unabdingbar, dass zwischen der Grob- und Feinplanung differenziert wird und der Zeitpunkt, Detaillierungsgrad sowie auszuführende Mitarbeiter konkret definiert sind. Für diese fundierte Planung ist die Ermittlung verlässlicher Vorgabezeiten und eines aussagekräftigen Kapazitätsabgleichs die grundlegende Anforderung für eine erfolgreiche Durchführung der PPS. Darauf aufbauend stellt die Nachverfolgung des Prozessfortschrittes den Grundstein für die Steigerung der Transparenz der Fertigung und der Vereinfachung der Kommunikation zwischen den beteiligten Abteilungen dar.

Weiterhin wird ein flexibles und nicht vollautomatisiertes PPS-System vorausgesetzt, um den komplexen Anforderungen der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk entgegenzuwirken. Es ist festzuhalten, dass bei der untersuchten Fertigungsorganisation keine vollständige Planung der Produktionsprozesse möglich ist, dafür sind die jeweiligen Prozesse zu komplex und individuell. Jedoch können durch die Harmonisierung des gesamten PPS-Prozesses die Transparenz, Regeln und Vereinfachungen der Fertigung gestärkt werden, die zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk beitragen können.

Nach Beurteilung des Autors und dem Quervergleich zum Resümee des Abschnitts 3.2.1 sind diese Veränderungs- und Verbesserungsprozesse für das Handwerk wichtig und müssen vorangetrieben werden, um den Anschluss und die Wettbewerbsfähigkeit zur Konkurrenz mithalten zu können. Wie aus dem Modell des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung zu entnehmen ist, müssen die einzelnen Bausteine dieses Konzepts ganzheitlich und miteinander im Einklang individuell je Unternehmen angepasst auf deren Rahmenbedingungen umgesetzt werden. Nur so kann für ein Unternehmen aus dem Tischlerhandwerk mit der untersuchten Fertigungsorganisation die komplexe Aufgabe der PPS bewältigt werden.

## 5 Umsetzung des Konzepts anhand eines Beispielunternehmens

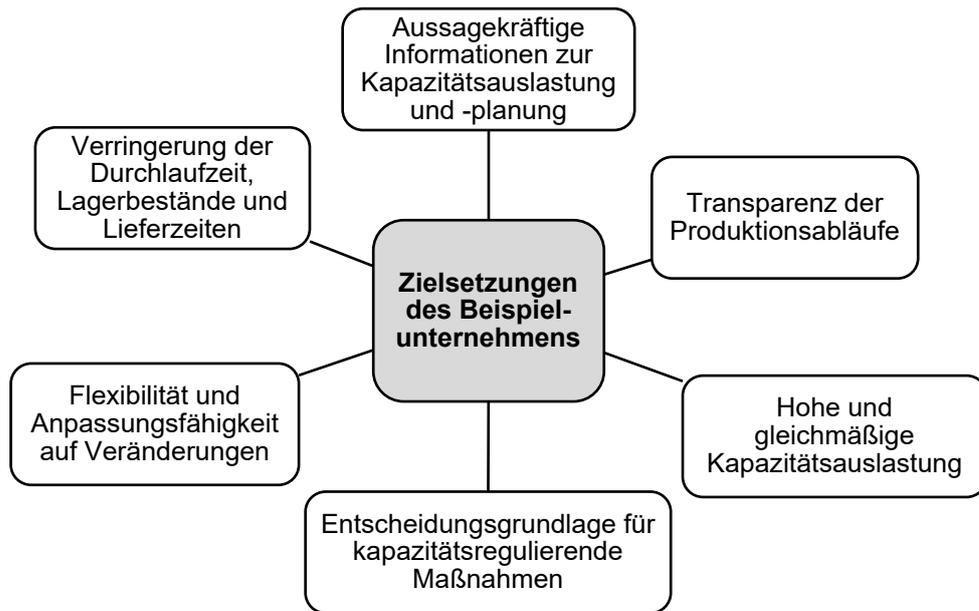
Im vorliegenden Kapitel wird das erarbeitete Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk in der Praxis anhand eines Beispielunternehmens angewendet und überprüft. Dabei wird aufbauend auf dem IST-Zustand der PPS ein konkretes Konzept für die PPS an einem Unternehmen aus dem Tischlerhandwerk, welches die Fertigungsorganisation der auftragsorientierten Werkstattfertigung verfolgt, erarbeitet. Dabei steht das Beispielunternehmen repräsentativ für ein Unternehmen mit den untersuchten Rahmenbedingungen und Fertigungsorganisation. Das Konzept kann für weitere Unternehmen als Orientierungsstütze dienen.

Das Beispielunternehmen ist ein mittelständisches Familienunternehmen mit ca. 70 Mitarbeitern am Standort in der Region Hannover, welches sich auf die Realisierung von temporären sowie stationären Ausbauten spezialisiert hat. Zu den temporären Ausbauten gehören z.B. der Messebau und Ausstellungen, den stationären Ausbauten sind der Laden-, Innenaus- und Museumsbau sowie Showrooms angehörig. Die Kunden und Veranstaltungen des Beispielunternehmens sind national und international vertreten. In einer eigenen Werkstatt werden mit ca. 20 Tischlern Möbel und Holzbauteile produziert. Neben der Fertigung der Produkte bietet das Beispielunternehmen auch vor- und nachgelagerte Dienstleistungen an. Dazu gehören beispielsweise die Beratung, Arbeitsvorbereitung, Logistik und die Lagerhaltung, weiterhin werden auch eigene Mietmöbel angeboten.

Demnach findet sich das Unternehmen im Handwerk wieder, explizit, nach der Beschreibung aus Abschnitt 2.2.1, im Tischlerhandwerk. Die Rahmenbedingungen des Beispielunternehmens sind den idealtypischen Bedingungen eines Handwerksunternehmens zuzuordnen, dazu gehören die erforderliche Flexibilität, hohe Variantenvielfalt, unstrukturierte Materialflüsse und nicht standardisierte Prozesse. Zwar können diese Problematiken auch bei Industrieunternehmen auftreten, jedoch sieht sich das Beispielunternehmen eindeutig dem Handwerk zugeordnet, dies hängt mit der familienunternehmerischen Tradition sowie der vorherrschenden Handarbeit in der Fertigung zusammen.

Die Besonderheit der Produkte und Fertigung des Beispielunternehmens liegt neben dem erhöhten Verhältnis an Einmalfertigung im Messebau darin, dass die Fertigstellungs- und Liefertermine bindend, aufgrund der Terminierung der Veranstaltungen, eingehalten werden müssen, sodass eine aussagekräftige und qualitativ hochwertige PPS erforderlich ist, um die korrekten Durchlaufzeiten der Projekte zu ermitteln und die Liefertermine zu halten.

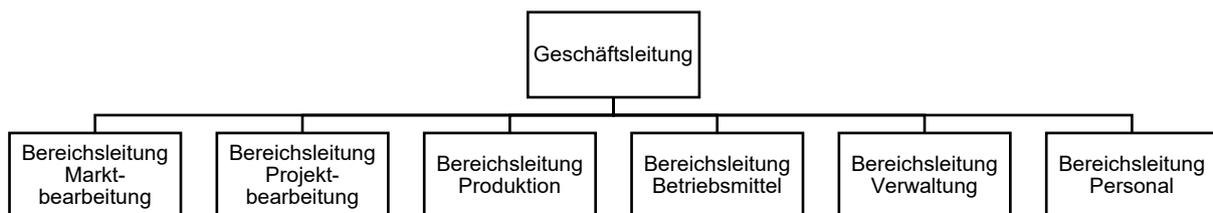
Die Zielsetzungen des Beispielunternehmens mit einer standardisierten und dokumentierten sowie komplexitätsreduzierenden PPS ist in der nachfolgenden Abbildung 49 abgebildet.



Eigene Darstellung

**Abbildung 49:** Zielsetzungen des Beispielunternehmens beim Änderungsprozess der PPS

Die Aufbauorganisation sieht unter der familiengeführten Geschäftsleitung eine Ebene des mittleren Managements mit verschiedenen Bereichsleitern vor. Die einzelnen Unternehmensabteilungen sind diesen Bereichen zugeordnet. Die Bereichsleitung nimmt die Funktion der Überwachung und Einhaltung der abteilungsübergreifenden Unternehmensziele ein.



Eigene Darstellung

**Abbildung 50:** Ausschnitt des Organigramms des Beispielunternehmens mit der Bereichsleitung

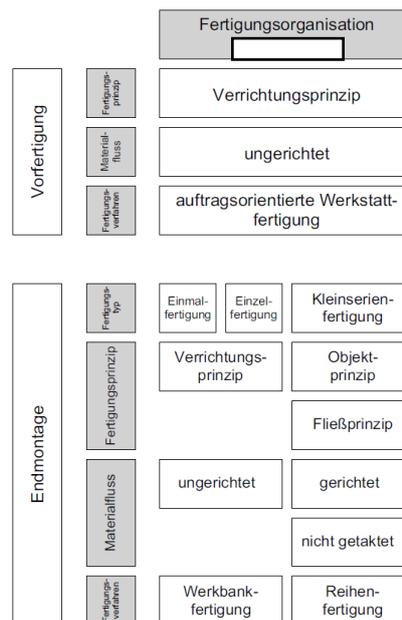
## 5.1 IST-Zustand der Produktionsplanung und -steuerung

Die Ermittlung des IST-Zustandes der PPS des Beispielunternehmens basiert auf den Ergebnissen eines separaten betrieblichen Projektes. In diesem wurde der IST-Zustand ermittelt und analysiert. Der daraus resultierende Erkenntnisgewinn ist in einer betrieblichen Zusammenfassung sowie einer Prozessbeschreibung der PPS mit einer Übersicht der Fehlerquellen und

Verbesserungspotentiale dargestellt. Diese Ergebnisse stammen aus Prozessbeobachtungen sowie unstrukturierten Gesprächen mit den Projektbeteiligten und werden nachfolgend vorgestellt.

### 5.1.1 Fertigungsorganisation

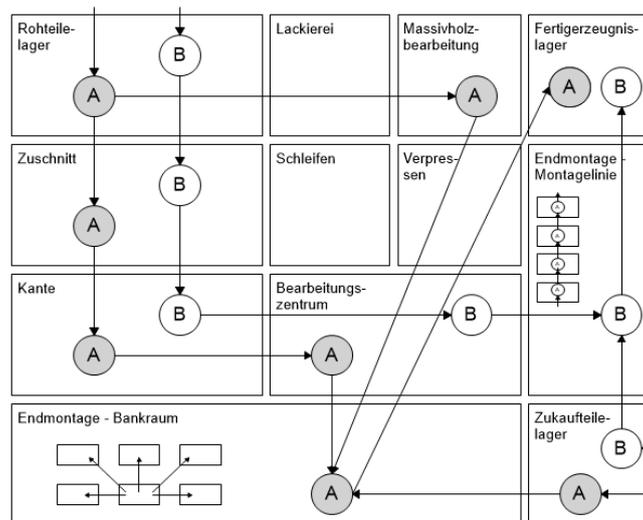
In Anlehnung an die in Abschnitt 2.1 erläuterte Fertigungsorganisation wird in Abbildung 51 die Fertigungsorganisation des Beispielunternehmens dargestellt. Diese ist grundlegend in eine maschinelle Vorfertigung mit Großmaschinen und eine handwerkliche oder maschinelle Endmontage gegliedert. Die Montage auf der Baustelle erfolgt durch Subunternehmer.



Eigene Darstellung

**Abbildung 51:** Fertigungsorganisation des Beispielunternehmens

Die Fertigung des Beispielunternehmens basiert auf Kundenaufträgen, bei denen Kundenprojekte in Fertigungsaufträge und diese weiterhin in einzelne Bauteile aufgeteilt werden. Die grundlegende Fertigungsorganisation entspricht dem Verrichtungsprinzip mit einer auftragsorientierten Werkstattfertigung, demnach sind die einzelnen Arbeitssysteme in teilweise voneinander räumlich getrennte Werkstätten eingeteilt, welche in der nachfolgenden Abbildung 52 abgebildet sind. Der Materialfluss erfolgt ungerichtet und die einzelnen Werkstücke werden losweise von Werkstatt zu Werkstatt transportiert. Ein Los entspricht hierbei einem einzelnen Fertigungsauftrag.



Eigene Darstellung

**Abbildung 52:** Schematische Darstellung Werkstattfertigung des Beispielunternehmens

Der Fertigungstyp des Beispielunternehmens unterscheidet sich je nach Fertigungsauftragsart in die Einmal-, Einzel- oder Kleinserienfertigung. Zu der Einmalfertigung gehören beispielsweise die Aufträge eines Messestandes, diese Produkte kommen nach der in Abschnitt 2.1.2 aufgestellten Definition nur ein einziges Mal zum Verkauf und somit auch in die Produktion. Ladenbauprojekte werden je nach Losgröße in Einzel- oder Kleinserienfertigungen aufgeteilt. Die Endmontage erfolgt je nach Fertigungstyp in unterschiedlichen Arbeitssystemen bzw. Werkstätten. Die Einmal- und Einzelfertigung wird im sogenannten Bankraum nach dem Ver-richtungsprinzip in einer Werkbankfertigung mit ungerichtetem Materialfluss produziert. Hier werden die Produkte handwerklich gefertigt und die Mitarbeiter können alle Tätigkeiten, wie z.B. Bohren, Sägen oder Fräsen an kleineren stationären Maschinen durchführen. Die Endmontage der Kleinserien wird hingegen u.a. auf einer Montagelinie nach dem Objektprinzip in einer Reihenfertigung mit zeitlichem Puffer, ohne zeitliche Taktung, aber mit einem gerichteten Materialfluss teilmaschinell gefertigt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 53:** Bankraum des Beispielunternehmens

Eigene Darstellung

**Abbildung 54:** Montagelinie des Beispielunternehmens

Diese Fertigungsorganisation hat sich aus dem Ursprung des Unternehmens und der Tradition des Handwerks des Beispielunternehmens heraus entwickelt, dabei sind die Strukturen im Laufe der Jahre herangewachsen und die Räumlichkeiten bzw. Werkstätten sind dabei entstanden. Ein weiterer Indikator für diese Fertigungsorganisation sind die Anpassung und Veränderungen der Produktionsauftragsarten.

Durch diese Fertigungsorganisation kann das Beispielunternehmen mit ihren Universalmaschinen flexibel auf die unterschiedlichen Anforderungen der Auftragsarten und Veränderungen reagieren, wodurch eine hohe Variantenvielfalt gewährleistet werden kann. Jedoch wird dadurch auch die Wichtigkeit sowie Komplexität der PPS für diese Art der Fertigungsorganisation sichtbar. In Anlehnung an die geschilderten Eigenschaften der Werkstattfertigung können die Merkmale der Fertigung in Bezug auf die PPS des Beispielunternehmens dargestellt werden. Die Kontrolle und Transparenz der Arbeitsabläufe ist eingeschränkt, sodass eine aufwändige PPS für die Werkstattfertigung nötig ist. Die Produktionsprozesse sind wegen der Verschiedenartigkeit der Produkte, individuellen Kompetenzen der Mitarbeiter und weiterer unternehmensspezifischer Besonderheiten stets individuell und nicht standardisiert. Wegen des ungerichteten Materialflusses entstehen lange Transportwege, wodurch die Durchlauf- und Wartezeiten erhöht werden. Außerdem ist ein erhöhter Platzbedarf für die Pufferflächen vorhanden, was eine höhere Kapitalbindung und Lagerkosten zur Folge hat.

Im Vergleich zu den erläuterten theoretischen Grundsätzen der allgemeinen Fertigungsorganisation in Abschnitt 2.1 und der Fertigungsorganisation im Tischlerhandwerk in Abschnitt 2.2.2 stellt die dargestellte Fertigungsorganisation des Beispielunternehmens die idealtypische Fertigungsorganisation zu diesen Rahmenbedingungen dar. Die Flexibilität ist in Bezug auf die Kapazität, Produktvielfalt und Erfüllung der Kundenwünsche gesteigert, wodurch zum einen die benötigte hohe Variantenvielfalt produziert, zum anderen aber auch eine optimale Auslastung der einzelnen Werkstätten realisiert werden kann, sodass eine durchgehend hohe Termintreue erreicht wird.

### **5.1.2 Prozessbeschreibung und -analyse**

Im vorgelagerten betrieblichen Projekt zur Ermittlung des IST-Zustands der PPS wurde die konkrete Ausführung der einzelnen Teilaufgaben mit den beteiligten Mitarbeitern und zusammenhängenden Informationen bzw. Daten dargestellt. Darauf aufbauend kann der PPS-Prozess und im Vergleich zu den theoretischen Grundlagen die Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale dargestellt werden.

Beginnend mit der Produktionsprogrammplanung und einer konkreten Kundenanfrage wird die Umsetzungsmachbarkeit je nach Projektumfang in verschiedenen Meetings oder mit dem betriebsinternen Vertriebsmedium Kompass geprüft. Hierbei ist jedoch festzustellen, dass bei der Verantwortlichkeit und Durchführung des Entscheidungsprozesses keine standardisierten

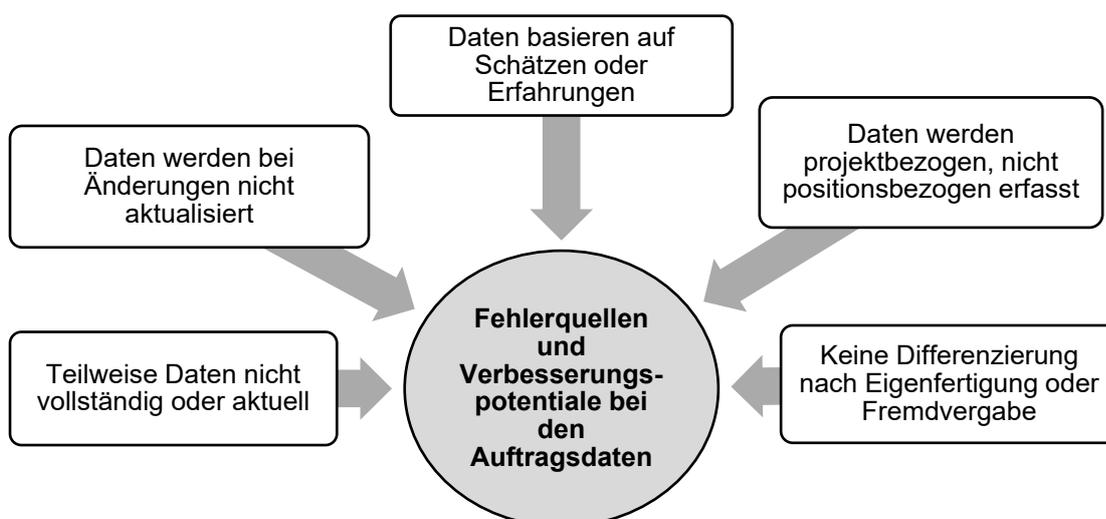
Regeln gelten. Außerdem werden für die Entscheidungsfindung keine gesamtbetrieblichen Daten verwendet, sondern von den Projektbeteiligten nur einzelne Abteilungen und deren Auslastung betrachtet. Bei einer positiven Entscheidung zur Umsetzung wird das Projekt im Kompass und der Branchensoftware OS-Datensysteme (OSD) angelegt. Im OSD erfolgt die gesamte Auftragsabwicklung. Zu diesem Zeitpunkt werden auch erstmals relevante Auftragsdaten erfasst, wie z.B. der Fertigstellungstermin und grobe Projektdurchlaufzeiten. Hier ist festzustellen, dass die Ermittlung der Projektzeiten nicht standardisiert ist, sodass sie je nach Projektbeteiligten auf Basis einer Kalkulation, Schätz- oder Erfahrungswerten ermittelt werden. Außerdem ist der Zeitpunkt der Erfassung und Dokumentation dieser Zeiten nicht geregelt, sodass hier Unregelmäßigkeiten entstehen.

Nr.	Ladetermin	Start der Veranstaltung	Ende der Veranstaltung	Status	Beschreibung	PL Tage	AP Tage	Fert.Std.	Lager
SBL00111	folgt	01.11.2021	30.12.2021	Auftrag	Schloss Bleckede- Biosphaerium Elbtalau				
STK00121	28.10.2021	01.11.2021	01.11.2021	Auftrag	Ausstattung zum Festakt 75 Jahre Niedersachsen	10,0	3	43	2
ACT00110	vrs. 12/21	01.11.2021	31.12.2021	Auftrag	Innenausbau Eingangsbereich		15	750	5
UKR00421	25.10.2021	02.11.2021	30.11.2021	Auftrag	Mieterausbau Trion Berlin	32,0	20	10	60
RSS21921	12.11.2021	15.11.2021	15.11.2021	Auftrag	3871 Raublingen				

Eigene Darstellung

**Abbildung 55:** Ausschnitt aus dem Vertriebsmedium Kompass mit spezifischen Projektdurchlaufzeiten

Die betriebliche Prozessanalyse hat weiterhin festgestellt, dass Veränderungen der Projektdurchlaufzeiten nicht konsequent angepasst und an die relevanten Planungsstellen im Unternehmen weitergegeben werden. Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei um eine grobe Datenerfassung handelt, bei der die Zeiten für das gesamte Projekt ermittelt werden. Für eine spätere detaillierte und korrekte PPS werden positions- und arbeitssystembezogene Daten benötigt. Weitere entdeckte Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale zu den Auftragsdaten sind in der nachfolgenden Abbildung 56 dargestellt.

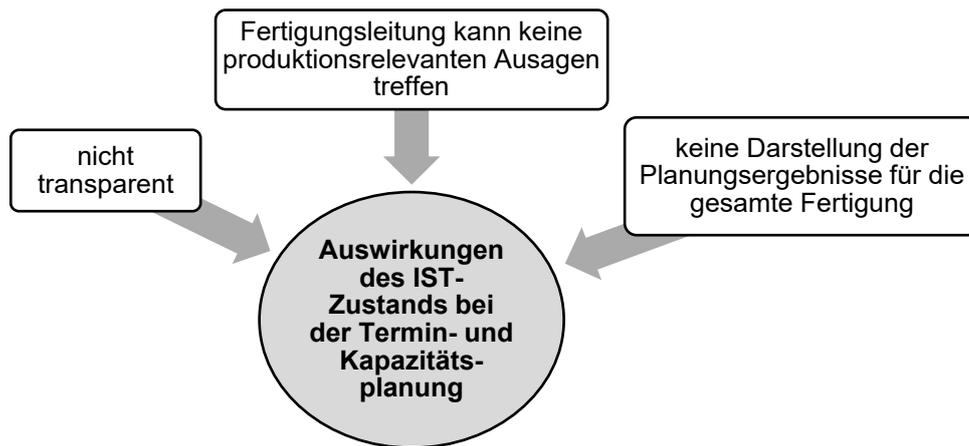


Eigene Darstellung

**Abbildung 56:** Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale bei den Auftragsdaten

In der nächsten Teilaufgabe, der Materialbedarfsplanung, erfolgt die Projektstrukturierung mit der Entscheidung zur Eigenfertigung oder Fremdvergabe. Bei einer Fremdvergabe wird der Produktionsauftrag an einen Lieferanten weitergegeben, sodass keine PPS für die innerbetrieblichen Prozesse notwendig ist. Bei der Entscheidung zur Eigenfertigung wird eine Projektplanung aufgestellt und alle relevanten Termine und Aufgaben kommuniziert. Weiterhin muss eine Bestandsermittlung der Zukauf- und Bestandsteile erfolgen, um zu prüfen, ob die benötigten Einsatzgüter in ausreichender Quantität zur Verfügung stehen. Als ein Verbesserungspotential dieser Teilfunktion lässt sich die Standardisierung der Entscheidung von Fremdvergabe und Eigenfertigung ausmachen. Hier muss eine eindeutige Regulierung und Verantwortlichkeit geschaffen werden, sodass diese Entscheidung nicht individuell von den Projektbeteiligten getroffen werden muss. Dazu ist anzumerken, dass für diese Entscheidungen entsprechende Datengrundlagen zur Verfügung stehen müssen. Darauf aufbauend folgt die Bestellauftragserzeugung, bei der die fehlenden Einsatzgüter beschafft werden. Dabei stellen sich die aktuell ungeklärten Fragen, wann welches Zukaufteil dem Produktionsprozess zugesteuert werden muss und woher bzw. wie die Fertigungsleitung die Information erhält, dass ein Zukaufteil angeliefert wurde. Für die Eigenfertigung werden die Fertigungsaufträge erzeugt, die Produktionsunterlagen durch die Arbeitsvorbereitung ausgeschrieben und diese an die Fertigungsleitung übergeben, sodass die Teilaufgabe der Termin- und Kapazitätsplanung beginnt. Die Fertigungsleitung erhält die planungsrelevanten Daten, wie z.B. Termine, Vorgabezeiten, Fertigungsaufträge, nicht gebündelt, sondern sukzessiv zu verschiedenen Zeitpunkten, wodurch der Prozessschritt der Feinplanung verzögert wird. Außerdem wird die Planung von kurzfristigen Eilaufträgen erschwert.

Die Termin- und Kapazitätsplanung wird von der Fertigungsleitung anhand von Erfahrungswerten und einer dafür erstellten Excel-Tabelle durchgeführt. Das Ergebnis ist eine Darstellung der Projektarten sowie der Durchlaufterminierung der Fertigungsaufträge, dargestellt in Form eines Gantt-Diagramms. Des Weiteren wird als Zusammenfassung je Kalenderwoche die Kapazitätsauslastung der gesamten Fertigung, ohne Differenzierung nach Werkstätten, dargestellt. Die Termin- und Kapazitätsplanung mit der Excel-Tabelle kann aktuell nur von einem Mitarbeiter der Fertigungsleitung bedient und gepflegt werden. Bei Abwesenheit durch Krankheit oder Urlaub wird diese Planung nicht vollzogen, sodass eine Abhängigkeit von einem Mitarbeiter entstanden ist. Darüber hinaus lassen sich die Ergebnisse dieser Planung ohne das Wissen der Fertigungsleitung nicht verstehen und interpretieren, sodass eine geringe Nachvollziehbarkeit entstanden ist. Dem ist zu entnehmen, dass die Ergebnisse dieser Planung in keiner übersichtlichen Darstellung abgebildet werden. Zusammenfassend lassen sich die Auswirkungen dieser Planungssystematik auf den ganzheitlichen Prozess der PPS in Abbildung 57 darstellen.



Eigene Darstellung

**Abbildung 57:** Auswirkungen des IST-Zustands bei der Termin- und Kapazitätsplanung

Anschließend wird mit der Rückwärtsterminierung ausgehend vom Ladetermin der geplante Start- und Fertigstellungstermin des Produktionsauftrages festgelegt. Dabei werden die Bereitstellungs- und Ladetermine, die Materialverfügbarkeit sowie die Menge und Anzahl der Zulieferteile berücksichtigt. Diese Grobplanung wird für den gesamten Fertigungsbereich, ohne konkrete Aufteilung auf die einzelnen Werkstätten, vorgenommen. Aus der Integration aller Produktionsaufträge entsteht die Reihenfolgeplanung der gesamten Fertigung und eine neue Kapazitätsbestimmung, mit der Folgeaufträge geplant und in den Produktionsablauf integriert werden können. Bei diesem Prozessschritt ist zu erkennen, dass lediglich eine Grobplanung auf Basis der ursprünglichen Auftragsdaten zu Projektbeginn stattfindet. Eine Feinplanung differenziert nach den einzelnen Werkstätten oder Arbeitssystemen sowie je Fertigungsauftragsposition für einen bestimmten Zeitraum findet nicht statt. Dadurch entsteht ein verfälschtes Planungsergebnis, weil die einzelnen Arbeitssysteme ein unterschiedliches Kapazitätsangebot aufweisen und der Fertigungsauftrag einen differenzierten Kapazitätsbedarf in den einzelnen Werkstätten durchläuft. Des Weiteren wird diese Durchlaufterminierung nicht dokumentiert, sondern lediglich mündlich an die ausführenden Tischler weitergegeben.

Als nächste Teilaufgabe der PPS beim Beispielunternehmen folgt die Auftragsfreigabe und -planung des Produktionsauftrages durch die Fertigungsleitung. Zu Beginn wird geprüft, ob die benötigten Einsatzgüter bereitgestellt und somit die Fertigung starten kann. Jedoch wird zu meist auch ohne eine vollständige Bereitstellung aller Einsatzgüter der Fertigungsprozess angestoßen, folglich muss der Produktionsdurchlauf ggf. unterbrochen werden, um auf die benötigten Einsatzgüter zu warten. Außerdem wurde durch die betriebliche Prozessanalyse festgestellt, dass die Fertigungsleitung keine automatische Information zur Verfügung gestellt bekommt, ob und wann die Einsatzgüter und explizit Zukaufteile angeliefert werden. Weiterhin ist aus den Produktionsdaten nicht zwangsläufig ersichtlich, welche Einsatzgüter in welchem

Umfang benötigt werden. Mit der Arbeitsverteilung werden die Fertigungsaufträge auf die einzelnen Werkstätten und Mitarbeiter unter Berücksichtigung freier Kapazitäten, Anforderungen des Fertigungsauftrages, Kenntnisse und Fähigkeiten des Mitarbeiters sowie der technischen Anforderungen der Maschinen verteilt.

Mit der Übergabe der Auftragsbegleitpapiere in Papierform an die Gruppenleiter der Fertigung startet die Auftragsüberwachung, als letzte Teilaufgabe der PPS. Die Auftragsbegleitpapiere bestehen aus Zeichnungen, Stücklisten und bei Kleinserienfertigungsaufträgen einem Laufzettel. Als Verbesserungspotential bei diesem Teilprozess lässt sich zum einen festhalten, dass die Übergabe der Auftragsbegleitpapiere teilweise ohne Überprüfung der Verfügbarkeit der Einsatzgüter vollzogen wird und die Mitarbeiter in der Fertigung erst mit Übergabe der Auftragsbegleitpapiere die erste Information über den Produktionsauftrag erhalten.

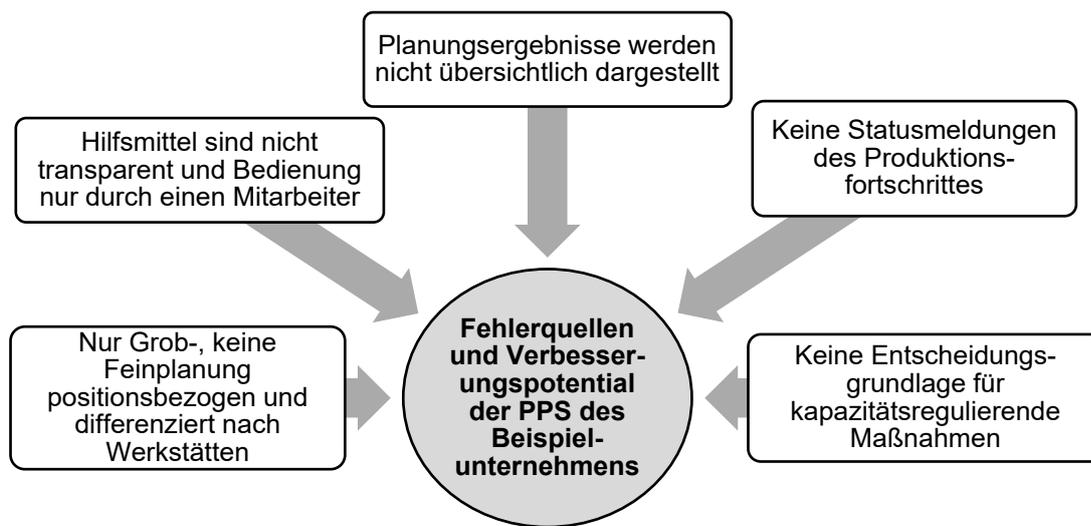
Die Betriebsdatenerfassung erfolgt durch die Zeiterfassung der Mitarbeiter, diese erfolgt projektweise mit einem Barcodescanner und dem dazugehörigen auftragspezifischen Barcode auf den Auftragsbegleitpapieren, jedoch wird die Betriebsdatenerfassung von den Mitarbeitern durch das Einscannen des Barcodes nicht konsequent umgesetzt. Außerdem erfolgt die Zeiterfassung zwar differenziert nach Kostenstellen, im konkreten Fall des Beispielunternehmens also nach Arbeitssystemen, allerdings nur projektbezogen und nicht positionsweise je einzeltem Fertigungsauftrag, sodass eine Auswertung der Zeiten lediglich projektweise durchgeführt werden kann. Die Betriebsdaten lassen sich über die interne Branchensoftware auswerten.

Der IST-SOLL-Vergleich des Produktionsauftrages erfolgt nicht über die Vorgabezeiten, sondern durch Einschätzung der Fertigungsleitung, ob der geplante Fertigstellungstermin eingehalten wird. Außerdem ist nicht explizit festzustellen an welcher Position bzw. Werkstatt sich der einzelne Fertigungsauftrag zum definierten Zeitpunkt befindet. Wenn diese Termine nicht einzuhalten scheinen, werden Korrekturmaßnahmen von der Fertigungsleitung eingeleitet. Diese können beispielsweise beinhalten, dass die Priorisierung des Produktionsauftrages innerhalb der Durchlaufterminierung der gesamten Fertigung oder die Mitarbeiteranzahl für diesen Auftrag erhöht werden. Dies geschieht jedoch stets unter Berücksichtigung anderer aktueller und anstehender Produktionsaufträge.

Eine Qualitätsprüfung durch die Fertigungsleitung erfolgt nicht, jedoch werden zufällig festgestellte Qualitätsmängel nach Rücksprache mit dem verantwortlichen Projektleiter oder Arbeitsvorbereiter behoben. Nachdem der Produktionsauftrag fertiggestellt ist, wird dieser an das Lager übergeben und auf einem definierten Lagerplatz bis zur weiteren Verwendung zwischengelagert. Allerdings erfolgt keine generelle Rückmeldung aus der Fertigung an die verantwortlichen Projektleiter oder Arbeitsvorbereiter, dass der Fertigungsauftrag fertiggestellt wurde. Abschließend wird der Auftrag an das Lager übergeben und die Auftragsbegleitpapiere in einer

individuellen Ablagestruktur im Büro der Fertigungsleitung archiviert. Die Übergabe des Fertigungsauftrages an das Lager erfolgt ohne explizite Information an die Lagerleitung, ohne eine Dokumentation des Lagerlatzes und einer Rückmeldung an die Fertigungsleitung oder anderen Projektbeteiligten. Daher erfolgt keine automatische Rückmeldung oder Dokumentation der Fertigstellung des Auftrages von der Fertigung an die weiteren Projektbeteiligten.

In der nachfolgenden Abbildung 58 werden die elementaren Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale des IST-Zustands der PPS des Beispielunternehmens nochmals auf die wesentlichen Kernpunkte reduziert dargestellt.



Eigene Darstellung

**Abbildung 58:** Zusammenfassung der elementarsten Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale der PPS des Beispielunternehmens

Die ermittelten Schwachstellen lassen sich in Bezug auf die Generalisierung der Experteninterviews in Abschnitt 4.2 in drei verschiedene Bereiche gruppieren, welche den jeweiligen Prozessabläufen zugeordnet wurden.

Die Mitarbeiterkompetenzen lassen sich als eine Kategorie identifizieren, bei der die Informationsbereitstellung und -weitergabe sowie die innerbetriebliche Kommunikation zwischen den Schnittstellen besonders hervorzuheben ist.

Als nächstes sind die Daten und Hilfsmittel als übergeordneter Bereich anzusehen, weil beispielsweise die zur Verfügung stehenden Daten an verschiedenen Stellen des Prozesses fehlen und auch die Hilfsmittel zur Verarbeitung des komplexen Prozesses nicht ausreichen.

Die Prozessabläufe lassen sich als letzte Gruppierung der Fehlerquellen ausmachen, weil nicht zielführende Teilprozesse zu Problemstellungen innerhalb der PPS führen. Hierfür ist beispielhaft die fehlende Feinplanung des Fertigungsprozesses zu nennen, bei der im

Vergleich zur vorhandenen Grobplanung eine positionsbezogene und nach Werkstätten differenzierte Planung und Steuerung durchgeführt wurde.

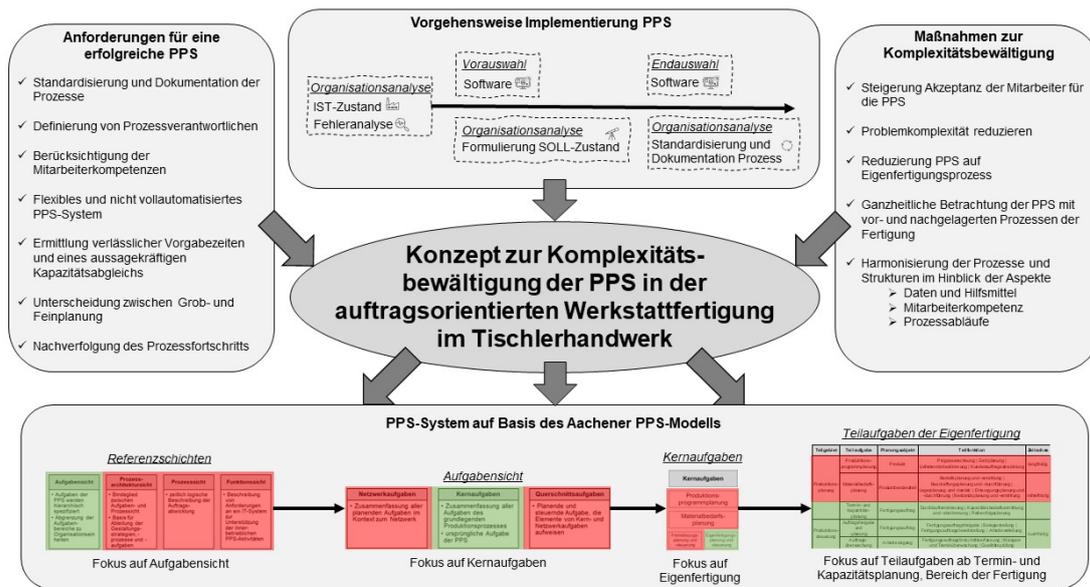
Zusammenfassend ist aus dem separaten betrieblichen Projekt zur Ermittlung und Analyse des IST-Zustands der PPS des Beispielunternehmens festzustellen, dass dieser Prozess etliche Fehlerquellen aufweist, aus denen Verbesserungspotentiale für den Prozess gezogen werden können. Dadurch entsteht dem Unternehmen ein Qualitätsverlust, resultierend durch falsche Entscheidungen im Prozessablauf oder auf quantitativer Betrachtung grober Daten, die den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens beeinflussen sowie die Kundenbedürfnisse unter den Aspekten Qualität, Wirtschaftlichkeit und Zeit nicht vollständig befriedigen können.

Für die Optimierung und Konzeption einer PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung gibt es zwar pauschale Lösungsansätze, wie in den vorherigen Abschnitten beschrieben, jedoch kein individuelles Konzept für die Rahmenbedingungen, wie bei beim Beispielunternehmen. Daher muss im folgenden Abschnitt der ermittelte Konzeptansatz aus der vorliegenden Untersuchung auf die Fertigungsorganisation, Zielsetzungen und Rahmenbedingungen des Beispielunternehmens angepasst und ausgearbeitet werden.

## **5.2 Adaption des Konzepts der Produktionsplanung und -steuerung für das Beispielunternehmen**

Der SOLL-Zustand der PPS des Beispielunternehmens basiert auf der Adaption des dargestellten Konzepts zur Komplexitätsbewältigung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk. Dabei ist vorab festzuhalten, dass die in Abschnitt 5.1.1 dargestellte Fertigungsorganisation des IST-Zustands des Beispielunternehmens den Rahmenbedingungen und Zielsetzungen sowie den Anforderungen der Kunden und Produkten entsprechen und somit an diesem Teilbereich der PPS für einen zukünftigen SOLL-Zustand keine Änderungen vorgenommen werden müssen.

Das in Abschnitt 4.3 erarbeitete theoretische Modell kann für das Beispielunternehmen ausformuliert und soll im Folgenden inhaltlich dargestellt werden. Das Modell zur Konzeption der Komplexitätsbewältigung der PPS für das Beispielunternehmen ist in Abbildung 59 abgebildet.



Eigene Darstellung

**Abbildung 59:** Modell des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk

### 5.2.1 Vorgehensweise der Implementierung

Die Vorgehensweise des Beispielunternehmens orientiert sich daran, dass im Handwerk im Vergleich zur Industrie nur begrenzte Mittel zur Verfügung stehen, wodurch sich eine Standard- bzw. Branchenlösung anstatt einer Individuallösung für das Unternehmen anbietet.

Der Implementierungsprozess startet in der Organisationsanalyse mit der Prozessbeobachtung und Gesprächen mit den beteiligten Mitarbeitern der Fertigung, wodurch der IST-Zustand dokumentiert wird. Anschließend erfolgt die Informationsbeschaffung in der Wissenschaft und Praxis zu Lösungsmöglichkeiten, um die analysierten Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale zu dokumentieren. Darauf aufbauend werden die betrieblichen Zielsetzungen formuliert und eine erste Informationsbeschaffung zu PPS-Systemen durchgeführt. Anschließend wurde ein spezifisches Lastenheft erstellt, welches auf die individuellen Zielsetzungen abgestimmt ist. Mit dem Anschreiben und dem Erstkontakt wurde dieses Lastenheft an die Softwareanbieter versendet. Bei einem persönlichen Treffen wurden die entsprechenden PPS- und MES-Softwares vorgestellt und dieses auf Basis des Lastenhefts diskutiert.

Zum Zeitpunkt Juni 2022 hat das Beispielunternehmen die vorgenannten Prozessschritte bereits durchgeführt. Die nachfolgenden Aufgaben müssen noch ausgeführt werden, sodass noch keine abschließende Endauswahl der Software und detaillierte Ausformulierung der Prozessabläufe vollzogen werden konnten. Einige Prozesse innerhalb der PPS sind abhängig von der Ausgestaltung des PPS-Systems und müssen in den nachfolgenden Ausführungen offengehalten werden. Erst mit der Entscheidung für eine Software kann der Prozess ganzheitlich formuliert werden. Mit der Beantwortung des Lastenhefts werden die Ergebnisse aus der

Vorauswahl in einer Nutzwertanalyse bewertet, welche als Entscheidungsgrundlage für das Beispielunternehmen dienen soll. Nach der Entscheidung können anhand der Software die Prozessabläufe standardisiert und detailliert dokumentiert werden. Anschließend können die Software und die veränderten Prozessabläufe implementiert werden. Nach einer ersten Testphase sollten anschließend noch anfallende Anpassungen vorgenommen werden.

### **5.2.2 Konkrete Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung**

Für das Beispielunternehmen müssen konkrete Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung der PPS umgesetzt werden. Grundlegend muss die in Abschnitt 4.3 detailliert dargestellte Fokussierung auf die Teilaufgaben der Eigenfertigung ab der Termin- und Kapazitätsplanung der Kernaufgaben des Aachener PPS-Modells ausgeführt werden.

Für die Steigerung der Akzeptanz der Mitarbeiter für die PPS-Prozesse müssen diese durch informative Gespräche und Erklärungen für das unternehmerische Vorhaben sensibilisiert werden. Dabei kann das Aufzeigen von Hintergründen, Zusammenhängen und zukünftigen Arbeitserleichterungen die Einstellung der Mitarbeiter gegenüber verändernde Prozesse der PPS steigern. Außerdem sollten die Mitarbeiter bei den Änderungs- und Entscheidungsprozessen mit eingebunden werden, dabei kann beispielsweise bei der Ausgestaltung des Laufzettels auf die Erfahrungen und Einschätzungen der Mitarbeiter zurückgegriffen werden.

Für die Reduzierung der Problemkomplexität muss das Beispielunternehmen ihre unternehmensinternen und individuellen Problemstellen, innerhalb des Produktionsprozesses aufdecken, zu denen u.a. die Informationsbereitstellung und -weitergabe zwischen den Abteilungen, die intransparente PPS und ein fehlender gesamtheitlicher Überblick über die aktuell anstehenden Fertigungsaufträge, der mangelnde Einsatz von Hilfsmitteln zur Durchführung der PPS und die unzureichende Qualität der Daten für die PPS gehören.

Für die ganzheitliche Betrachtung der PPS mit den vor- und nachgelagerten Prozessen der Fertigung müssen die Abteilungen der Arbeitsvorbereitung und das Lager mit in die Prozesse und der Softwareunterstützung integriert werden. Außerdem müssen die Abteilungen Beschaffung und Controlling mit ihren Prozessen im PPS-System vernetzt werden. Eine weitere Maßnahme zur Komplexitätsbewältigung der PPS stellt die Harmonisierung der Prozesse und Strukturen im Hinblick auf die Aspekte Daten und Hilfsmittel, Mitarbeiterkompetenzen und Prozessabläufe dar. Diese können für das Beispielunternehmen durch die Steigerung der Kommunikation zwischen und innerhalb der Abteilungen durch regelmäßige Meetings der Fertigungsleitung, Gruppenleiter der Fertigung und der Ausführungsplanung erreicht werden. Außerdem kann dies durch eine Standardisierung und eindeutige Dokumentation der Schnittstellenprozesse, Kommunikation sowie der Informationsbereitstellung und -weitergabe geschehen. Dies muss mit den gängigen Qualitätsmanagementdokumenten des Beispielunternehmens umgesetzt werden.

Mit diesen geschilderten konkreten Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung für das Beispielunternehmen lassen sich die genannten Fehlerquellen und Verbesserungspotentiale der PPS des Beispielunternehmens, dargestellt in Abbildung 58, reduzieren und beheben. Nach der Umsetzung dieser Maßnahmen kann der zukünftige Prozessablauf in Abhängigkeit der noch auszuwählenden Softwareunterstützung im Nachfolgenden beschrieben werden.

### **5.2.3 Prozessbeschreibung**

Die Prozessbeschreibung der konkreten Umsetzung des Konzepts bei dem Beispielunternehmen basiert grundlegend auf dem in Abschnitt 5.1.2 geschilderten Beschreibung der aktuellen Prozesse, sodass im nachfolgenden lediglich die Anpassungen und Änderungen innerhalb des Prozesses thematisiert werden. Wie bereits erwähnt kann die Prozessbeschreibung der PPS für das Beispielunternehmen auf Grund der noch ausstehenden Entscheidung auf einen Softwareanbieter nicht vollumfänglich beschrieben werden, sodass an vereinzelt Teilaufgaben noch keine konkrete Ausarbeitung der Umsetzung ausformuliert werden kann.

Die Produktionsprogrammplanung des Beispielunternehmens kann für die Komplexitätsbewältigung der PPS vernachlässigt werden, jedoch müssen in dieser Teilaufgabe veränderte Strukturen und Hilfsmittel geschaffen werden, um die Grundlage für den darauf aufbauenden Prozess zu schaffen. Die Prüfung der Umsetzungsmachbarkeit muss auf Basis von Daten aus dem PPS-System und individuellen Bewertungen der Projekte in Meetings der Bereichsleitung der Projektbearbeitung und Produktion stattfinden. Dazu muss das Vertriebsmedium Kompass überarbeitet und u.a. die Information zur Projekteintrittswahrscheinlichkeit und ob es sich um eine Eigenfertigung oder Fremdvergabe handelt, eingeführt werden. Im Bereich der Auftragsdaten werden Regelungen und Verantwortlichkeiten für das Änderungsmanagement geschaffen, sodass eine Bring- und Holschuld bestimmt wird. Dazu könnte eine terminliche Erinnerung im Kalender für eine Regelmäßigkeit sorgen. Außerdem ist die Einführung eines Kontrollpunktes an diesem Arbeitsschritt denkbar, sodass der Status eines Projektes, z.B. von Angebot in Auftrag, nicht ohne die Angabe von Vorgabezeiten vollzogen werden darf. Dadurch sind die Projektbeteiligten gezwungen sich mit dieser Aufgabe auseinanderzusetzen. Die Vorgabezeiten können auf Basis von Schätz- und Erfahrungswerten aus der Kalkulation im Kompass eingetragen werden. Die Zeiten für die Arbeitsvorbereitung und Projektleitung werden tageweise und für die Fertigung und das Lager stundenweise angegeben. Eine Sensibilisierung und Information der Mitarbeiter über die Wichtigkeit dieses Prozessschrittes ist unabdingbar.

Das Beispielunternehmen sollte in der Materialbedarfsplanung zur Entscheidungsfindung von Eigenfertigung oder Fremdvergabe auf die Bewertung sowie Entscheidung der Bereichsleitung Projektbearbeitung und Produktion anhand von Daten aus dem PPS-System zurückgreifen. Dahingehend muss der Kompass von einem reinen Vertriebs- zu einem Informationsmedium überarbeitet werden, welches relevante Fertigungs- und Planungsinformationen enthält.

Weiterhin muss bei jeder Ausschreibung von Produktionsunterlagen ein Laufzettel mit allen relevanten Fertigungsinformationen u.a. zu den Arbeitsschritten, Vorgabezeiten, Zukaufteilen sowie allgemeinen Terminen vorbereitet werden, um den nachfolgenden Mitarbeitern die benötigten Informationen zur Verfügung zu stellen. Die Ausgestaltung dieses Laufzettels ist abhängig von der Endauswahl des PPS-Systems.

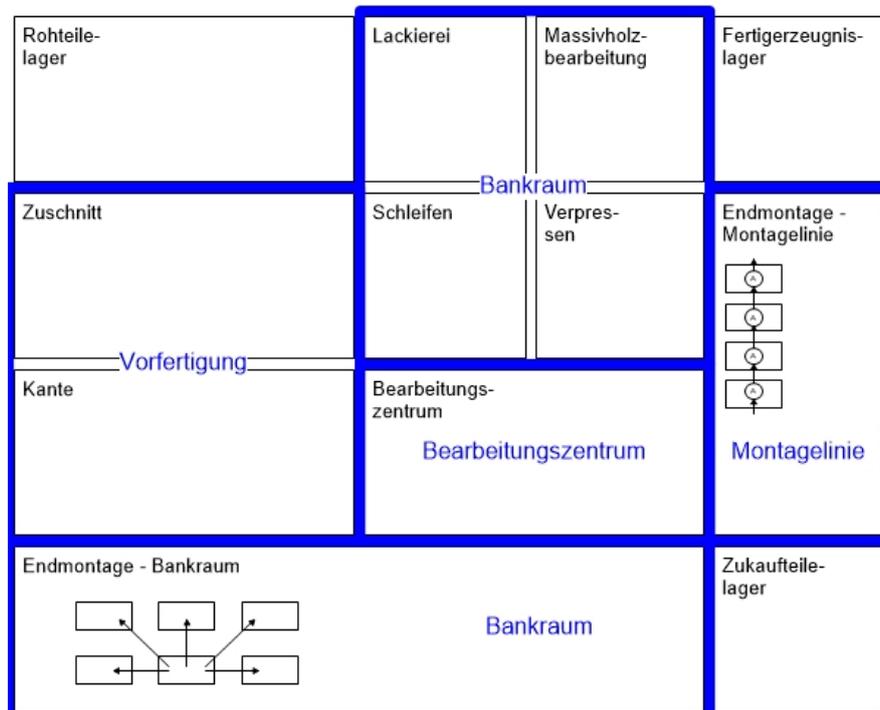
Für die Termin- und Kapazitätsplanung stellen die Projektleitung oder Ausführungsplanung bereits zum Projektstart eine Fertigungsübersicht für die Fertigungs- und Lagerleitung zur Verfügung. Mit dieser Information, der Anzahl und dem Umfang der Fertigungsaufträge je Projekt, hat die Fertigungsleitung bereits frühzeitig einen groben Überblick über die anstehenden Fertigungsaufträge. Diese Informationen sollten auch an die Lagerleitung weitergegeben werden, sodass die vor- und nachgelagerten Abteilungen der Fertigung ebenfalls in den PPS-Prozess integriert werden.

Anschließend erfolgt auf Basis der in der Produktionsprogrammplanung getätigten Grobplanung mit Angabe der Vorgabezeiten im Kompass eine differenzierte Feinplanung je Fertigungsauftrag und Arbeitssystem. Dabei werden die Tätigkeiten innerhalb der Werkstätten auf stundenbasis positionswise, unter Berücksichtigung von Pufferzeiten für mögliche Eilaufträge, eingeplant. Ein manuelles Eingreifen durch die Fertigungsleitung, um individuelle Änderungen anhand ihres Erfahrungswissens einzubauen, ist dadurch weiterhin möglich und zulässig. Die Bewertung der einzelnen Fertigungsaufträge durch die Fertigungsleitung kann anhand von Fach- und Methodenkenntnissen sowie von Erfahrungswissen in Form von Schätzwerten durchgeführt werden. Nach Absolvierung dieses Arbeitsschrittes sollte die Fertigungsleitung in der Lage sein, Aussagen zu produktionsrelevanten Daten zu treffen und einen Überblick über die anstehenden Fertigungsprozesse haben.

Die Ausführung der Termin- und Kapazitätsplanung erfolgt durch die Fertigungsleitung und als Kontrollinstanz durch die Bereichsleitung Fertigung, durch den Viewer der PPS-Software können noch weitere Mitarbeiter des Beispielunternehmens die Planungen nachvollziehen, wodurch eine Transparenz für alle Unternehmensbereiche entsteht. Die PPS-Software sollte darüber hinaus ermöglichen, dass die Ergebnisse der Planung in einer transparenten Art und Weise dargestellt werden. Außerdem muss die Fertigungsleitung in regelmäßigen Zeitabständen die Ergebnisse vorstellen und in Meetings über kapazitätsregulierende Maßnahmen, Bewertung von Kapazitätsverläufen zur Entscheidung von Projekten zur Eigenfertigung oder Fremdvergabe sowie zur Akquise neuer Projekte in einem definiertem Zeitraum diskutieren und entscheiden.

Für die Durchlaufterminierung können einzelne Arbeitsgänge, dargestellt in der Fertigungsorganisation des Beispielunternehmens als Werkstätten in Abschnitt 5.1.1, zu Arbeitsfolgen zusammengefasst werden, welche in der nachfolgenden Abbildung 60 dargestellt sind. Dies

dient der Vereinfachung und Komplexitätsreduzierung der Darstellung der Fertigung des Beispielunternehmens.



Eigene Darstellung

**Abbildung 60:** Zusammenfassung Arbeitsgänge zu Arbeitsfolgen bei dem Beispielunternehmen

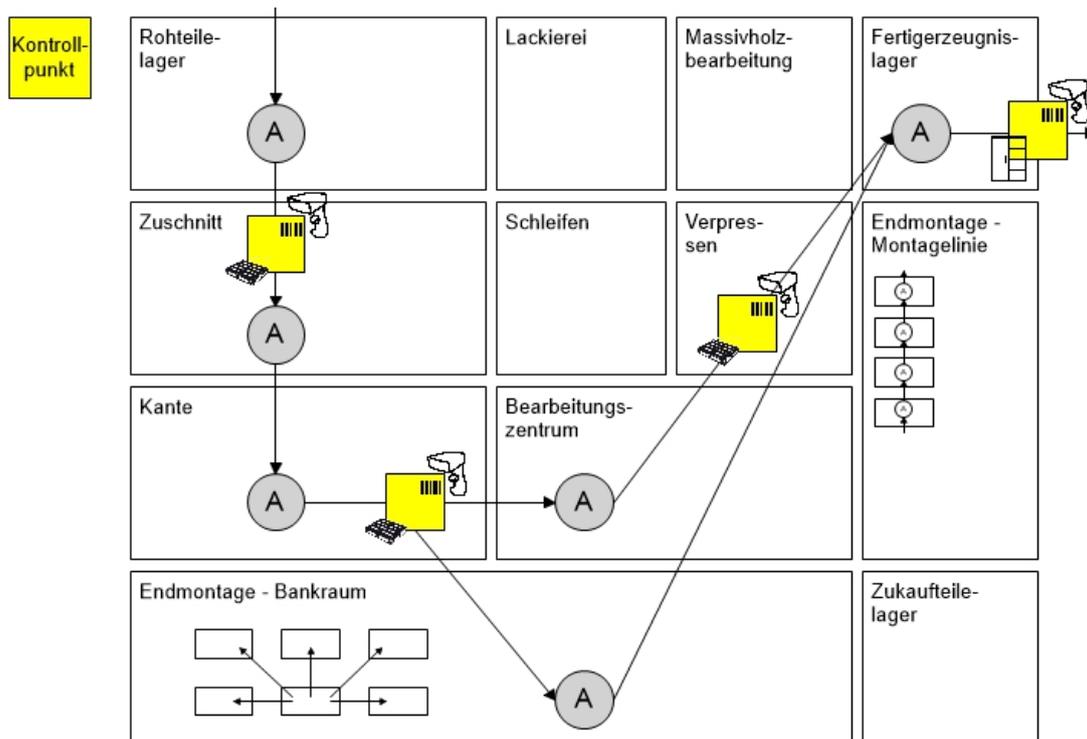
Durch die Einführung eines PPS-Systems lässt sich für das Beispielunternehmen die ermittelte Durchlaufterminierung nachvollziehen und dokumentieren. Für die Reihenfolgeplanung gibt die Fertigungsleitung eine grobe Vorgabe und Priorisierung vor, die Gruppenleiter geben in Abstimmung untereinander und mit der Fertigungsleitung die Fertigungsaufträge für die nächste Arbeitsfolge frei. Zur Berücksichtigung des Faktors Mensch bei der Arbeitsverteilung muss das Beispielunternehmen Mitarbeiterbewertungsmatrizen erstellen, mit denen die Qualifikationen und Fähigkeiten des Mitarbeiters festgehalten werden, welche für die Planung berücksichtigt werden müssen. Für die Durchführung der PPS und besonders dieser Teilaufgabe sind kompetente Fachkräfte, in der Position der Fertigungsleitung, für das Beispielunternehmen unabdingbar, welche mit gezielten Weiterbildungen zum Thema PPS und zur ausgewählten Software noch weitere Methodenkenntnisse dazugewinnen.

Für die Auftragsfreigabe müssen die Einsatzgüter bereitgestellt sein und zukünftig sollte es eine automatische Information aus dem PPS-System herausgeben, sodass die Fertigungsleitung informiert wird, wann die Auftragsbegleitpapiere an die Tischler ausgegeben werden dürfen. Weitere relevante Informationen sind die Auftragsdaten, Termine, Arbeitsschritte, Vorgabezeiten und Zukaufteile mit Lieferterminen, welche auf dem Laufzettel vermerkt werden, der

zusammen mit den Auftragsbegleitpapieren an die Tischler ausgegeben wird, sobald die Einsatzgüter bereitgestellt sind. Der Laufzettel wird somit für alle Projekt- und Fertigungsauftragsarten erstellt. Die Informationen für den Laufzettel werden aus dem PPS-System exportiert und dieser kann weiterhin als Kontrolldokument genutzt werden, um z.B. den Status bzw. die Fertigstellung des Fertigungsauftrages zu dokumentieren. Weiterhin sollten die Tischler in der Werkstatt vorzeitig zu den zukünftig anstehenden Fertigungsaufträgen informiert werden. Dazu können regelmäßige Meetings und ein digitales Dashboard mit Informationen aus dem PPS-System dienen.

Außerdem muss das Beispielunternehmen für diesen Arbeitsschritt die kapazitätskritischen Arbeitssysteme ermitteln, zu denen die Vorfertigung mit dem Zuschnitt und der Bekantung gehört, weil diese Arbeitssysteme nur einmalig vorhanden sind und der Großteil der Bauteile durch diese Arbeitssysteme bearbeitet wird. Diese Arbeitsgänge müssen bei der Ermittlung der Durchlaufterminierung und der Bewertung der Auftragsfreigabe besonders beachtet werden, damit es an diesen Fertigungsschritten zu keiner Überlastung kommt.

Für die letzte Teilaufgabe, der Auftragsüberwachung, müssen die Mitarbeiter für das manuelle Erfassen der Produktionsdaten sowie für die positionsweise und auftragsbezogene Zeiterfassung mit dem Barcodescanner sensibilisiert und für diesen Arbeitsschritt die Akzeptanz geschaffen werden. Außerdem müssen weitere Barcodescanner und Speicherterminals in der Werkstatt installiert werden, sodass dieser Vorgang effizienter vollzogen werden kann. Voraussetzung dafür ist, dass bei der Auftragsanlage im OSD die Zeitwirtschaftsprojekte ebenfalls positionsweise angelegt werden. Wenn dies bei dem Beispielunternehmen implementiert ist, kann eine taggenaue Überprüfung der IST-SOLL-Zeiten durchgeführt werden. Dafür sollten innerhalb der Fertigung Kontrollpunkte festgelegt werden, an denen der Status des Fertigungsauftrages anhand von Barcodescannern nachverfolgt wird. Dadurch können alle Mitarbeiter den Status des Fertigungsauftrages innerhalb der Fertigung in der PPS-Software nachverfolgen. Die Kontrollpunkte finden sich zum Beginn des Zuschnitts, nach der Bekantung und dem Bearbeitungszentrum sowie nach Fertigstellung des Fertigungsauftrages. Durch das Scannen des Barcodes von der Stückliste und einem entsprechenden Barcode für den jeweiligen Kontrollpunkt wird der Status an das PPS-System übertragen.



Eigene Darstellung

**Abbildung 61:** Kontrollpunkte innerhalb der Fertigung des Beispielunternehmens

Durch diese Auftragsüberwachung kann die Fertigungsleitung bei erkennbaren Abweichungen manuell in die Durchlaufterminierung eingreifen. Der IST-Zustand der Fertigung kann für alle Mitarbeiter transparent mit einem Bildschirm in der Fertigung veröffentlicht werden. Dort können den Mitarbeitern alle fertigungsrelevanten Informationen auf einem Dashboard zur Verfügung gestellt werden. Außerdem lassen sich diese Informationen über einen Viewer der PPS-Software einsehen. Weiterhin muss eine einmalige und anschließend regelmäßige Abstimmung und Definierung der zulässigen Datenabweichung zwischen der Grob- und Feinplanung sowie den SOLL-IST-Zeiten zwischen den Abteilungen Vertrieb, Projektleitung und Fertigungsleitung durchgeführt werden, um zukünftig erhebliche Planungsunterschiede zu vermeiden. Auf dem Laufzettel können etwaige Qualitätsmängel vermerkt und somit Information an die Fertigungs- oder Projektleitung weitergegeben werden. Außerdem kann nach der Fertigstellung des Fertigungsauftrages die Position im Lager dokumentiert werden, um spätere Rückfragen zu vermeiden.

Für diese Prozessbeschreibung sowie die Informationsbereitstellung und -weitergabe zwischen den Abteilungsschnittstellen müssen Arbeits- und Verfahrensanweisungen erstellt werden, die im Einklang mit den unternehmensinternen Qualitätsmanagementrichtlinien stehen.

### 5.2.4 Anforderungen für die Produktionsplanung und -steuerung

Abschließend sind für das Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS bei dem Beispielunternehmen Anforderungen für eine erfolgreiche Durchführung festzuhalten, welche eine gebündelte Zusammenfassung der inhaltlichen Ausarbeitung für die das Beispielunternehmen darstellen.

Für die erfolgreiche Implementierung der PPS bei dem Beispielunternehmen ist die Erstellung von Arbeits- und Verfahrensanweisungen für alle relevanten und begleitenden Prozesse sowie Schnittstellen der PPS im Einklang der Qualitätsmanagementrichtlinien notwendig. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Definierung von Prozessverantwortlichen, welche in der nachfolgenden Abbildung 62 beispielhaft für das Beispielunternehmen dargestellt ist. Dadurch wird gewährleistet, dass die erarbeiteten Prozessabläufe kontrolliert und ausgeführt werden.

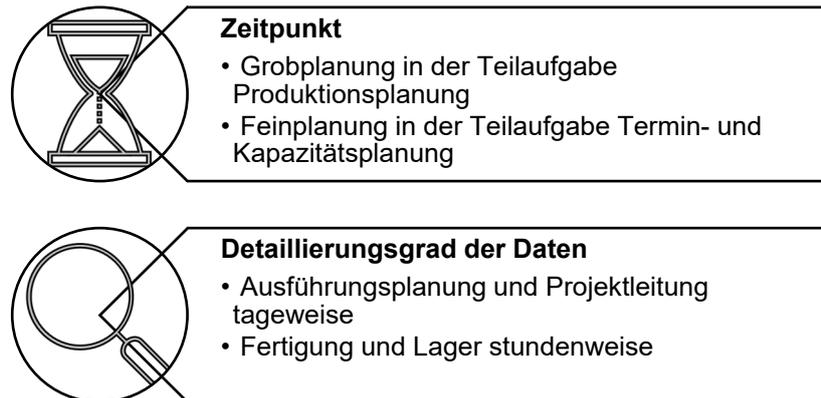


Eigene Darstellung

**Abbildung 62:** Prozessverantwortliche des Beispielunternehmens für die PPS

Weiterhin ist die Berücksichtigung der Mitarbeiterkompetenzen ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk und somit auch für das Beispielunternehmen. Die Durchführung der PPS sollte durch einen Mitarbeiter mit Fach- und Methodenkompetenz erfolgen und dabei berücksichtigen, dass Mitarbeiter mit unterschiedlichen Qualifikationen und Fachkenntnissen, Arbeitsgänge in unterschiedlicher Qualität und Zeit bearbeiten können, daher muss die Fertigungsleitung dies bei der Durchführung der PPS beachten und ggf. manuell in die PPS-Software eingreifen. Aus diesem Grund muss das PPS-System flexibel und nicht vollautomatisiert sein, sodass ein manuelles Eingreifen der Fertigungsleitung zur Berücksichtigung des Faktors Mensch möglich bleibt. Weiterhin wird dadurch eine flexible Reaktion auf Kundenanfragen und Eilaufträge beibehalten.

Zusammenfassend stellt die Ermittlung verlässlicher Vorgabezeiten und eines aussagekräftigen Kapazitätsabgleichs eine weitere Anforderung für eine erfolgreiche PPS für das Beispielunternehmen dar. Die einzelnen Teilaufgaben der PPS müssen kontinuierlich und täglich durchgeführt werden, sodass die Mitarbeiterdaten, wie z.B. Urlaub oder Krankheit, aktualisiert werden. Die Ermittlung der Vorgabezeiten muss differenziert und detailliert je Fertigungsauftrag durchgeführt werden. Dabei muss das Beispielunternehmen noch zwischen der Grob- und Feinplanung in Bezug auf den Zeitpunkt und dem Detaillierungsgrad der Daten unterscheiden.



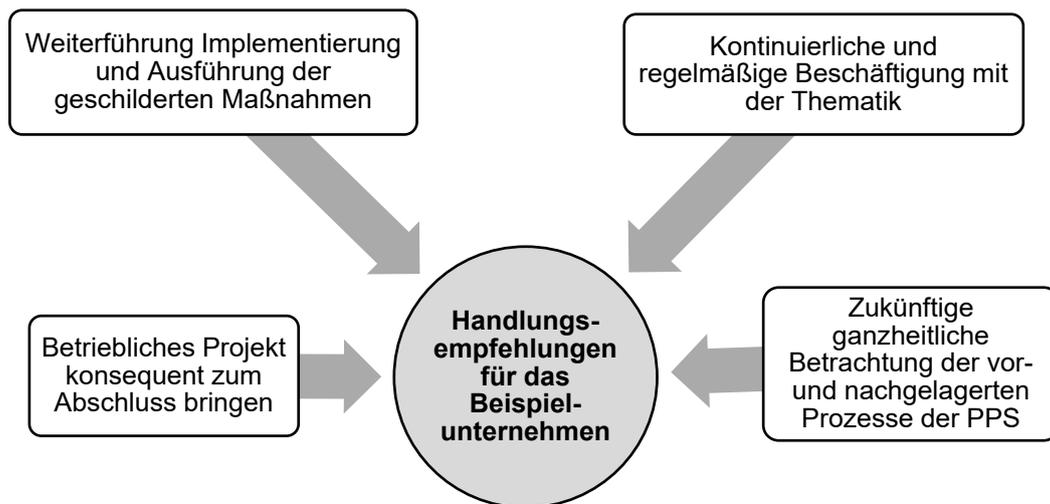
Eigene Darstellung

**Abbildung 63:** Unterscheidung zwischen Grob- und Feinplanung bei dem Beispielunternehmen

Im Kontext des Zeitpunkts werden bei der Grobplanung die Daten während der Produktionsprogrammplanung projektbezogen anhand von Schätz- und Erfahrungswerten vom Vertrieb oder der Projektleitung ermittelt und im Kompass eingetragen. Bei der Feinplanung sind die Daten fertigungsauftragsbezogen und werden anhand von Fach- und Erfahrungswissen durch die Fertigungsleitung ermittelt. Im Kontext des Detaillierungsgrads der Daten werden für die Ausführungsplanung und Projektleitung die Daten tageweise und für die Fertigung und Lager stundenweise ermittelt. Abschließend ist die Nachverfolgung des Prozessfortschritts als Anforderung für eine erfolgreiche PPS bei dem Beispielunternehmen zu nennen, welche durch die Aufnahme von Produktionsdaten und Einrichtung von Kontrollpunkten sichergestellt wird.

### 5.3 Handlungsempfehlungen und kritische Diskussion der Ergebnisse

Nach der Erfassung und Analyse des IST-Zustands der PPS des Beispielunternehmens und der anschließenden Adaption des Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk können dem Beispielunternehmen Handlungsempfehlungen für die weitere Auseinandersetzung mit der Thematik ausgesprochen werden.



Eigene Darstellung

**Abbildung 64:** Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen für das Beispielunternehmen

Das begonnene betriebliche Projekt der Anpassung bzw. Einführung der PPS muss konsequent zum Abschluss gebracht werden, damit vor allem, die noch ausstehende Entscheidung zur Softwareunterstützung, impliziert werden kann. Deswegen konnte der ganzheitliche Prozess der PPS bei dem Beispielunternehmen nicht vollumfänglich definiert werden, sodass an dieser Stelle eine kurze Empfehlung zur Auswahl der Software ausgesprochen wird. Wenn das PPS-System der Branchensoftware OSD die erforderlichen Funktionen, die im Lastenheft Beispielunternehmens aufgelistet sind, enthält, sollte dieses System verwendet werden. Dafür spricht die Datenintegration aus dem bereits vorhandenen OSD-System, sodass keine Datenschnittstelle geschaffen werden muss. Dies hat sowohl finanzielle als auch prozesstechnische Vorteile, denn dadurch kann gewährleistet werden, dass die benötigten Informationen an den entsprechenden Stellen im PPS-System integriert werden können. Diese Vorgehensweise hat WIENDAHL, H.-H. bereits in seiner Fachliteratur nachgewiesen, dass die Integration der Daten für das PPS-System möglichst aus der gleichen Software stammen sollte.<sup>267</sup> Weiterhin geht die Anschaffung eines neuen PPS-System mit hohen Kosten einher, was ebenfalls für eine Erweiterung der bereits vorhandenen Software spricht, denn beim OSD sind die grundlegenden Daten- und Prozessstrukturen bereits vorhanden, sodass lediglich eine Erweiterung auf das PPS-System stattfinden muss. Die benötigten Daten können dann aus der Stammdatenbank gezogen werden. Falls nach der Auswertung des Lastenhefts festzustellen ist, dass ein Großteil der wesentlichen Funktionen durch OSD nicht abgebildet und dadurch die PPS-Aufgabe mit dieser Software nicht gelöst werden kann, muss grundsätzlich diskutiert werden, ob

<sup>267</sup> Vgl. Wiendahl, H.-H. (2021), S. 14

eine Insellösung durch einen anderen Softwareanbieter erfolgsversprechender und langfristig wirtschaftlicher ist.

Weiterhin sollten alle geschilderten Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung sowie die Änderungen im Prozessablauf der PPS konsequent umgesetzt und implementiert werden, denn nur bei einer ganzheitlichen Umsetzung können die erhofften Zielsetzungen erreicht werden. Dabei ist zu empfehlen, dass vor allem die Dokumentation der erarbeiteten Lösungen in Form von Qualitätsmanagementdokumenten festgehalten wird, um die veränderten Prozessabläufe auch langfristig zu erhalten.

Eine weitere Empfehlung an das Beispielunternehmen ist die zukünftige kontinuierliche Beschäftigung mit der Thematik der PPS, um einen Überblick zu Trends, Innovationen und neuen technischen Möglichkeiten beizubehalten. Auch hierfür sollte eine verantwortliche Person, bestenfalls der Bereichsleiter Produktion, benannt werden. Die Informationsbeschaffung kann über den Besuch von Messen, Internetrecherche oder dem Kontakt zu Instituten oder Softwareanbietern erfolgen.

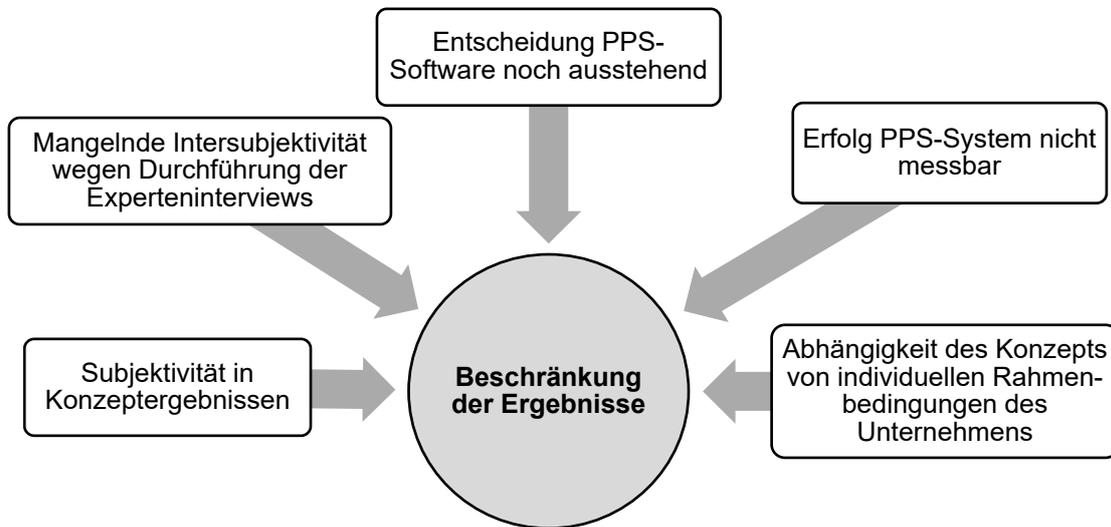
Außerdem ist dem Beispielunternehmen zu empfehlen, zukünftig eine ganzheitliche Betrachtung aller vor- und nachgelagerten Prozesse der PPS durchzuführen. Mit dieser Ausarbeitung und dem durchgeführten betrieblichen Projekt wurde sich auf die Fertigung und deren Prozesse konzentriert. Diese Analyse und Änderungsprozesse sollten auch auf weitere Abteilungen, wie z.B. Ausführungsplanung, Lager oder Beschaffung, ausgeweitet werden.

Für das Beispielunternehmen ist weiterhin anzumerken, dass für die erfolgreiche Umsetzungsmachbarkeit dieses Konzepts zur Komplexitätsbewältigung der PPS, eine verantwortliche Person benannt wird, die die Aufgaben des betrieblichen Projektes plant, steuert und koordiniert sowie diese Aufgaben abseits des Tagesgeschäfts durchführen kann. Dafür ist es wichtig, dass die Akzeptanz und Unterstützung der Geschäftsführung für dieses Projekt vorhanden sind.

Abschließend ist anzumerken, dass im Verlauf des weiteren Implementierungsprozesses mit auftretenden Problemstellungen und Schwierigkeiten zu rechnen ist, die das Beispielunternehmen jedoch nicht von ihrer Zielsetzung der Verbesserung und Komplexitätsreduzierung der PPS abbringen sollte, auch durch die möglichen Unwägbarkeiten eines Handwerksbetriebs, bei dem beispielsweise das Tagesgeschäft einen Großteil der Arbeitszeit beansprucht.

Nach der Einführung müssen die Projektergebnisse anhand der gestellten Anforderungen aus dem Lastenheft, der Bewertung der umgesetzten Maßnahmen und der Umsetzung der Maßnahmen zur Komplexitätsbewältigung evaluiert werden, um dadurch den Erfolg des Projektes benennen zu können.

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse für das Beispielunternehmen, aber auch die Untersuchungsergebnisse und das erarbeitete Konzept kritisch diskutiert und in den Kontext dieser Arbeit eingeordnet.



Eigene Darstellung

**Abbildung 65:** Beschränkungen der Ergebnisse des SOLL-Zustands, Konzepts und der Untersuchungsergebnisse

In Abschnitt 4.2 wurde bereits erläutert, dass wegen einer geringen Stichprobenanzahl bei der Untersuchung und der daraus verringerten Anzahl der Ergebnisse bzw. des Inputs der Experten auf die Subjektivität des Autors für die Konzepterstellung zurückgegriffen wurde. Diese Aussagen sind nicht von anderen Experten bestätigt worden, wodurch eine kritikwürdige Wissenschaftlichkeit des Konzeptes entstanden ist. Diese Erkenntnisse müssen im Nachgang noch durch weitere wissenschaftliche Ausarbeitungen oder Forschende evaluiert werden, dazu könnten in einem Folgeprojekt bei einer Befragung von Experten gezielt die Ideen und Erkenntnisse des Autors hinterfragt werden. Außerdem beziehen sich die Ergebnisse auf die subjektiven Einschätzungen der Experten und neben dem Experten EXPERTE 4 konnte kein weiterer Experte aus vergleichbaren Unternehmen befragt werden. Daher sind diese Ergebnisse weiterführend zu validieren und evaluieren.

Eine weitere Beschränkung der Ergebnisse stellt die tatsächliche Durchführung der Experteninterviews dar. Dabei konnte sich nicht zu jedem Zeitpunkt an die theoretischen Grundlagen eines Experteninterviews sowie den Leitfaden gehalten werden, wodurch es zu Gesprächsausweichungen hin zu Verkaufsthemen, persönlichen Aspekten oder unternehmensinternen Themen des Beispielunternehmens gekommen ist, die zu irrelevanten und qualitativ geminderten Aussagen der Experten geführt und dadurch die Intersubjektivität der Experteninterviews begrenzt haben.

Durch die noch ausstehende Entscheidung zu einer PPS-Software konnten noch nicht alle Prozesse beschrieben und miteinander verknüpft werden. In einer ganzheitlichen Betrachtung des Themas PPS sind, nicht nur im Tischlerhandwerk, die Prozesse abhängig von der Auswahl der entsprechenden Software. Daher wurden in der Beschreibung des Konzepts und des SOLL-Zustands des Beispielunternehmens an den entsprechenden Prozessschritten mögliche Lösungen vorgeschlagen, die noch nicht überprüft werden konnten, oder diese gänzlich weggelassen, weil die Ausformulierung der Lösung in zu großer Abhängigkeit mit der auszuführenden Software steht.

Darüber hinaus sind die geschilderten Ergebnisse insoweit kritisch zu hinterfragen, ob diese den gewünschten Erfolg erbringen, damit die Zielsetzungen erreicht und die vorhandenen Problemstellungen vermindert werden. Dabei ist jedoch anzumerken, dass der Erfolg eines PPS-Systems nicht nur auf Zahlen und Daten basiert. Eine ausschließliche Betrachtung auf finanzieller Ebene ist ganzheitlich für das Unternehmen nicht ausreichend. Die Einführung oder Anpassung eines PPS-Systems erzeugt in verschiedenen Unternehmensbereichen Folgewirkungen, welche umso schwieriger der PPS zu zuordnen sind, desto detaillierter die Wirkungskette formuliert wird. Dabei sind u.a. der geringe Koordinationsaufwand, höhere Termintreue, schnellere Reaktionszeit oder die verbesserte Personaleinsatzplanung zu nennen. Insbesondere im Handwerk lassen sich die Resultate auf Grund der nicht vorhandenen validierten Daten nicht explizit zurückführend auf die PPS ermitteln. Bei der Bewertung des Erfolgs der PPS sollte eher eine ganzheitliche abteilungsübergreifende Sichtweise in Betracht gezogen werden.

Weiterhin muss in der ganzheitlichen Betrachtung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung beachtet werden, dass das erarbeitete Konzept abhängig von den individuellen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen des jeweiligen Unternehmens ist. Ein für erfolgreich erachtetes Konzept für das Beispielunternehmen kann für ein Unternehmen, welches ebenfalls im Tischlerhandwerk tätig ist und in der auftragsorientierten Werkstattfertigung produziert, weniger erfolgreich bis nicht geeignet sein. Das erarbeitete Konzept stellt keine pauschale Lösung für alle Unternehmen dar. Daher muss die PPS immer auf die individuellen Rahmenbedingungen im Unternehmen angepasst und strukturiert sowie implementiert werden.

## 6 Fazit

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Forschungsfrage, wie ein Konzept zur Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ausgestaltet werden kann. Für die Beantwortung dieser Frage wurde sich zu Beginn dieser Ausarbeitung durch den Einsatz einer systematischen Literaturrecherche mit der PPS im Kontext der auftragsorientierten Werkstattfertigung und dem Tischlerhandwerk auseinandergesetzt. Darauf aufbauend wurde die Komplexität und Forschungslücke aufgezeigt, damit in der Untersuchung durch die Durchführung von Interviews mit vier Experten und einer qualitativen Inhaltsanalyse Konzeptansätze zur Komplexitätsbewältigung dieser Aufgabe ermittelt und in einem Modell dargestellt werden konnten. Dieses Modell wurde auf das Beispielunternehmen angewendet, um die Ergebnisse unmittelbar im praktischen Umfeld auf seine Umsetzungsmachbarkeit zu überprüfen. Dadurch wurde ein Teilziel dieser Arbeit erreicht, indem der Stand der Forschung zur Produktion im Handwerk, die PPS im Kontext zur auftragsorientierten Werkstattfertigung und die Problemstellung und erschwerenden Faktoren, die zur Komplexität der PPS beitragen, dargestellt wurden.

Die Literaturrecherche und -analyse hat ergeben, dass in der Wissenschaft eine Eingrenzung der PPS auf den Schwerpunkt der Industrie, mit Fokussierung auf Digitalisierung und weiteren trendigen Themengebieten stattgefunden hat, wodurch sich eine konkrete Forschungslücke für die PPS im Kontext der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ergeben hat. Mithilfe der Untersuchung sollte eine Antwort auf die Untersuchungsfragen gefunden werden, ob die vorhandenen Konzepte aus der Industrie auf den Untersuchungsgegenstand angewendet, ggf. angepasst und ob neue Erkenntnisse sowie Konzepte ermittelt werden können.

Die Auswertung der Experteninterviews hat gezeigt, dass eine systematische Vorgehensweise bei der Analyse und Implementierung der PPS im Unternehmen unabdingbar für den Erfolg des Prozesses ist. Jedoch muss der Ablauf dieses Änderungsprozesses an die Rahmenbedingungen des Handwerks angepasst werden. Die PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk basiert ebenfalls auf dem Aachener PPS-Modell, allerdings wird zur Komplexitätsbewältigung eine Reduzierung auf die wesentlichen Aufgaben der Fertigungsprozesse empfohlen. Die restlichen Aufgaben sollen nicht entfallen, sondern vielmehr mit einer geringeren Detaillierungstiefe durchgeführt werden. Der Schwerpunkt liegt in der Aufgabensicht auf den Kernaufgaben fokussiert auf die Teilaufgaben ab der Termin- und Kapazitätsplanung. In dieser Arbeit wurde die neue Erkenntnis analysiert, dass für das Tischlerhandwerk die PPS mit einer ganzheitlichen Einbeziehung der Aspekte Prozessabläufe, Mitarbeiterkompetenzen sowie Daten und Hilfsmittel betrachtet werden muss. Insbesondere stehen die Prozesse in Verbindung mit dem Faktor Mensch im Vordergrund. Im Kontext der

auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ist der Mitarbeiter, seine Qualifikationen, Einbindung in den Prozess und die Schnittstelle zu anderen Abteilungen von hoher Bedeutung im Vergleich zur Industrie.

Diese Ergebnisse wurden in einem Modell in Abschnitt 4.3 zusammengefasst und auf das Beispielunternehmen aus dem Tischlerhandwerk übertragen. Daraus hat sich ergeben, dass die eingesetzten Hilfsmittel und verwendeten Daten unmittelbare Auswirkung auf den Prozess haben, sodass ohne eine fundierte Auswahl der Hilfsmittel und Softwareunterstützung die Prozessabläufe nicht konkret standardisiert sowie dokumentiert werden können. Abschließend ist zu resümieren, dass kein allgemeingültiges Konzept der PPS für die auftragsorientierte Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk vorliegt, weil dieses von den individuellen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen des jeweiligen Unternehmens abhängig ist. Demnach kann das erarbeitete Konzept für das Beispielunternehmen von Unternehmen mit ähnlichen Voraussetzungen als Grundlage für ihre individuelle Ausgestaltung des Konzepts und Modells der komplexitätsreduzierenden PPS genutzt werden.

Bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse ist zu beachten, dass die Anzahl der durchgeführten Experteninterviews unter der geplanten und repräsentativen Anzahl liegt. Dadurch konnten in Kumulation quantitativ weniger Ergebnisse für das Konzept ausgearbeitet werden. Außerdem konnte die Intersubjektivität nicht in allen Interviews zu jeder Zeit gewährleistet werden, sodass die Gespräche zu unternehmensinternen oder vertrieblichen Themen abgeschweift sind. Aufgrund dieses Umstandes wurde zur Ausarbeitung eines ganzheitlichen Konzeptes die eigene Meinung des Autors mit in die Ausformulierung des Konzeptes integriert, wodurch diese Ergebnisse durch eine Subjektivität geprägt sind. Daher stellt dies und die Bewertung der Untersuchungsergebnisse einen Anhaltspunkt für neue Erkenntnisse zur PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk dar, die in weiteren wissenschaftlichen Ausarbeitungen und von Forschenden weiterverfolgt, überprüft und bestätigt werden können.

Weiterhin kann es im Hinblick auf eine nachfolgende Forschung sinnvoll sein, für die Untersuchung und den Anfrageprozess der Experteninterviews mehr Zeit einzuplanen, um bei einer geringen Anzahl an Zusagen oder Rückmeldungen, noch weitere Experten zu recherchieren und anzufragen.

Die vorliegende Untersuchung der PPS ist lediglich auf die Fertigung und deren beteiligte Prozesse sowie Teilaufgaben begrenzt. Eine weiterführende Forschung könnte diesen Sachverhalt aus einer neuen Perspektive betrachten und die Untersuchung auf alle beteiligten sowie vor- und nachgelagerte Prozesse der PPS ausweiten. Die Fokussierung auf die Kernaufgaben und relevanten Teilaufgaben des Eigenfertigungsprozesses sorgt zwar für eine Komplexitätsbewältigung der PPS in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk,

jedoch nur die Betrachtung ganzheitlicher sowie abteilungsübergreifender Prozesse und Strukturen sorgt dafür, dass das Unternehmen langfristig wirtschaftlich erfolgreich produzieren kann.

Für das Beispielunternehmen in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk ist weiterführend festzuhalten, dass das begonnene Projekt der Anpassung und Implementierung eines PPS-Systems nach dem beschriebenen Konzept und den konkreten Maßnahmen abgeschlossen werden muss. Dazu sind die Einführung einer Softwareunterstützung und die Umsetzung der Änderungen im Prozess zu erwähnen. Außerdem muss eine kontinuierliche zukünftige Beschäftigung mit der PPS gewährleistet werden, damit neue Trends und Techniken entdeckt und auf ihre Praxistauglichkeit überprüft werden. Außerdem sollte das Beispielunternehmen bei einem weiterem Unternehmenswachstum und Weiterentwicklung der Produktion die strategische Überlegung angehen, ob eine Überleitung vom Handwerks- zum Industrieunternehmen in Bezug auf Arbeitssysteme, Prozesse und Strukturen sinnvoll erscheint.

Abschließend ist festzuhalten, dass eine standardisierte, auf datenbasierte und mit Softwareunterstützung durchgeführte PPS das Fundament einer qualitativ und wirtschaftlich erfolgreichen Fertigung im Handwerk gestaltet und unabdingbar für ein Unternehmen mit komplexer Eigenproduktion ist, sodass die Komplexitätsbewältigung dieser Aufgabe eine unumgänglich und anzuehende Herausforderung für das Tischlerhandwerk darstellt, um zukunftsweisend mit der konkurrierenden Industrie in Hinsicht der Qualität, Zeit und Wirtschaftlichkeit mithalten zu können.

## Literaturverzeichnis

Adam, D.:

Produktions-Management, 9. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden 2001

Bach, T.; Fischer, M.; Schuh, G., Schröder, T.:

PPS-Aufgaben im Kontext des Industrie-4.0-Reifegrads, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2020, Heft 9, S. 641 - 644

Bach, T.; Schuh, G.; Reschke, J.:

Produktionsplanung und -steuerung im Kontext von Industrie 4.0, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2019, Heft 12, S. 815 - 818

Balzert, H.; Schröder, M.; Schäfer, C.: Wissenschaftliches Arbeiten:

Ethik, Inhalt & Form wiss. Arbeiten, Handwerkszeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation, 2. Auflage, Springer Campus, Dortmund, 2017

Bauernhansl, T.; Miehe, R.:

Industrielle Produktion: Historie, Treiber und Ausblick, in: Bauernhansl, T. (Hrsg.): Fabrikbetriebslehre 1: Management in der Produktion, Springer Verlag, Berlin 2020, S. 1 - 34

Bogner, A.; Menz, W.:

Expertenwissen und Forschungspraxis: die modernisierungstheoretische und die methodische Debatte um die Experten. Zur Einführung in ein unübersichtliches Problemfeld, in: Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung, Leske + Budrich, Opladen, 2002, S. 7 - 29

Boß, S.; Deckert, C.:

Einsatz von PPS-Lösungen in KMUs: Ist der Mittelstand bereit für die Industrie 4.0?, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft 11, S. 811 - 815

Brunner, H.; Knitel, D.; Mader, R.; Resinger, P.-J.:

Leitfaden zur Bachelor- & Masterarbeit: Einführung in wissenschaftliches Arbeiten und berufsfeldbezogenes Forschen an Hochschulen und Universitäten, 3. Auflage, Tectum Verlag, Marburg 2015

Brüsemeier, T.: Qualitative Forschung:

Ein Überblick, 2. Auflage, GWV Fachverlag Wiesbaden 2008

Corsten, H.; Gössinger, R.:

Entwurf eines Rahmenkonzeptes für eine flexibilitätsorientierte Produktionsplanung und -steuerung bei Werkstattfertigung, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern 2002

Eversheim, W.:

Organisation in der Produktionstechnik: Grundlagen, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1996

Dangelmaier, W.:

Fertigungsplanung: Planung von Aufbau und Ablauf der Fertigung. Grundlagen, Algorithmen und Beispiele, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2001

- Dangelmaier, W.:  
Theorie der Produktionsplanung und -steuerung: Im Sommer keine Kirschpralinen?, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2009
- Denkena, B.; Georgiadis, A.; Patzke, R.:  
Fertigungsmanagementsystem für KMU, in: Productivity Management, 2012, Heft 3, Seite 60 - 63
- Dittes, F.M.:  
Komplexität – Warum die Bahn nie pünktlich ist, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012
- Döring, N.; Bortz, J.:  
Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 5. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2016
- Dombrowski, U.; Sendler, M.; Dix, Y.; Adams, T.; Kaufmann, M.:  
PPS 4.0: Erfolgreiche Integration von Industrie-4.0-Ansätzen in der Produktionsplanung und -steuerung – Erkenntnisse und Schlussfolgerungen einer Studie mit Industrieunternehmen in Deutschland, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2020, Heft 1 - 2, S. 8 - 14
- Dombrowski, U.; Dix, Y.:  
Simultanbasierte Konfiguration der Produktionsplanung und -steuerung: Adaptive PPS auf Basis verteilter Intelligenz, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft 7 - 8, S. 491 - 494
- Dyckhoff, H.; Spengler, T. S.:  
Produktionswirtschaft: Eine Einführung, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2010
- Ellwein, C.; Elser, A.:  
Vernetzte Produktionsplanung: Ressourcenplanung für flexible Wertschöpfungsnetzwerke, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2019, Heft 12, S. 807 - 810
- Eid, M.; Gollwitzer, M.; Schmitt, M.:  
Formelsammlung Statistik und Forschungsmethoden, Beltz Verlag, Weinheim, Basel 2016
- Fandel, G.; Francois, P.; Gubitz, K.-M.:  
PPS- und integrierte betriebliche Softwaresysteme: Grundlagen, Methoden, Marktanalyse, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1997
- Faust, M.:  
Die Innovationstreppe: step by step erfolgreich, in: BM, 2022, Heft 2, S. 50 - 54
- Feldmann, K.; Slama, S.:  
Highly flexible Assembly: Scope and Justification, in: CIRP Anals 50, 2001, Heft 2, S. 489 - 498

- Füssenhäuser, A.:  
Planung und Steuerung des Fertigungsablaufes bei Werkstattfertigung, Dissertation, Universität Köln, Köln 1966
- Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.:  
Produktion und Logistik, 9. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg 2012
- Haberlandt, K.:  
Engpaßorientierte Werkstattfertigung, in: PPS Management, 1999, Heft 4, S. 17 - 22
- Hartleb, F.:  
Wie entsteht ein gutes sozialwissenschaftliches Konzept?, in: Zeitschrift für Politikberatung, 2011, Heft 3, S. 109 - 118
- Heeg, F.-J.:  
Empirische Software-Ergonomie: Zur Gestaltung benutzergerechter Mensch-Computer-Dialoge, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1988
- Helfferich, C.:  
Leitfaden- und Experteninterviews in Baur, N.; in: Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Springer Verlag, Wiesbaden 2014, S. 559 - 574
- Hildenbrandt, A.:  
Experteninterview, in: Hildebrandt, A.; Jäckle, S.; Wolf, F.; Heindl, A.: Methodologie, Methoden, Forschungsdesign: Ein Lehrbuch für fortgeschrittene Studierende der Politikwissenschaft, Springer Verlag, Wiesbaden 2015, S. 241 - 255
- Hohwieler, E.; Uhlmann, E. (Hrsg.):  
iWePro: Intelligente Kooperation und Vernetzung für die Werkstattfertigung, Broschüre im Eigenverlag, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin 2017
- Holtewert, P; Wiendahl, H.-H.:  
Fertigungs- und Montagesysteme, in: Bauernhansl, T. (Hrsg.): Fabrikbetriebslehre 1: Management in der Produktion, Springer Verlag, Berlin 2020, S. 129 - 164
- Horvatitsch, T.:  
Nun steuern Prozesse statt Personen die Fertigung, in: Produktion - Technik und Wirtschaft für die deutsche Industrie, 2022, Heft 7, S. 24
- Jodlbauer, H.:  
Produktionsoptimierung: Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und Steuerung, Springer Verlag, Wien 2007
- Kaiser, J.; Meister, M.; Herbert, T.; Metternich, J.:  
Entwicklung einer flussorientierten Fertigungssteuerung: für die variantenreiche Fertigung im mittelständischen Anlagenbau, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft12, S. 831 - 834
- Kaiser, R.:  
Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung, Springer Verlag, Wiesbaden 2014

- Kiener, S.; Maier-Scheubeck, N.; Obermaier, R.; Weiß, M.:  
Produktionsmanagement: Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung, 11. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin 2018
- Kletti, J.:  
Die perfekte Produktion, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2011
- Kletti, J.:  
MES: Manufacturing Execution System. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2015
- Klöpper, B.; Vedder, B.; Brüggemann, D.; Dangelmaier, W.:  
Produktionsplanungssoftware: Individuell und kostengünstig durch Generative Programming, in: Productivity Management, 2010, Heft 1, Seite 16 - 18
- Köbernik, G.:  
Moderne Methoden für die Fertigungssteuerung bei Werkstattfertigung, Josef Eul Verlag, Dissertation, Lohmar, Köln 1999
- Liestmann, V.; Kipp, R.:  
Erfolgreiche MES-Projekte, in: IT-Matchmarker, 2022, Heft 2, S. 14 - 18
- Lödding, H.:  
Verfahren der Fertigungssteuerung: Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2016
- Närdermann, C.:  
Kreative Teamworker: Möbelwerft: Bestes Tischlerhandwerk trifft konsequente Digitalisierung, in: BM, 2022, Heft 03, S. 14 -18
- Mayring, P.:  
Qualitative Inhaltsanalyse, in: Mey, G.; Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie, VS Verlag, Heidelberg 2010, S. 601 - 613
- Meier, C.; Schmidt, C.; Runge, S.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Auswahl und Einführung von ERP-/PPS-Systemen, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012, S. 332 - 379
- Meinecke, C.: Ein Lösungsverfahren für die integrierte Planung der Produktion in der Werkstattfertigung und den überbetrieblichen Transport, Dissertation, Universität Bremen, Bremen 2017
- Neumann, K.:  
Produktions- und Operationsmanagement, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2013
- Nyhuis, P.; Rochow, N. E.; Krause, M.; Pischke, D.; Seitz, M.; Kuprat, V.:  
Organisationsform der Produktion, in: Journal of Production Systems and Logistics, 2021, Heft 1, Artikel 13
- Oedekoven, D.; Bauhoff, F.; Kompa, S.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Harmonisierung von ERP-/PPS-Prozessen und Systemen in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.):

- Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012, S. 380 - 424
- Oehrich, M.:  
Wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben: Schritt für Schritt zur Bachelor- und Master-Thesis in den Wirtschaftswissenschaften, 2. Auflage, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden 2019
- Prätsch, J.; Rose, P. M.:  
Besonderheiten empirischer Untersuchungen, in: Rössig, W. E.; Prätsch, J.: Wissenschaftliches Arbeiten: Leitfaden für Haus- und Seminararbeiten, Bachelor- und Masterthesis, Diplom- und Magisterarbeiten, Dissertationen, 8. Auflage, Berlin Druck, Achim 2010, S. 68 - 78
- Productivity Management (Hrsg.):  
Effiziente Kleinserienfertigung, in: Productivity Management, 2009, Heft 4, S. 12
- Roth, S.; Reinhart, G.:  
Risikomanagement in der energieorientierten Produktionsplanung und -steuerung, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 2019, Heft 12, S. 823 - 827
- Schenk, M.; Schürmeyer, M.; Bauhoff, F.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Koordination interner Produktionsnetzwerke, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012, S. 425 - 470
- Schenk, M.; Wirth, S.; Müller, E.:  
Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige und ressourceneffiziente Fabrik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2014
- Schmidt, C.; Bauhoff, F.; Schoth, A.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Reorganisation der PPS, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012, S. 306 – 331
- Schoeneberg, K.-P.:  
Komplexität – Einführung in die Komplexitätsforschung und Herausforderungen für die Praxis, in Schoeneberg, K.-P. (Hrsg.): Komplexitätsmanagement in Unternehmen – Herausforderungen im Umgang mit Dynamik, Unsicherheiten und Komplexität meistern, Springer Verlag, Wiesbaden 2014
- Schütz, M.; Rübken, H.:  
Bachelor- und Masterarbeiten verfassen: Abschlussarbeiten in Organisationen: Essentials, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden 2016
- Schuh, G.; Brandenburg, U.; Cuber, S.:  
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Aufgaben, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012a, S. 29 - 81

- Schuh, G.; Brosze, T.; Brandenburg, U.:  
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Aachener PPS-Modell, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012b S. 11 - 28
- Schuh, G.; Brosze, T.; Meier, C.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Gestaltungsaufgaben in der PPS, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012c, S. 297 - 305
- Schuh, G.; Lödding, H.; Stich, V.:  
High Resolution Production Management, in: Brecher, C.; Klocke, F. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik, 27. Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium, Aachen 2011, S. 61 - 80
- Schuh, G.; Prote, J.-P.; Luckert, M.; Sauermann, F.; Thomas, K.:  
Energieflexible Produktionsplanung und -steuerung, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft 12, S. 857 - 859
- Schuh, G.; Schenk, M.; Quick, J.:  
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Prozessarchitektur, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012d, S. 82 - 108
- Schuh, G.; Schmidt, C.:  
Grundlagen des Produktionsmanagements, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021, S. 1 - 62
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Adema, J.:  
Auftragsmanagement, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021a S. 109 - 151
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Bauhoff, F.:  
Produktionsprogrammplanung, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021b, S. 63 - 108
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Helmig, J.:  
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Prozesse, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012e, S. 109 - 194
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Hering, N.:  
Fremdbezugsplanung und -steuerung, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021c, S. 235 - 280
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Hering, N.:  
Produktionsbedarfsplanung, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021d, S. 151 - 196

- Schuh, G.; Schmitt, R.; Prote, J.-P.; Ellerich, M.; Thomas, K.; Chhor, J.; Sauermann, F.; Funk, F. K.:  
Datenbedarfe für eine energieflexible Produktionsplanung und -steuerung, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2018, Heft 9, S. 550 - 555
- Schuh, G.; Schmidt, C.; Schürmeyer, M.:  
Eigenfertigungsplanung und -steuerung, in: Handbuch Produktion und Management 5: Produktionsmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2021e, S. 197 - 234
- Schuh, G.; Schürmeyer, M.; Hering, M.:  
Grundlagen der Produktionsplanung und -steuerung: Funktionen, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012f, S. 195 - 296
- Schuh, G.; Stich, V.; Hering, N.; Meißner, J.; Reschke, J.:  
Ausblick, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktion am Standort Deutschland: Ergebnisse der Untersuchung, FIR an der RWTH, Aachen 2013a, S. 57 - 60
- Schuh, G.; Stich, V.; Meißner, J.; Reschke, J.; Schnittler, V.:  
Ausgangssituation der Industrie und Ziel der Untersuchung, in: Schuh, G. und Stich, V. (Hrsg.): Produktion am Standort Deutschland: Die Untersuchung im Überblick, FIR an der RWTH, Aachen 2013b, S. 11 - 20
- Schuh, G.; Stich, V.; Runge, S.: Einführung, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012g, S. 3 - 7
- Schuh, G.; Stich, V.; Runge, S.:  
Gestaltung der innerbetrieblichen Produktionsplanung und -steuerung: Zusammenfassung und Ausblick, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012h, S. 473 - 476
- Schuh, G.; Stich, V.; Runge, S.:  
Zusammenfassung und Ausblick, in: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung 2: Evolution der PPS, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2012i, S. 419 - 421
- Schukraft, S.; Veigt, M.; Freitag, M.:  
Adaptive Produktionsplanung und -steuerung: Situationsgerechte Auswahl von PPS-Verfahren in Abhängigkeit der Auftragsituation, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft 3, S. 126 - 128
- Seitz, M.; Härtel, L.; Hübner, M.; Merkel, L.; be Isa, J.; Engehausen, F.; Schmidhuber, M.; Sauermann, F.; Hünneckes, P.:  
PPS-Report 2017/2018: Ergebnisse einer gemeinsamen Studie der produktionstechnischen Institute IFA, IPMT, Fraunhofer IGCV und WZL, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2018, Heft 12, S. 840 - 844

Seitz, M.; Mütze, A.; Nyhuis, P.:

Produktionssteuerung von komplexen Materialflüssen: Berücksichtigung von Wechselwirkungseffekten zur Erreichung einer hohen logistischen Leistungsfähigkeit, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2019, Heft 12, S. 828 - 834

Sinsel, A.:

Das Internet der Dinge in der Produktion: Smart Manufacturing für Anwender und Lösungsanbieter, Springer Verlag, Berlin 2020

Sobottka, T.; Kamhuber, F.; Sihm, W.:

Energieeffizienz mittels optimierender Produktionsplanung und -steuerung, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2017, Heft 9, S. 559 - 562

Stadler, H.; Kilger, C.; Meyr, H.: Supply Chain Management und Advanced Planning: Konzepte, Modelle und Software. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2010

Stalinski, D.; Scholz, D.:

Prozessbegleitende Optimierung in der Produktionssteuerung: Ansatz für die Umsetzung einer praxistauglichen Selbstregelung, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2018, Heft 5, S. 277 - 280

Strübling, J.; Hirschauer, S.; Ayaß, R.; Krähnke, U.; Scheffer, T.:

Gütekriterien qualitativer Sozialforschung: Ein Diskussionsanstoß, in: Zeitschrift für Soziologie, 2018, Heft 2, S. 83 – 100

Technologies GmbH (Hrsg.):

Prozessexzellenz in der Produktion: mit 2020 Insight MES Lösungen, Unternehmensbroschüre von 20-20 Technologies GmbH

Van Brackel, T.:

Adaptive Steuerung flexibler Werkstattfertigungssysteme: Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zur effizienten Produktionssteuerung unter Echtzeitbedingungen, GWV Fachverlage, Wiesbaden 2009

WB Werkstatt + Betrieb (Hrsg.):

MES-System: Flexible Produktionssteuerung, in: WB Werkstatt + Betrieb, 2021, Heft 2, S. 43

Wiendahl, H.-H.:

Auftragsmanagement, in: Bauernhansl, T. (Hrsg.): Fabrikbetriebslehre 1: Management in der Produktion, Springer Verlag, Berlin 2020, S. 193 - 294

Wiendahl, H.-H.: Auftragsmanagement der industriellen Produktion: Grundlagen, Konfiguration, Einführung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2011

Wiendahl, H.-H.; Kluth, A.; Kipp, R.; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Hrsg.); Trovarit AG (Hrsg.):

Aachener Marktspiegel Business Software: MES-Fertigungssteuerung 2021/2022, 8. Auflage, Trovarit AG, Aachen, Stuttgart 2021

Wiendahl, H.-P.:

Betriebsorganisation für Ingenieure, 8. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2014

Wiendahl, H.-P.; Mittendorf, M.:

Anmerkungen zum Gegenstand des Wörterbuches, in: Eversheim, W.; Wiendahl, H.-P.: Wörterbuch der PPS, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2000, S. 1 - 8

Zäpfel, G.:

Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement. 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 2001

### Internet-Quellen

Amberscript Global B.V. (Hrsg.):

Amberscript, 2022, <https://www.amberscript.com/de/> (15.05.2022, 9:30)

Bundesamt für Justiz (Hrsg.):

Gesetz zur Ordnung des Handwerks, 2022, <http://www.gesetze-im-internet.de/hwo/index.html> (13.02.2022, 19:00)

EBSCOhost (Hrsg.):

2022, <https://web.s.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=26&sid=ffca0f80-cf1c-43fb-83b5-3249b69b7292%40redis> (02.02.2022, 18:30)

Feess, E.:

Komplexität, 2018, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/komplexitaet-39259/version-262672> (30.11.2022, 22:00)

Google Scholar (Hrsg.):

2022, <https://scholar.google.com/> (02.02.2022, 17:30)

Handwerkskammer (Hrsg.):

Das Handwerk in Deutschland, 2022, <https://www.handwerkskammer.de/> (13.02.2022, 18:45)

Koch, C.; Trzyna, D.; Lödding, H.; Mehlhart, A.:

Fertigungssteuerung in der variantenreichen Auftragsfertigung: Ein Vorgehen in drei Schritten, 2021, <https://fabriksoftware.info/node/951> (06.01.2022, 12:00)

List-Ebner, M.; List, B.:

Eisberg voraus! Produktionssteuerung: nur etwas für die Großen? BM-Online, 07.07.2019, <https://www.bm-online.de/wissen/unternehmensfuehrung/eisberg-voraus/> (05.01.2022, 15:00)

Meides, P.:

MEIDES Rechtsanwaltsgesellschaft mbH: Was ist der Unterschied zwischen Handwerk und Industriebetrieb? 02.09.2019, <https://www.meides.de/was-ist-der-unterschied-zwischen-handwerk-und-industriebetrieb/> (13.02.2022, 19:30)

Springer Link (Hrsg.):

Startseite, 2022, <https://link.springer.com/?> (02.02.2022, 18:00)

Statistisches Bundesamt (Hrsg.):

Code 53111-0002, Inhalt Handwerkszählung Tischler: Handwerksunternehmen, Tätige

Personen, Umsatz: Deutschland, Jahre, Handwerksarten, Gewerbegruppen und Gewerbebezüge, Beschäftigtengrößenklassen, Filter Tischler, 2020a, [https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabellen&selectionname=53\\*#abreadcrumb](https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabellen&selectionname=53*#abreadcrumb) (13.02.2022, 10:30)

Statistisches Bundesamt (Hrsg.):

Code 52111-0002, Inhalt Handwerksbetriebe: Rechtliche Einheiten (Unternehmensregister-System): Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (Abschnitte), Beschäftigtengrößenklassen, 2020b, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=tables&levelindex=0&levelid=1645953130526&sortdirection=auf&code=52111&kmaauswahl.x=0&kmaauswahl.y=0#abreadcrumb> (13.02.2020, 18:30)

TIB Hannover (Hrsg.):

Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften Universitätsbibliothek, 2022, <https://www.tib.eu/de/> (02.02.2022, 19:00)

VERBI - Software. Consult. Sozialforschung. GmbH (Hrsg.):

MAXQDA, 2022, <https://www.maxqda.de/> (15.05.2022, 9:30)

ZDH (Hrsg.):

Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V., 2022a <https://www.zdh.de/> (13.02.2022, 18:30)

ZDH (Hrsg.):

Zentralverband des deutschen Handwerks e.V. – Die Handwerksordnung, 2022b, <https://www.zdh.de/daten-und-fakten/handwerksordnung/> (13.02.2022, 19:00)

ZDH (Hrsg.):

Zentralverband des deutschen Handwerks e.V. – Gewerbe der Handwerksordnung, Anlage A, 2022c, <https://www.zdh.de/daten-und-fakten/handwerksordnung/gewerbe-der-handwerksordnung-anlage-a/> (13.02.2022, 19:10)

ZDH (Hrsg.):

Zentralverband des deutschen Handwerks e.V. – Gewerbe der Handwerksordnung, Anlage B1 und B2, 2022d, <https://www.zdh.de/daten-und-fakten/handwerksordnung/gewerbe-anlage-b1-und-b2/> (13.02.2022, 19:10)

## Autor:innen



**Yanez Ahlfs** ist seit 2013 bei einer Tischlerei aus dem Bereich Messe- und Ladenbau angestellt und aktuell als Projektleiter Messebau sowie Bereichsleiter Produktion beschäftigt. Zuvor absolvierte er ein duales Studium zum Ingenieur Holztechnik mit integrierter Ausbildung zum Tischler. Anschließend hat er Berufserfahrung als Projektleiter gesammelt. Im Sommer 2022 schloss er das berufsbegleitende Masterstudium „Wirtschaftsingenieurwesen“ an der Wilhelm Büchner Hochschule erfolgreich ab.



**Dr. Nina Golowko** ist seit über 20 Jahren als freiberufliche Dozentin an öffentlichen und privaten Hochschulen und Bildungsträgern tätig. An der Wilhelm Bücher Hochschule unterrichtet sie seit 2000 Mathematik und ein breites betriebswirtschaftliches Spektrum an den Fachbereichen Wirtschaftsingenieurwesen und Technologiemanagement sowie Informatik. Dazu entwickelt sie Blended Learning-Konzepte und virtuelle Veranstaltungen für verschiedene Bildungsträger.

# Überblick über die Bände der Schriftenreihe

- Band 1 / 2022**     **Christoph Sternberg, Ralf Isenmann**  
Untersuchung regionaler Besonderheiten im Individualverkehr bei ausgewählten deutschen Smart-City-Projekten
- Band 2 / 2022**     **Fabian Fries, Manfred Hahn**  
Dynamik von Doppelstern-Systemen
- Band 3 / 2022**     **Stefan Kaden, Ralf Isenmann**  
IT based Framework facilitating Technology Roadmapping striving for Sustainability
- Band 4 / 2022**     **Hannah Seibel, Manfred Hahn**  
Von der Raupe zur Drohne – Leichtbau in Anlehnung an die Natur
- Band 5 / 2022**     **Thomas König, Manfred Hahn**  
Statische Festigkeitsberechnung einer 5-Speichen Fahrradfelge aus Faserverbundkunststoff
- Band 6 / 2022**     **Alrik Selle, Manfred Hahn**  
Ertüchtigung der automatisierten Wetterbeobachtung unter extremen Vereisungen
- Band 7 / 2023**     **Valerie Seitz, Birgit Zimmermann**  
Nachhaltiges Energiekonzept für einen Bauernhaushalt im ländlichen Äthiopien
- Band 8 / 2023**     **Volker Kempf, Helge Nuhn**  
Validation of personality survey instruments using vector space representations of natural language
- Band 9 / 2023**     **Torben Rippe, Klaus Fischer**  
Umweltökonomische Instrumente und Stakeholdermanagement
- Band 10 / 2023**    **Guido Walz**  
Introduction to Extrapolation Algorithms in Numerical Analysis including New Results
- Band 11 / 2024**    **René Kumpf, Rüdiger Breitschwerdt, Helge Nuhn**  
Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle eine Analyse aus der Literatur mit beispielhafter Anwendung der Ergebnisse
- Band 12 / 2024**    **Kurt Becker, Henrik Bruns, Gernot Graebner, Ralf Isenmann**  
Never stop learning – Aktuelle Entwicklung in Unternehmen
- Band 13 / 2024**    **Klaus Fischer, Karsten Glöser, Michael Haag, Ralf Isenmann, Ursula Tischner**  
Transformation gestalten – Wissenschaftsforum 2023
- Band 14 / 2024**    **Yanez Ahlfs, Nina Golowko**  
Konzept zur Komplexitätsbewältigung für die Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsorientierten Werkstattfertigung im Tischlerhandwerk





**wbh**

**WILHELM BÜCHNER  
HOCHSCHULE**

Eine Hochschule der Klett Gruppe

Wilhelm Büchner Hochschule  
Hilpertstraße 31  
64295 Darmstadt

