



Forschungsberichte aus dem  
**wbk** Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Magnus Kandler

## **Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management**

Förderung der Selbstorganisation unter Berücksichtigung der  
Mitarbeiterakzeptanz

Band 284



Forschungsberichte aus dem  
wbk Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer  
Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze  
Prof. Dr. Ing. Frederik Zanger

Magnus Richard Kandler

**Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für  
das Digitale Shopfloor Management  
Förderung der Selbstorganisation unter  
Berücksichtigung der Mitarbeiterakzeptanz**

Band 284



# **Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management**

## **Förderung der Selbstorganisation unter Berücksichtigung der Mitarbeiterakzeptanz**

---

Zur Erlangung des akademischen Grades eines  
**Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)**

bei der KIT-Fakultät für Maschinenbau des  
Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

angenommene  
**Dissertation**

von

Magnus Richard Kandler, M.Sc.  
aus Karlsruhe

---

Tag der mündlichen Prüfung: 17.07.2024  
Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, Diss., 2024

Copyright Shaker Verlag 2025

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

Print-ISBN 978-3-8440-9756-6

PDF-ISBN 978-3-8440-9856-3

ISSN 2944-6430

eISSN 2944-6449

<https://doi.org/10.2370/9783844098563>

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Vorwort des Herausgebers**

Die schnelle und effiziente Umsetzung innovativer Technologien wird vor dem Hintergrund der Globalisierung der Wirtschaft der entscheidende Wirtschaftsfaktor für produzierende Unternehmen. Universitäten können als "Wertschöpfungspartner" einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Industrie leisten, indem sie wissenschaftliche Grundlagen sowie neue Methoden und Technologien erarbeiten und aktiv den Umsetzungsprozess in die praktische Anwendung unterstützen.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieser Schriftenreihe über aktuelle Forschungsergebnisse des Instituts für Produktionstechnik (wbk) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) berichtet. Unsere Forschungsarbeiten beschäftigen sich sowohl mit der Leistungssteigerung von additiven und subtraktiven Fertigungsverfahren, den Produktionsanlagen und der Prozessautomatisierung sowie mit der ganzheitlichen Be- trachtung und Optimierung der Produktionssysteme und -netzwerke. Hierbei werden jeweils technologische wie auch organisatorische Aspekte betrachtet.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Prof. Dr.-Ing. Frederik Zanger



## Vorwort des Verfassers

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza als Hauptreferentin für ihr Vertrauen und ihre fachliche und persönliche Unterstützung während der gesamten Zeit. Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich für die Übernahme des Korreferats und das Interesse an meiner Arbeit sowie Frau Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml für den Prüfungsvorsitz.

Für die gute Atmosphäre am und außerhalb des Instituts danke ich allen Kolleginnen und Kollegen des wbk. Für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanke ich mich vor allem bei Sebastian Behrendt, Marco Wurster, Lukas Weiser, Jan-Philipp Kaiser, Felix Klenk, Sina Peukert und Marvin May sowie zusätzlich für das Korrekturlesen dieser Arbeit bei Patricia Gartner, Michael Martin und Louis Schäfer.

Ebenfalls möchte ich mich bei der Unterstützung und der fachlichen Diskussion mit den Kollegen des PTW Darmstadt bedanken, besonders bei Sebastian Bardy, Yuxi Wang, Joachim Groß und Felix Hoffmann. Besonders bedanken möchte ich mich bei Lukas Longard, der den Kontakt und den Austausch mit dem PTW erst ermöglicht hat, woraus eine enge Freundschaft entstanden ist.

Mein besonderer Dank gilt zudem allen Studierenden, die mit großem Engagement zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben. Namentlich sind hier Lukas Dierolf, Vincent Schröttle, Robin Hengge und Julian Kurtz zu erwähnen. Neben den Studierenden gilt ein besonderer Dank den Praxispartnern Volker Große-Heitmeyer und Christoph Gadinger, ohne die eine Validierung der Inhalte nicht möglich gewesen wäre.

Abschließend möchte ich besonders meinen Eltern Silvia und Karlheinz sowie meinen Freunden Gerold, Verena und Anke für ihre kontinuierliche Unterstützung und ihren steten Rückhalt danken

Karlsruhe, Juli 2024

Magnus Kandler



## **Abstract**

The currently megatrend of individualization combined with digitalization represents a challenge for German industrial companies. As a result, there is an increasing demand for fast and decentralized decisions by employees, directly in production. For such resilient production systems, transparency at all times is a necessary prerequisite. Thanks to digitalization, there is now sufficient data available. The decisive factor now is how this data is used in order to support the decision-making directly in production.

Digital Shopfloor Management is one possibility using this database in a structured manner. With suitable key performance indicators and structured communication processes it creates the transparency required for decentralized and fast decisions. However, companies are faced with the challenge of designing their own Digital Shopfloor Management due to a wide range of design elements. In addition, companies often encounter a low level of acceptance among employees.

This thesis therefore presents a human-centric implementation approach for Digital Shopfloor Management to promote self-organization while considering employee acceptance. First, a modular Digital Shopfloor Management model is developed with regard to the design variety of Digital Shopfloor Management. The model contains DSFM-Elements and describes how they could be implemented. Furthermore an acceptance model was developed to accompany the introduction of Digital Shopfloor Management. This model contains specific acceptance measures for recording and improving acceptance as part of the implementation process. To support the implementation a qualification program is developed to train Shopfloor Management moderators. The developed procedure and the models are applied prototypically with an application company in the automotive industry.

In summary, the approach and models developed make an important contribution to the introduction of Digital Shopfloor Management and can support companies in a practice-oriented manner.

## Kurzfassung

Der derzeit vorherrschende Megatrend der Individualisierung verbunden mit der Digitalisierung stellt eine nicht zu vernachlässigende Herausforderung für deutsche Industrieunternehmen dar. Gefordert werden deswegen zunehmend schnelle Reaktionszeiten und damit dezentrale Entscheidungen von Mitarbeitenden und Führungskräften, auch unmittelbar in der Produktion. Damit solche resilienten Produktionssysteme möglich werden, stellt die Transparenz über den Produktionszustand zu jeder Zeit eine notwendige Voraussetzung dar, wofür es aufgrund der Digitalisierung mittlerweile eine ausreichende Datenverfügbarkeit gibt. Entscheidend ist nun, wie diese Daten genutzt werden, um eine fundierte Entscheidungsbasis für dezentrale und schnelle Reaktionen zu Verfügung zu haben.

Das Digitale Shopfloor Management stellt eine gute Möglichkeit dar, diese Datenbasis strukturiert in Form von Kennzahlen und strukturierten Kommunikationsprozessen zu nutzen, um die für dezentrale Entscheidungen und schnelle Reaktionszeiten notwendige Transparenz herzustellen. Dabei stehen Unternehmen jedoch aufgrund von vielfältigen Gestaltungselementen vor der Herausforderung, das unternehmenseigene Digitale Shopfloor Management sinnvoll und zielführend zu gestalten. Häufig stoßen die Unternehmen dabei zusätzlich auf eine geringe Akzeptanz bei Mitarbeitenden als auch Führungskräften, da das Digitale Shopfloor Management nicht ganzheitlich und menschzentriert eingeführt wurde.

Im Rahmen dieser Arbeit wird deshalb ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management zur Förderung der Selbstorganisation unter Berücksichtigung der Mitarbeitendenakzeptanz präsentiert. Zunächst wird ein modulares Digitales Shopfloor Management Modell entwickelt, welches die Gestaltungsvielfalt des Digitalen Shopfloor Managements berücksichtigt. Das Modell beinhaltet eine Sammlung von Elementen des Digitalen Shopfloor Managements. Ergänzt wird das Digitale Shopfloor Management Modell um ein Akzeptanzmodell, welches gezielt für die Begleitung einer Einführung von Digitalem Shopfloor Management entwickelt wurde. Dieses Modell enthält konkrete Maßnahmen zur Erfassung und Verbesserung der Akzeptanz im Rahmen des Einführungsprozesses. Ein ergänzendes Kompetenzentwicklungsprogramm dient zur Ausbildung von Shopfloor Management Moderatoren. Das entwickelte Vorgehen und die Modelle werden prototypisch mit einem Anwendungsunternehmen der Fahrzeugindustrie angewendet. Ausgehend von den daraus resultierenden Erkenntnissen

Zusammenfassend leistet das entwickelte Vorgehen und die entwickelten Modelle einen wichtigen Beitrag bei der Einführung von Digitalem Shopfloor Management und können Unternehmen praxisorientiert hierbei unterstützen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	I
<b>Abkürzungen</b>	IV
<b>1 Einleitung</b>	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Forschungsmethodik der Arbeit	6
1.4 Aufbau der Arbeit	7
<b>2 Grundlagen</b>	9
2.1 Shopfloor Management	9
2.1.1 Ziele des Shopfloor Management	10
2.1.2 Kernelemente des Shopfloor Management	12
2.1.3 Potentiale der Digitalisierung im Shopfloor Management	24
2.2 Akzeptanz	26
2.2.1 Sozio-technisches Systemverständnis	27
2.2.2 Akzeptanz im sozio-technischen Systemverständnis	29
2.2.3 Organisationsentwicklung und Change Management	31
2.2.4 Phasenmodell nach Lewin – Basis der Change Management Modelle	33
2.2.5 Erweiterungen des Phasenmodells nach Lewin	35
2.3 Mitarbeiterbefragungen	39
2.3.1 Puls-Befragungen	39
2.3.2 Item-Skalen	41
2.4 Reifegradmodelle und Reifegradbewertung	44
<b>3 Stand der Forschung</b>	47
3.1 Kriterien an den Stand der Forschung	47
3.1.1 Digitales Shopfloor Management	47
3.1.2 Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management	48
3.1.3 Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management	49

3.2	Zusammenfassung relevanter Forschungsarbeiten	49
3.2.1	Relevante Arbeiten im Bereich (Digitales) Shopfloor Management	49
3.2.2	Relevante Arbeiten im Bereich Akzeptanz	52
3.2.3	Relevante Arbeiten im Bereich Implementierungsvorgehen	54
3.3	Forschungsdefizit und Forschungsfragen	57
<b>4</b>	<b>Implementierungsvorgehen für ein Digitales Shopfloor Management</b>	<b>62</b>
4.1	Entwicklung eines modularen, Digitalen Shopfloor Management Modell	64
4.1.1	Modulares, Digitales Shopfloor Management Modell	65
4.1.2	Entwicklung des Reifegradmodells	70
4.1.3	Technologische Interdependenzen zwischen Digitalen Shopfloor Management Elementen	72
4.1.4	Unterstützung der Führungsaufgaben mittels den Zieldimensionen des Shopfloor Managements	73
4.1.5	Entwicklung einer Übersicht der Shopfloor Elemente	79
4.2	Akzeptanzmodell für ein Digitales Shopfloor Management	84
4.2.1	Akzeptanzfaktoren des digitalen Shopfloor Management	84
4.2.2	Quantifizierung der Akzeptanz	92
4.2.3	Verknüpfung zwischen Akzeptanzmodell und DSFM-Elementen	95
4.2.4	Akzeptanzmaßnahmen	96
4.2.5	Operationalisierung des Akzeptanzmodells	99
4.3	Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das modulare Digitale Shopfloor Management	102
4.3.1	Reifegrad Assessment zur Ermittlung der DSFM-Reife	103
4.3.2	Situations- und Potentialanalyse	107
4.3.3	Entwicklung der Implementierungsreihenfolge	113
4.3.4	Entwicklung des menschzentrierten Implementierungsvorgehen	124
4.4	Kompetenzmanagement für Digitales Shopfloor Management	128
4.4.1	Kompetenzen im Rahmen des Shopfloor Management	128
4.4.2	Kompetenzentwicklungsprogramm für das digitale Shopfloor Management	134

<b>5 Exemplarische Anwendung des Modells</b>	<b>140</b>
5.1 Anwendung des Akzeptanzmodells	140
5.1.1 Exemplarische Anwendung am Beispiel der Sartorius SE	141
5.1.2 Fazit zum Akzeptanzmodell	146
5.2 Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management	147
5.2.1 Einführung des Anwendungspartners	147
5.2.2 Reifegrad Assessment für das Digitale Shopfloor Management	148
5.2.3 Situation und Potentialanalyse	151
5.2.4 Entwicklung der Implementierungsreihenfolge	153
5.2.5 Entwicklung des menschzentrierten Implementierungsvorgehen	159
5.3 Anwendung des Kompetenzentwicklungsprogramm	161
<b>6 Diskussion und Ausblick</b>	<b>164</b>
6.1 Diskussion und kritische Würdigung	164
6.2 Ausblick	167
<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>170</b>
<b>8 Literaturverzeichnis</b>	I
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	XXIII
<b>Tabellenverzeichnis</b>	XXVIII
<b>Liste eigener Veröffentlichungen</b>	XXIX
<b>Anhang</b>	XXXIII
A.1 Übersicht über DSFM Elemente	XXXIII
A.2 DSFM Interdependenztabelle	LXXVI
A.3 Akzeptanzmaßnahmen	LXXXV
A.4 Itemkataloge der Akzeptanzfaktoren	XCVIII
A.5 Vorstellung der Experten und Ihre Beteiligung	CV
A.6 DSFM Reifegrad-Assessment	CVII

# Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
+QDIP	Kennzahlenkategorien des Shopfloor Managements: + = Safety, Quality, Delivery, Inventories, People (Sicherheit, Qualität, Liefertermin, Bestände, Personen)
AiF	Angewandte Industrie Forschung
BDE	Betriebsdatenerfassung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CM	Change Management
DRM	Design Research Methodology
DSFM	Digitales Shopfloor Management
ERP	Enterprise Ressource Planning
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FTA	Fault Tree Analysis (dt. Fehler-Baum Analyse)
IoT	Internet of Things
KARL	Forschungsprojekt: Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen in der Region Karlsruhe (Förderkennzeichen: 02L19C250)
KI	Künstliche Intelligenz
KPI	Key Performance Indicators (dt. Kennzahlen)
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
ME	Mitarbeiterentwicklung
MES	Manufacturing Execution System
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
PA	Prozessausführung
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PV	Prozessverbesserung
QKLSA	Kennzahlenkategorien des Shopfloor Managements: Qualität, Kosten, Lieferanten, Sicherheit, Arbeitnehmer
RFID	Radio Frequency Identification

RG	Reifegrad
SFM	Shopfloor Management
ShopfloorPulse	Forschungsprojekt: Zielgerichteter Einsatz echtzeitdatenbasierter Kennzahlen im Shopfloormanagement (IGF-Vorhaben 19372)
SMART	Spezifisch, Messbar, Akzeptiert, Realisierbar, Terminierbar
SQCDP	Kennzahlenkategorien des Shopfloor Managements: Safety, Quality, Cost, Delivery, People (Sicherheit, Qualität, Kosten, Lieferanten, Personen)
TCP	Transmission Control Protocol
teamIn	Forschungsprojekt: Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen (Förderkennzeichen: 02L18A140)
UG	Umsetzungsgrad
WSA	Wertstromanalyse

---



# 1 Einleitung

In diesem einleitenden Kapitel werden zunächst zur Motivation die Beweggründe für die Anfertigung dieser Dissertationsschrift anhand von Studien und Berichten aus der Industrie und Forschung dargelegt (Kapitel 1.1). Basierend auf dieser wird die Zielstellung (Kapitel 1.2) formuliert und erläutert welche Forschungsmethodik (Kapitel 1.3) hierbei angewendet wird. Am Ende des Kapitels wird dargelegt, wie die Zielstellung im Rahmen der Dissertationsschrift erarbeitet wird, womit die Gliederungsstruktur (Kapitel 1.4) der vorliegenden Arbeit dargelegt wird.

## 1.1 Motivation

In den vergangenen Jahren prägt die Digitalisierung zunehmend die Produktionssysteme weltweit (Bischoff et al. 2015; Spath et al. 2013). Insbesondere nach der Ankündigung des Markennamens Industrie 4.0 durch die Bundesregierung auf der Hannover Messe 2011 laufen vielfältigste Forschungsaktivitäten weltweit (Liebrecht 2020). Untersucht wird dabei besonders, welche Chancen und Risiken mit der Industrie 4.0 einhergehen und wie Produktionsprozesse mit Hilfe digitaler Technologien weiterentwickelt werden. Die Digitalisierung wird hierbei als eine große Chance als Antwort auf die weiteren Megatrends wie immer kürzere Produktlebenszyklen und damit kürzere Innovationszyklen sowie einer individuellen Massenfertigung gesehen (Lanza et al. 2018a). Ein großer Wettbewerbsfaktor dabei ist, wie schnell und effizient Unternehmen auf eine sich verändernde Nachfragen der Kunden reagieren können (Lanza et al. 2018a). Hierzu bedarf es immer kürzeren Entscheidungsprozessen und kürzeren Planungshorizonten in der kurzfristigen Produktionssteuerung, wodurch Entscheidungen über die Änderung von Produktionsaufträgen oder der Produktionsreihenfolge mittlerweile zunehmen (Lanza et al. 2018a). Besonders kurze Reaktionszeiten ergeben sich durch dezentrale Entscheidungen unmittelbar in der Produktionslinie mit Hilfe des Digitalen Shopfloor Managements (Kandler et al. 2022c; Rauch et al. 2018).

Ein wesentlicher Befähiger hierfür ist die zunehmende **Integration von Sensortechnologien und Traceability-Technologien** zur Generierung von Produktions-, Produkt- und Systemdaten in nahezu Echtzeit (Gartner et al. 2021; Lorenz et al. ). Durch die kostengünstigeren Technologien nutzen mehr kleine und mittelständische Unternehmen Sensorik, um ihre Produktionsprozesse und Produktionssysteme in nahezu Echtzeit überwachen zu können (Gartner et al. 2021). Dieser zunehmende Einsatz von Sen-

sorik und Tracability-Lösungen reduziert wesentlich die notwendige Zeit für die Datenaufnahme und Datenanalyse im Shopfloor Management (Rauch et al. 2018). Hierdurch können aufwandsarm relevante Kennzahlenübersichten erstellt werden, wodurch die Transparenz über die Produktion, auch unternehmensübergreifend, gewährleistet werden kann (Gartner et al. 2021). Durch die gesteigerte Transparenz steigt zusätzlich die Möglichkeit immer mehr Entscheidungen dezentral, also unmittelbar in der Produktion, von Produktionsmitarbeitenden, treffen zu lassen, wodurch sich Wettbewerbsvorteile erzielen lassen (Gartner et al. 2021).

Die Möglichkeit zu **dezentralen Entscheidungen** geht einher mit einer gesteigerten Verantwortung bei Mitarbeitenden. Hierdurch werden insbesondere die demografischen Veränderungen der Gesellschaft berücksichtigt, wobei junge Mitarbeitende und Fachkräfte mehr und mehr Verantwortung im täglichen Arbeiten fordern (Ameln & Wimmer 2016). Gerade aufgrund des steigenden Fachkräftemangels wird es für Unternehmen somit unerlässlich eine interessante und erfüllende Arbeitsatmosphäre zu schaffen, die die Attraktivität für junge Arbeitnehmende steigert (Ameln & Wimmer 2016). Die zunehmende Möglichkeit zu dezentraler Verantwortung sowie neuer Arbeitsformen in der Produktion können hierbei einen wesentlichen Beitrag leisten. Wichtig hierbei ist jedoch, dass diese Entscheidungen auf den Gesamterfolg des Unternehmens einzahlen und nicht nur der ausschließlichen Selbstoptimierung selbstorganisierter Arbeitsteams dienen (Lanza et al. 2022). Hilfestellung bietet hierbei die starke Kundenorientierung, welche sich in den bereitgestellten Kennzahlen zur Entscheidungsunterstützung widerspiegeln sollte. Durch ein gezieltes Digitales Shopfloor Management können diese dezentralen Entscheidungsprozesse unterstützt werden und Mitarbeitende im unternehmerischen Denken und Handeln gefördert werden (Kandler et al. 2021).

Das **Shopfloor Management** ist heute bereits das häufigste Führungssystem in der Produktion und wird zunehmend auch in den indirekten Bereichen wie der Entwicklung, der Logistik und der Qualitätssicherung sowie Instandhaltung eingesetzt (Staufen AG 2019). Den Ursprung hat das Shopfloor Management im Toyota Produktionssystem und ist ein wesentliches Element zur Umsetzung, der mit dem Lean Management verbundenen Philosophie, des KAIZENs (Suzaki 1994). In dieser Unternehmenskultur besprechen die Mitarbeitenden täglich die relevanten Kennzahlen, deren Ziele und leiten bei Abweichungen Sofortmaßnahmen ein, um die Ziele zu erfüllen (Suzaki 1994). Treten weitreichendere Probleme auf, so werden diese entsprechend einer Eskalationskaskade an die nächst-höhere Entscheidungsebene delegiert oder im Rahmen des

Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) nachhaltige Lösungen zur Optimierung der Prozesse ermittelt (Suzaki 1994). Hiermit stellt das Shopfloor Management bereits eine wesentliche Funktion dezentraler Entscheidungen im Sinne der Prozessoptimierung dar (Kandler et al. 2021). Es bietet dabei den Raum für weitere Entscheidungen im Rahmen der kurzfristigen Produktionssteuerung, wie zum Beispiel die Mitarbeitereinsatzplanung, die kurzfristige Produktionsprogrammplanung oder sogar die Resourcen- und Kapazitätsplanung verbunden mit der Anpassung von Produktionsterminen (Kandler et al. 2020).

Neben den Grundprinzipien der Lean Management Philosophie ist das Shopfloor Management von den einzelnen Elementen geprägt, welche als Hilfsmittel zur Umsetzung des Führungssystems dienen (Leyendecker & Pötters 2021). Aus diesem Grund verändert sich mit fortschreitender **Digitalisierung** auch das **Shopfloor Management**. Diese Entwicklung zeigt sich insbesondere in der technologischen Umsetzung der Shopfloor Boards, auf welchen die Kennzahlen, Sofortmaßnahmen, Kontinuierliche Verbesserungsideen sowie andere Informationen visualisiert werden (Meißner et al. 2020). Die klassischen Shopfloor Boards wurden bisher durch analoge Metaplantafeln oder Stellwände dargestellt. Heute werden diese zunehmend von großen digitalen Dashboards abgelöst. Daneben entstehen im Rahmen der Forschung zudem neue technologische Hilfsmittel, die das Shopfloor Management um weitere Elemente erweitern und dabei die Vorbereitung sowie die Durchführung des Shopfloor Managements erleichtern (Lorenz et al. ). Hierzu zählen zum Beispiel der Einsatz von Machine Learning zur automatischen Datenanalyse und -aufbereitung oder auch der Einsatz von Sprachassistenzen zur Dokumentation von Maßnahmen (Longard et al. 2022a; Müller et al. 2022). Häufig bieten neue digitale Shopfloor Management Systeme digitale Workflows für die Zuweisung von Maßnahmen oder die Weiterverarbeitung von kontinuierlichen Verbesserungsprozess-Maßnahmen an (Lorenz et al. ).

Die Digitalisierung trägt zur schnelleren, effizienteren und umfassenderen Datennutzung im Shopfloor Management bei. Darüber hinaus fördert es die horizontale und vertikale Integration im Unternehmen durch eine Vernetzung der einzelnen Shopfloor Management Bereiche über digitale Workflows, interaktive Dashboards und digitale Problemlösungsmanagement Instrumente (Longard et al. 2020). Lorenz identifiziert dabei wesentliche Vorteile in der Weitergabe von Wissen hinsichtlich nutzbarer Verbesserungsmaßnahmen und Prozessstandards (Lorenz et al. ). Im Bereich der erzielten KVP-

Maßnahmen kann eine Verdopplung eingereichter KVP-Maßnahmen durch die Digitalisierung des Shopfloor Management festgestellt werden (Lorenz et al. ). Claussen et al. zeigt in einer durchgeführten Studie, dass sich klare Vorteile und Zeitgewinne durch die Digitalisierung insbesondere bei der Vorbereitung der Shopfloor Management Besprechungen ergeben (Clausen et al. 2020).

Der Prozess der Digitalisierung des Shopfloor Managements geht häufig einher mit dem Wunsch nach einer **gesteigerten Akzeptanz für das Digitale Shopfloor Management**. Bei einer in Dänemark durchgeführten Studie im Jahr 2018 gaben 61 befragte Unternehmen an, dass sie ausschließlich analoges Shopfloor Management nutzen (Clausen et al. 2020). Nur 21 gaben an, dass sie erste Initiativen ergreifen und somit sowohl analoges als auch Digitales Shopfloor Management durchführen. Ausschließlich sieben befragte Unternehmen setzen bereits auf vollständig Digitales Shopfloor Management (Clausen et al. 2020). Brenner zeigt in seinem Buch einen ähnlichen Trend. Vielmehr zeigt er jedoch, dass insbesondere Unternehmen, die bereits mit analogem Shopfloor Management gescheitert sind, die Digitalisierung nutzen möchten, um erneut das Shopfloor Management im Unternehmen zu verankern (Brenner 2019). Dabei sehen sich die Unternehmen jedoch erneut der Schwierigkeit gegenüber, die Mitarbeitenden von den täglichen, circa 15-minütigen, Besprechung auf allen Führungsebenen zu überzeugen. Als Ursache hierfür wird eine nicht zum Unternehmen passende Ausprägung von Shopfloor Management angesehen, da andere Beispiele von Wettbewerbern kopiert oder sich teure Marktlösungen eingekauft wurden, die nicht sinnvoll die eigenen Unternehmensprozesse abbilden können oder wobei die einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Managements falsch eingesetzt werden (Brenner 2019).

## 1.2 Zielsetzung

Zusammenfassend stellen die Megatrends der Individualisierung verbunden mit der Digitalisierung insgesamt eine nicht zu vernachlässigende Herausforderung für deutsche Industrieunternehmen dar. Es werden zunehmend schnelle Reaktionszeiten der Unternehmen und damit auch dezentrale Entscheidungen von Mitarbeitenden und Führungskräften unmittelbar in der Produktion gefordert, um resiliente Produktionssysteme zu ermöglichen. Die Digitalisierung sowie die fortschreitende Implementierung von Traceability-Systemen sorgen dabei für die notwendige Datenverfügbarkeit. Werden diese Daten richtig aufbereitet, verarbeitet und visualisiert stellen diese in Kombination mit

dem Digitalen Shopfloor Management, die für dezentrale Entscheidungen und schnelle Reaktionszeiten notwendige Transparenz dar. Doch gerade bei der Umsetzung und der Digitalisierung des Shopfloor Managements stoßen Unternehmen aufgrund von vielfältigen Gestaltungsweisen und unternehmensindividuellen Bedingungen auf Probleme, welche häufig mit einer geringen Akzeptanz bei sowohl Mitarbeitenden als auch Führungskräften einhergehen. Hierdurch bleiben die Potentiale des Digitalen Shopfloor Management häufig hinter den Erwartungen. Deswegen bedarf es einer Unterstützung der Industrie bei der Einführung, Gestaltung und Digitalisierung des Shopfloor Managements zur Förderung dezentraler Entscheidungen in der Produktion.



Abbildung 1-1: Zielsetzung des Vorhabens

Ziel dieser Arbeit ist entsprechend die Entwicklung eines Vorgehensmodell zur menschzentrierten Implementierung von Digitalem Shopfloor Management zur Förderung dezentraler Entscheidungen in der Produktion. Dieses Vorgehensmodell soll die Vielfalt des Digitalen Shopfloor Management berücksichtigen und Unternehmen eine Hilfestellung bei der Gestaltung ihres individuellen Shopfloor Managements bieten. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit zunächst ein modulares Digitales Shopfloor Management Modell entwickelt, welches Elemente zur individuellen Gestaltung des Digitalen Shopfloor Management beinhaltet und Hinweise für die Umsetzung dieser einzelnen Shopfloor Management Elemente bietet. Zur Unterstützung der Unternehmen wird ein Reifegradmodell entwickelt, welches Unternehmen bei der Identifikation von Potentialen und Handlungsfeldern im Digitalen Shopfloor Management unterstützt und als Ausgangsbasis für unternehmensindividuelle Shopfloor Management Initiativen dient. Dieses Modell muss zudem die Unternehmen bei der Einführung und der Digitalisierung unterstützen und dabei weiterhin den Menschen und die Führungskultur im Fokus behalten, damit eine hohe Akzeptanz bei Mitarbeitenden und somit eine nachhaltige und erfolgreiche Einführung von Shopfloor Management im Unternehmen sichergestellt

wird. Deshalb wird in einem weiteren ergänzenden Schritt ein Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management, bestehend aus Akzeptanzfaktoren, Akzeptanzmaßnahmen und Bewertungssystematik sowie ein Kompetenzentwicklungsprogramm für Mitarbeitende und Führungskräfte entwickelt (vgl. Abbildung 1-1). Durch die Kombination aus modularem Digitalem Shopfloor Management Modell, Akzeptanzmodell und Kompetenzentwicklungsprogramm entsteht in diesem Dissertationsvorhaben ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management, welches auf den nachfolgenden Seiten vorgestellt wird.

### 1.3 Forschungsmethodik der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ordnet sich in die Disziplin des Wirtschaftsingenieurwesens ein, einem Zusammenschluss von Forschungsaktivitäten der Betriebswirtschaftslehre und der Ingenieurwissenschaften. Charakteristisch hierfür ist eine interdisziplinäre, praxisorientierte Problemstellung, welche mit einer theoretisch fundierten Methodik erforscht wird (Schuh & Warschat 2013). Sowohl die Wirtschaftswissenschaften als auch die Ingenieurwissenschaften zählen als angewandte Forschungsdisziplinen zu den Anwendungswissenschaften. Ziel der Anwendungswissenschaften ist die Entwicklung von Entscheidungsmodellen und/oder Entscheidungsprozessen, wie dies auch in dieser Arbeit bezogen auf das Digitale Shopfloor Management zutrifft (Ulrich & Hill 1976).

Für Forschungsaufgaben im Wirtschaftsingenieurwesen empfehlen Schuh und Warschat eine abwechselnde Betrachtung aus praxisorientierter und wissenschaftsorientierter Perspektive (Schuh & Warschat 2013). Zur Umsetzung dieser interdisziplinären Betrachtung eignet sich der Forschungsprozess der *Design Research Methodology* (DRM) als Basis einer angewandten Forschung nach Ulrich et al. (Ulrich et al. 1984).

Dieser Empfehlung schließt sich die vorliegende Arbeit zur Entwicklung eines modularen, Digitalen Shopfloor Management Modells an. Die Arbeit verzahnt somit Praxis und Theorie durch den Einsatz geeigneter Forschungselemente der Induktion und Deduktion und folgt dabei dem Forschungsprozess der *Design Research Methodology* (DRM) (Blessing & Chakrabarti 2009). Im Rahmen der DRM wird zunächst der Forschungsgegenstand möglichst umfassend erschlossen und eine Lösung entwickelt, welche anschließend hinsichtlich Funktion, Zweckerfüllung und Erfolg evaluiert wird (Blessing & Chakrabarti 2009). Die im Rahmen des BMBF-Forschungsprojekt *teamIn – Digitale Führungs- und Teaminteraktion für die Zukunft von Morgen* (Lanza et al. 2022) geäußerte Problemstellung der Anwendungspartner dient dabei als Ausgangspunkt sowie

als Experimentierumgebung im Rahmen der Design Research Methodology. Anschließend wird das entwickelte Modell sowie dessen Vorgehen anhand einer realen Problemstellung eines Herstellers der Fahrzeugindustrie aus Karlsruhe auszugsweise in der Praxis angewendet und evaluiert.

## 1.4 Aufbau der Arbeit

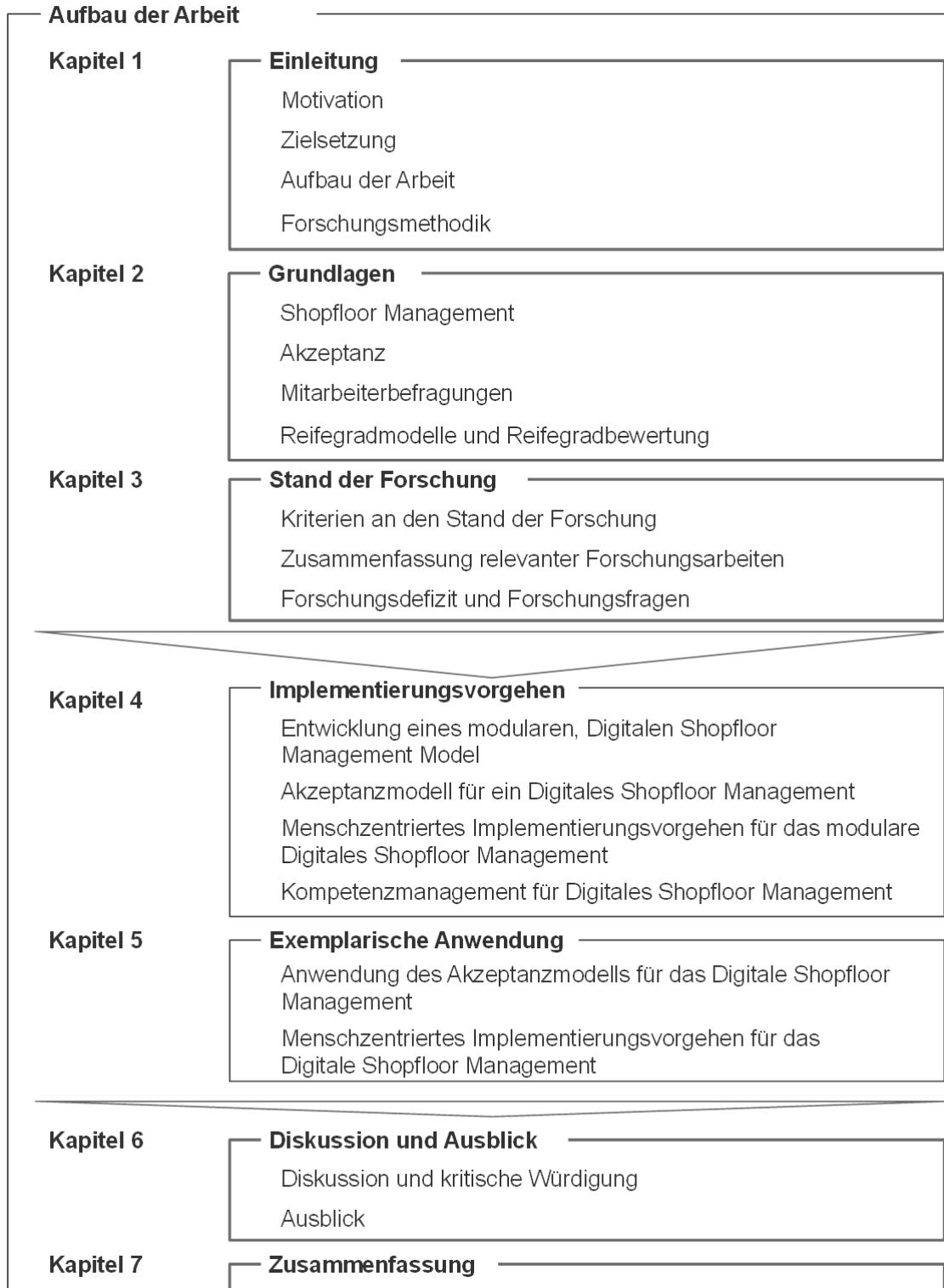
Abbildung 1-2 stellt die Kapitelstruktur dieser Arbeit und deren Verbindung zur Design Research Methodology (DRM) dar. Insgesamt besteht die Arbeit aus sieben Kapiteln, welche sich parallel zum DRM anordnen lassen. Ausgangspunkt bildet Kapitel 1 „Einleitung“, wobei der Forschungsgegenstand des Digitalen Shopfloor Managements aufgezeigt und eine Zielstellung für diese Arbeit formuliert wird. Hieran knüpfen Kapitel 2 „Grundlagen“ sowie Kapitel 3 „Stand der Forschung“ an, wobei beide genutzt werden, um den Forschungsgegenstand des Digitalen Shopfloor Managements sowie der damit verbundenen Akzeptanzmodelle, Kompetenzentwicklung und Implementierungsstrategien entsprechend des DRM zu analysieren.

Der zu entwickelnde Lösungsansatz wird im Rahmen des Kapitel 4 beschrieben, wobei zunächst das hierbei angewandte Vorgehen präsentiert wird. Anschließend werden das zu entwickelnde Modell des Digitalen Shopfloor Management und dessen einzelne Bestandteile vorgestellt (Kapitel 4.1). Hieran knüpft die Entwicklung des begleitenden Akzeptanzmodells (Kapitel 4.2) an. Die Synthese zu einem menschzentrierten Implementierungsvorgehen für die schrittweise Einführung des Digitalen Shopfloor Managements folgt in Kapitel 4.3. Abschließend wird ein Kompetenzentwicklungsprogramm (Kapitel 4.4) vorgestellt, welches die Einführung von Digitalem Shopfloor Management unterstützt. Die Entwicklung erfolgt dabei in einem iterativen Prozess, gemeinsam aus Forschung und Praxis, wobei insbesondere Expertenworkshops und Interviews genutzt werden, um die Ergebnisse der Literaturrecherchen zu detaillieren und mit praxisrelevanten Erfahrungen zu erweitern.

Das entwickelte Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management wird anschließend im Rahmen des Kapitels 5 in der Praxis angewendet. Hierzu wird ein Beratungsprojekt des Autors sowie die Zusammenarbeit mit der Sartorius SE genutzt, um das entwickelte Modell zu validieren.

Die erzielten Ergebnisse aus der Validierung werden im Rahmen von Kapitel 6 zunächst bewertet. Hierdurch können im Rahmen des Ausblicks weiterer Forschungsbe-

darf sowie notwendige Anpassungen der entwickelten Methodik aufgezeigt werden. Abschluss der Arbeit bildet Kapitel 7, in welchem die entwickelte Methodik zusammengefasst wird.



*Abbildung 1-2: Aufbau des Vorhabens*

## 2 Grundlagen

Im Rahmen dieses Kapitels wird zunächst das Shopfloor Management als zunehmend wichtigstes Führungssystem in der Produktion sowie dessen Ziele und Kernelemente vorgestellt (Kapitel 2.1). Da das Shopfloor Management neben technologischen Elementen auch organisatorische Elemente besitzt, stellt die Einführung von Digitalem Shopfloor Management immer einen Organisationentwicklungsprozess dar. Aus diesem Grund ist die Akzeptanz der Mitarbeitenden und Führungskräfte ein entscheidender Erfolgsfaktor bei der Einführung, weswegen zudem wichtige Grundlagen der Akzeptanzforschung (Kapitel 2.2) präsentiert werden. Gerade im Zuge der Akzeptanz stellt die Befragung von Mitarbeitenden eine sinnvolle Möglichkeit für möglichst objektive Aussagen dar, weshalb hierzu wichtige Grundlagen zu der in dieser Arbeit angewendeten Methodik von so genannten Puls-Checks präsentiert werden (Kapitel 2.3). Abgeschlossen wird das Grundlagenkapitel mit einer Einführung in Reifegradmodelle (Kapitel 2.4), welche häufig im Kontext der Digitalisierung Anwendung finden und auch im Rahmen dieses Dissertationsvorhabens angewendet werden.

### 2.1 Shopfloor Management

Beim Shopfloor Management handelt es sich um ein ganzheitliches Führungssystem, dessen Ursprung in der, aus Japan kommenden, Lean Management Philosophie liegt (Müller 2022; Ronniger 2014). Bekanntheit hat das Shopfloor Management durch Kiyoshi Suzuki erhalten, der die Prinzipien des Führungssystems und die zugrundeliegende Unternehmenskultur in mehreren Büchern beschrieben hat und damit das Shopfloor Management, dessen Ziele, Elemente und den zugehörigen Führungsstil bekannt gemacht hat (Suzuki 1994). Mittlerweile findet es zunehmend in indirekten Bereichen, wie der Entwicklung, dem Vertrieb und anderen, produktionsfremden, Bereichen Anwendung (Staufen AG 2019). Langfristig kann somit die Umsetzung eines ganzheitlichen Produktionssystems gefördert werden. Zusätzlich die Selbstorganisation und Autonomie einzelner Produktionseinheiten im Unternehmen, wobei deren Entscheidungen sich an der Strategie und Vision des Gesamtunternehmens orientieren (Kandler et al. 2020).

Das Shopfloor Management stellt damit ein ganzheitliches Führungssystem auf allen Unternehmensebenen dar und fördert damit wichtige verschiedene Ziele. Diese Zielstellungen werden zunächst in Kapitel 2.1.1 vorgestellt und erläutert. Dabei wird zudem

erwähnt, welchen Einfluss diese auf den Unternehmenserfolg sowie die Mitarbeitenden einer Organisation besitzen.

Zur Erfüllung dieser verschiedenen Ziele tragen unterschiedliche Kernelemente innerhalb des Shopfloor Managements bei. Diese Kernelemente und deren verschiedene Charakteristika werden in Kapitel 2.1.2 detailliert dargelegt. Für jedes Kernelement wird erläutert, welche wesentlichen Aufgaben das Kernelement innerhalb des Führungssystems erfüllt und wie die Kernelemente hierzu gestaltet werden können.

Aufgrund der vielfältigen Technologien, welche im Shopfloor Management genutzt werden, fördert die Digitalisierung die Weiterentwicklung des Führungssystems. Das Kapitel 2.1.3 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Potentiale der Digitalisierung des Shopfloor Managements.

## 2.1.1 Ziele des Shopfloor Management

Die nachfolgende Abbildung 2-1 zeigt die verschiedenen Zielsetzungen des Führungssystems Shopfloor Management, welche vielfältig sind (Müller 2022). Im nachfolgenden Verlauf des Kapitels werden die einzelnen Ziele erläutert.



Abbildung 2-1: Ziele des Shopfloor Managements

Zunächst einmal vermittelt das Shopfloor Management den Mitarbeitenden die notwendige **Transparenz** über die Prozesse in deren Verantwortungsbereich aber auch über die wichtigen Kennzahlen der Abteilung und des gesamten Unternehmens (Peters 2009). Neben den Zielen wird somit durch die Datenbasis aufgezeigt, welche Leistung die Produktion erbringt und wie diese zur Zielerfüllung des Unternehmens beitragen.

Richtig ausgeführt ist das Shopfloor Management damit ein essentieller Bestandteil zur Kommunikation der Unternehmensvision und Unternehmensstrategie an die Mitarbeitenden, aber auch zur Kontrolle der Leistungsfähigkeit einer Produktion. Dabei werden die Unternehmensziele hierfür mittels des Hoshin Kanri Management (Zielentwicklungsprozess) bis auf die Prozessebene heruntergebrochen und damit auf den jeweils entsprechenden Hierarchieebenen geeignete Kennzahlen zu Verfügung gestellt (Peters 2009).

Die Herleitung der passenden Kennzahlen mit Hilfe des Hoshin-Kanri berücksichtigt dabei auch die **Kundenorientierung** innerhalb der Produktion, womit die **Kundenzufriedenheit** langfristig gesteigert wird. Hierdurch wird die Integration von internen und externen Kunden-Lieferanten-Beziehungen in der Produktion, durch geeignete Kennzahlen, ermöglicht. Es gelingt damit die Isolation der Produktion, beziehungsweise einzelner Produktionsbereiche, aufzubrechen. Damit kann den Mitarbeitenden in der Produktion aufgezeigt werden, dass ein Inseldenken nicht im Sinne des Gesamtunternehmens ist (Peters 2009), wodurch sichergestellt wird, dass alle Mitarbeitenden im Unternehmen ihre Tätigkeit letztendlich auf den Kunden ausrichten und damit die Kundenzufriedenheit langfristig steigt (Suzaki 1994).

Mittels der Kennzahlen und der täglichen Shopfloor Meetings wird die tägliche Zielerreichung und -abweichung besprochen, um somit die kurzfristige Produktionssteuerung zu realisieren. Im Falle von Zielabweichungen werden Gegenmaßnahmen eingeleitet, um möglichst die Zielerreichung der Produktion sicherzustellen. Damit trägt das Shopfloor Management zur **Resilienz** von Unternehmen bei, indem kurzfristige Störungen erkannt und direkt behoben werden. Neben der kurzfristigen Reaktion auf Störungen fördert das Shopfloor Management die **Leistungssteigerung** eines Unternehmens, indem Probleme und Verbesserungspotentiale innerhalb der Prozessabläufe identifiziert werden. Damit ist das Shopfloor Management eine wichtige Basis für die kontinuierliche Prozessverbesserung sowie die Sicherung des langfristigen Produktionserfolgs.

Bezogen auf die langfristige Unternehmensperspektive fördert das Shopfloor Management die **Selbstorganisation** der Produktion hinsichtlich kurzfristig eintretender Störungen und dem Umgang mit kurzfristigen Abweichungen. Durch das Prinzip der Kundenorientierung wird sichergestellt, dass alle Entscheidungen der Produktionseinheiten möglichst dem Gesamterfolg des Unternehmens und damit der Kundenzufriedenheit dienen. Insbesondere wird es durch die Transparenz möglich, dass Mitarbeitende der

Produktion eigenständig die Auftragsfeinterminierung, die Mitarbeitereinsatzplanung, die Maschineneinsatzplanung und die Priorisierung von Aufträgen vornehmen. Neben der kurzfristigen Produktionssteuerung kann der kontinuierliche Verbesserungsprozess ebenfalls dezentral gesteuert werden (Lorenz et al. ). Das Shopfloor Management ist entsprechend ein wichtiger Erfolgsfaktor einer funktionierenden KAIZEN-Kultur im Unternehmen (Suzaki 1994), indem es bei Mitarbeitenden die Problemlösekompetenz fördert und damit die Generierung neuer Verbesserungsideen vorantreibt (Peters 2009).

Durch mehr Verantwortung aufgrund der zunehmenden Selbstorganisation steigt die **Motivation der Mitarbeitenden**. Durch die Wahl der richtigen Kennzahlen je Shopfloor Bereich und Ebene erkennen die Mitarbeitenden darüber hinaus ihren individuellen Beitrag zum Gesamterfolg des Unternehmens, wodurch ebenfalls die Motivation gefördert werden kann.

Zusammenfassend kann Shopfloor Management damit den Gesamterfolg eines Unternehmens positiv beeinflussen indem es die Produktivität erhöht, einen sparsamen Ressourceneinsatz fördert und sowohl die Kundenzufriedenheit erhöht als auch die Produktionskosten reduziert sowie die Prozessoptimierung fördert (Bardy et al. 2022). Unterstützt wird dies durch die Sensibilisierung von Mitarbeitenden auf die sieben Verschwendungsarten, welche sich in den besprochenen Kennzahlen in den Shopfloor Bereichen wiederfinden (Suzaki 1994). Zusätzlich unterstützt das Führungssystem die Führungskräfte bei der Wahrnehmung der Führungsaufgaben, indem das Shopfloor Management eine tägliche Routine zur Information, Delegation, Kontrolle, Motivation, Entwicklung, Steuerung und Planung bereitstellt. Das Shopfloor Management sorgt darüber hinaus für eine hohe Präsenz der Führungskräfte in der Produktion (Conrad et al. 2019). Durch einen entsprechenden Führungsstil, insbesondere im Kommunikationsverhalten, kann damit das Vertrauen zwischen Mitarbeitenden und deren Führungskräften gestärkt werden und hierdurch die Selbstorganisation wesentlich gesteigert werden (Kandler et al. 2020). Unterstützt und realisiert werden die Ziele durch die Kombination der wesentlichen Kernelemente im Shopfloor Management, welche innerhalb der Shopfloor Management Besprechung einer festen Agenda folgen (Dahm & Brückner 2017).

## 2.1.2 Kernelemente des Shopfloor Management

Bei der Durchführung des Shopfloor Managements, zur Erfüllung der im vorausgehen- den Kapitel vorgestellten Zielstellung, werden in den standardisierten Besprechungen

die einzelnen Kernelemente des Shopfloor Managements wahrgenommen (Leyendecker & Pötters 2021). Die Kernelemente (vgl. Abbildung 2-2), sind: Kennzahlen und Ziele, Visuelles Management, Abweichungsmanagement, Problemlösungs- und Verbesserungsmanagement, Führen am Ort der Wertschöpfung sowie die standardisierte Kommunikation und die Shopfloor Kaskade (Hertle et al. 2017).

Jedes der Kernelemente wird in den nachfolgenden Unterkapiteln vorgestellt. Hierzu wird zunächst jeweils erläutert, was das Kernelement ist und welche Methoden hierfür eingesetzt werden können. Zusätzlich werden die Anforderungen des jeweiligen Kernelements an die Umsetzung dargelegt und erläutert, welcher Effekt hierdurch bezogen auf die Zusammenarbeit von Produktionsteams und dessen Erfolg erzielt wird.

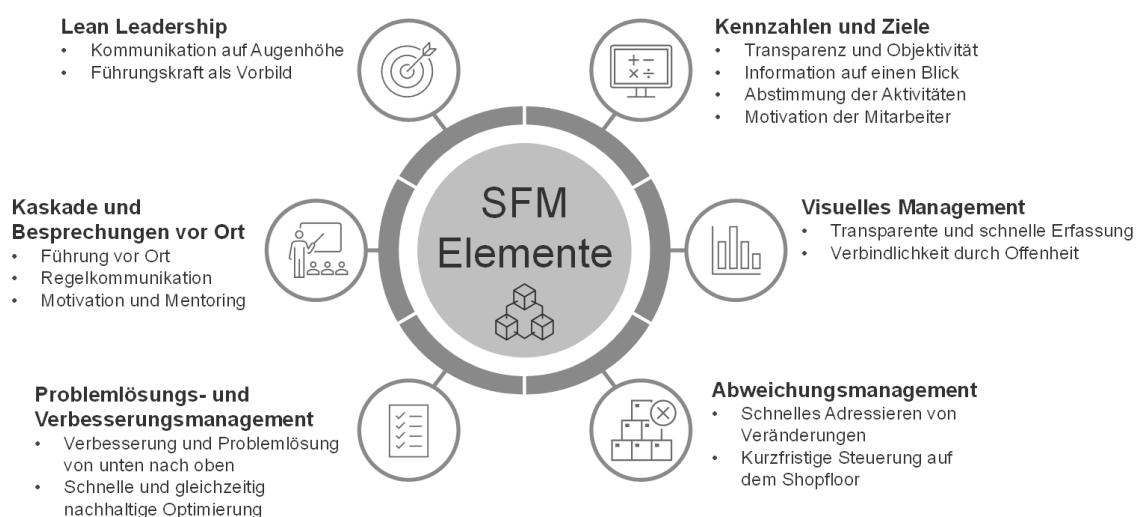


Abbildung 2-2: Elemente des Shopfloor Managements

### 2.1.2.1 Kennzahlen und Ziele

Ausgangspunkt und zentraler Gesprächsinhalt der Shopfloor Besprechungen sind Kennzahlen. Damit diese Kennzahlen sinnvoll genutzt werden können und eine zahlen- und faktenbasierte Kommunikation möglich wird, muss jede einzelne Kennzahl mit realistischen und sinnvollen Zielen verknüpft sein (Diez et al. 2015). Gemeinsam ermöglichen Kennzahlen und ihre zugehörigen Ziele die Kontrolle über die wertschöpfenden, als auch nicht wertschöpfenden Prozesse, und damit die Kontrolle über die Zielerreichung des Gesamtunternehmens (Bertagnolli 2022). Darüber hinaus ermöglichen bereichsspezifische Kennzahlen, die Steuerung der Produktion und der daran anknüpfen-

den Bereiche wie Instandhaltung, Logistik, Vertrieb, Einkauf, Forschung und Entwicklung sowie Qualitätsmanagement (Stricker 2016). Hierdurch wird somit die Basis für die Selbstorganisation der einzelnen Shopfloor-Bereiche, den Produktionsteams, möglich. Nach Brunner sind die Kennzahlen und zugehörigen Ziele zudem unerlässlich für den mitarbeitergetriebenen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (Brunner 2011).

Die Individualität des Shopfloor Managements zeigt sich an den, von den Unternehmen gewählten, dargestellten Kennzahlen. Dabei werden gleiche Kennzahlen unterschiedlich betitelt oder sogar unterschiedlich berechnet. Es ist deshalb wichtig, dass innerhalb eines Unternehmens einheitliche Definitionen und Berechnungslogiken existieren, damit es nicht zu Missverständnissen und Verwirrungen bei den Mitarbeitenden und Führungskräften kommt (Fischer et al. 2014). Durch eine einheitliche und standardisierte Erfassung von Kennzahlen, welche sowohl Mitarbeitenden als auch Führungskräften bekannt ist, kann die Akzeptanz von Shopfloor Management wesentlich steigen (Kandler et al. 2022a). Die Shopfloor Management Moderatoren, in der Regel die Führungskräfte und Teamleitenden, sollten in der Lage sein, die genutzten Kennzahlen zu erklären, womit ebenfalls die Akzeptanz und Glaubwürdigkeit der gezeigten Daten steigt (Fischer et al. 2014).

Welche Kennzahlen erfasst und visualisiert werden, hängt von der vorhandenen Datenbasis in einem Unternehmen ab. Grundsätzlich gilt dabei, dass Kennzahlen nur so aussagekräftig sind, wie die zugrundeliegenden Daten (Gartner et al. 2021). Einzelne Kennzahlen können zusätzlich zu weiteren Kennzahlen aggregiert werden oder zu anderen Kennzahlen verrechnet werden (Diez et al. 2015). Hierdurch entstehen Kennzahlenbäume, die die Abhängigkeiten zwischen Kennzahlen und Unternehmenszielen verdeutlichen, wodurch Zielkonflikte und Zielharmonien dargestellt werden können. Durch moderne Visualisierungsinstrumente können diese Kennzahlenbäume sowie die aggregierten Kennzahlen in Form interaktiver Dashboards visualisiert werden (Meißner et al. 2020).

Häufig sorgt die Kennzahlenfülle zu Herausforderungen bei der Einführung von Shopfloor Management. Hierfür können Kennzahlenkataloge nützlich sein, welche die einzelnen Kennzahlen und deren Erfassung beschreiben. Über die Zeit sind Kennzahlensetards entstanden, die Kennzahlen gleicher Art zusammenfassen und damit für eine Übersichtlichkeit auf den Shopfloor Boards sorgen. Zu den bekanntesten Standards zählen SQCDP, SQKLT und +QDIP (Protzman & Whiton 2018). Die einzelnen

Buchstaben stehen dabei für eine Kategorie ähnlicher Kennzahlen, welche im gleichen Bereich der Shopfloor Boards visualisiert werden.

SQCDP ist der bekannteste Standard, welche von vielen Beratungen im Bereich des Shopfloor Managements und Lean Managements als Grundlage genommen wird. Die Buchstaben in SQCDP stehen für die englischen Begriffe: Safety, Quality, Cost, Delivery und People. Die Kategorie Sicherheit fasst Kennzahlen wie Arbeitsunfälle oder Beinnahunfälle zusammen. Innerhalb der Kategorie Qualität werden Qualitätskennzahlen wie zum Beispiel Ausschussraten und Fehlertoleranzen zusammengefasst. Die Kategorie C umfasst Kostenkennzahlen wie Materialkosten aber auch die Produktivität. Unter die Kategorie Delivery fallen Kennzahlen wie Liefertermintreue oder Lieferverzug. Innerhalb der letzten Kategorie People werden mitarbeiterbezogene Kennzahlen wie die Mitarbeiterzufriedenheit, der Krankenstand oder die Weiterbildungsquote summiert (Helming et al. 2019). Der Standard SQKLT ist die deutsche Übersetzung für SQCDP, wobei die Buchstaben für Sicherheit, Qualität, Kosten, Liefertreue und Team stehen. Ein leicht abweichender Kennzahlenstandard stellt +QDIP dar. Das „+“ ist eine Metapher für das „rote Kreuz“ und stellt damit die Anzahl unfallfreier Tage innerhalb eines Monats übersichtlich dar. Tritt ein Arbeitsunfall auf, wird das Quadrat, welches den entsprechenden Arbeitstag symbolisiert, rot ausgemalt. Entsprechend ist es in den allermeisten Fällen das Ziel ein vollständig grünes Kreuz am Ende des Monats zu erhalten. Die Buchstaben QDIP sind ähnlich definiert, wie in den anderen Standards. Unter Q werden Qualitätskennzahlen zusammengefasst. D repräsentiert ebenfalls Kennzahlen im Zusammenhang mit Lieferterminen. I hingegen ist neu und steht für Inventories – Beständen, womit gezielt Zwischenpuffer und Langerbestände dargestellt werden. P fasst wiederum Kennzahlen mit Bezug zu Mitarbeitenden zusammen.

Welcher dieser Kennzahlenstandards Anwendung findet, hängt vom Unternehmen und dessen Bedürfnissen ab. Entsprechend gilt auch hier der Grundsatz, dass in einem Unternehmen bzw. Unternehmensverbund ein einheitlicher Standard verwendet werden sollte, um einen gleichen Aufbau der Shopfloor Boards über die Shopfloor Management Kaskade zu ermöglichen. Damit wird eine hohe Akzeptanz sichergestellt und das Shopfloor Board erhält einen Wiedererkennungscharakter für Mitarbeitende.

Ähnlich verhält es sich mit den Zielen für die einzelnen Kennzahlen. Idealerweise werden diese entsprechend des Zielentwicklungsprozesses (Hoshin Kanri Prozess) aus der Unternehmensvision abgeleitet. Hierzu werden über die Unternehmensziele, die Abteilungsziele und Bereichsziele abgeleitet und diese anschließend in konkrete Ziele

für den jeweiligen Shopfloor Bereich überführt (Suzaki 1994). Hierbei gilt es die Ziele SMART, also Spezifisch, Messbar, Akzeptiert, Realistisch und Terminierbar zu definieren, wodurch eine gute Akzeptanz sichergestellt werden kann (Grundnig & Meitinger 2013). Ziele, welche kaum zu erreichen sind, können hingegen demotivieren, während zu einfache Ziele, Probleme in der Produktion verdecken können (Grundnig & Meitinger 2013). Grundsätzlich gilt es sowohl bei den Kennzahlen als auch den zugehörigen Zielen sicherzustellen, dass die Mitarbeitenden verstehen, wie sie diese beeinflussen können, damit die Idee von selbstgesteuerten Teams und mitarbeitergetragenem KVP realisiert werden kann.

### **2.1.2.2 Visuelles Management**

Zentraler Ort sämtlicher Visualisierungen, Ankündigungen und Informationen einzelner Shopfloor Management Inhalte im Rahmen des Visuellen Managements stellt das Shopfloor Board dar (Fast-Berglund et al. 2016). Analoge Whiteboards oder heute häufig digitale Bildschirme stehen üblicherweise an definierten Plätzen, unmittelbar auf dem Shopfloor der Produktion (Fast-Berglund et al. 2016). Ausnahme bilden Produktionsbereiche, in denen sehr laute Produktions- oder Fertigungsprozesse stattfinden, oder solche Produktionsbereiche, die unter Schutzatmosphäre (wie z.B. Lackierereien, oder chemische Produktionsstraßen) stattfinden müssen. Doch auch in solchen Bereichen wird versucht, die Shopfloor Boards und Besprechungsbereiche möglichst nah an den Produktionsprozessen anzurordnen. Hiermit wird automatisch das mit dem Visuellen Management eng verbundene „Führen am Ort der Wertschöpfung“ in der Praxis realisiert, wodurch die Führungskräfte automatisch in der Produktion Präsenz zeigen (Bertagnolli 2022).

Durch die Produktionsnähe der Shopfloor Boards sind diese von allen Mitarbeitenden dauerhaft einsehbar sowie auch von Leiharbeitern und Besuchern, wie zum Beispiel Kunden und Lieferanten (Suzaki 1994). Häufig wird über diese Offenheit kritisch diskutiert, jedoch ist die Idee dieser offenen Shopfloor Bereiche, dass sich möglichst alle Personen mit wenigen Blicken einen Überblick über die relevanten Informationen des Produktionsbereichs und damit auch des Unternehmens beschaffen können (Suzaki 1994). Durch die offene Darstellungsweise, fallen schlecht gepflegte Shopfloor Boards schnell auf, wodurch ein Anreiz zur täglichen und regelmäßigen Aktualisierung der Boards geschaffen wird (Suzaki 1994). Gleichzeitig sorgen die standardisierten Shopfloor Boards für eine hohe Transparenz, wodurch es neuen Mitarbeitenden oder

Zeitarbeitenden möglich wird, Entscheidungen im Sinne des Gesamtunternehmens zu treffen (Suzaki 1994). In der Realität braucht es hierfür natürlich die entsprechende Firmenkultur und die Verantwortungsbereitschaft der Mitarbeitenden zu dezentralen Entscheidungen, wozu das Visuelle Management ein wesentlicher Befähiger ist (Suzaki 1994).

Durch die Digitalisierung kann die Transparenz und Übersichtlichkeit, zum Beispiel mit sich abwechselnden Kennzahlen oder Signalampeln, unterstützt werden (Clausen et al. 2020). Entsprechend kann mit Andons (einfach verständlichen Signalen) gearbeitet werden. Dabei können zum Beispiel Kennzahlen rot hervorgehoben werden, wenn diese nicht die Ziele erfüllen. Hierdurch wird allen Mitarbeitenden und Führungskräften schnell visualisiert, dass in bestimmten Produktionsbereichen derzeit Störungen bestehen, welche die Erreichung der Produktionsziele und damit der Unternehmensziele verhindern (Clausen et al. 2020).

Die Gestaltung der Shopfloor Boards strebt zusätzlich neben einer einheitlichen Gestaltung in der Produktion auch eine weitgehend einheitliche Gestaltung über die Ebenen des Shopfloor Managements, also den Hierarchiestufen, an. Hiermit ist gemeint, dass die Kategorien der Kennzahlen und die Kennzahlen selbst, weitgehend von Hierarchieebene zu Hierarchieebene identisch sind, jedoch die Kennzahlen dabei von Ebene zu Ebene aggregiert werden. So wird auf unterster Ebene z.B. die Produktivität einer einzelnen Montagelinie betrachtet und auf Management-Ebene hingegen die Produktivität des gesamten Unternehmens visualisiert. Wichtigstes Design-Element bei den Shopfloor Boards ist eine übersichtliche Darstellung der Inhalte, sodass die Informationen auf einen Blick erfasst werden können (Kandler et al. 2022a). Häufig wird dabei auch mit Andons, also Farb- und Signallogiken gearbeitet, um wichtige Informationen direkt hervorzuheben (Kandler et al. 2022a).

Das Visuelle Management stellt damit die Basis für die Transparenz in Unternehmen dar. Mittels geeigneter Kennzahlen können Mitarbeitende ihren individuellen Beitrag zum Unternehmenserfolg erfassen, wodurch die Arbeitsmotivation und -zufriedenheit in aller Regel steigt. Gleichzeitig zeigt dies Herausforderungen des Unternehmens auf, wodurch die Problemlösekompetenz der Mitarbeitenden gefördert werden kann und damit langfristig Optimierungspotentiale in den Wertschöpfungsprozessen realisiert werden (Suzaki 1994). Damit unterstützt es den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Unternehmen und dient gleichzeitig als essentieller Befähiger für die Umsetzung dezentraler Entscheidungen in der Produktion.

### **2.1.2.3 Abweichungsmanagement**

Ziel des Abweichungsmanagements ist es die Produktion entsprechend der Unternehmensziele kurzfristig zu steuern und hierbei möglichst schnell Entscheidungen zu treffen (Müller 2022). Sobald eine Abweichung im Rahmen der Shopfloor Management Besprechungen identifiziert wird, sollte entsprechend der Zielstellung unmittelbar eine Sofortmaßnahme ergriffen werden, um damit entweder eine Produktionsstörung zu vermeiden oder im besten Fall die Kennzahl wieder in den „grünen“ Bereich zu überführen (Peters 2009).

Durch die ausgeprägten und weitgehend selbsterklärenden Visualisierungen von Kennzahlen und deren Zielen sind Abweichungen der tagesaktuellen Kennzahlen weitgehend intuitiv zu erkennen. In den täglichen Shopfloor Management Besprechungen werden die Kennzahlen betrachtet, wobei häufig auch nur die Kennzahlen im Fokus stehen, bei denen Abweichungen erkennbar sind. Hierbei werden häufig Ampelskalen verwendet, wobei rot für eine dringende oder besonders gravierende Abweichung einer Kennzahl von ihrem Zielwert steht, gelb hingegen bedeutet eine Abweichung, welche noch kein unmittelbares Eingreifen verlangt, jedoch trotzdem im Blick gehalten werden muss (Conrad et al. 2019). Grün bedeutet entsprechend, dass die Kennzahl die Zielvorgaben erfüllt und somit kein Eingreifen notwendig ist.

### **2.1.2.4 Problemlösungs- und Verbesserungsmanagement**

Strategisch wichtigstes Ziel des Shopfloor Managements ist die Umsetzung der Selbstorganisation in der Produktion, wozu insbesondere die selbstständige Lösung von Problemen sowie die Realisierung hieraus abgeleiteter Verbesserungsmaßnahmen im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) gehört (Bertagnolli 2022). Ziel der Lean Management Philosophie ist es, dass Mitarbeitende in der Produktion aufgrund der Kennzahlenverläufe und deren Besprechung im Rahmen der Shopfloor Meetings eigenständig Probleme identifizieren und gleichzeitig darin geschult werden, passende Lösungen zu entwickeln und diese auch umzusetzen (Rother 2009; Womack & Jones 2002).

Im Problemlösungsmanagement werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die dazu dienen, Probleme zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Ursachen zu analysieren. Sind die Problemursachen bekannt, können diese anschließend nachhaltig mit geeigneten Verbesserungsmaßnahmen gelöst werden. Ausgangsbasis für die Problemlösung sind

immer Kennzahlen, deren Verläufe vom Soll abweichen, womit das im vorangegangenen Unterkapitel beschriebene Abweichungsmanagement eine Voraussetzung darstellt (Lanza et al. 2018b).

Bei einem identifizierten Problem, muss der Moderator des Shopfloor Meetings entscheiden, ob dieses unmittelbar gelöst werden kann, oder ob es sich hierbei um ein Problem handelt, welches nachgelagert oder auf einer höheren Shopfloor Ebene besprochen werden muss (Lanza et al. 2018b). Bei vermeintlich einfachen Problemen kann beispielsweise mittels der 5-Warum-Methode die Ursache identifiziert werden und unmittelbar eine Verbesserungsmaßnahme, in Form einer Sofortmaßnahme, definiert werden. In der nachfolgenden Besprechung wird dann überprüft, ob die Maßnahme erfolgreich war und als neuer Standard gesetzt wird oder ob eine neue Lösungen gefunden werden muss (Lanza et al. 2018b).

Häufig sind die Probleme nicht so trivial, dass unmittelbar geeignete Verbesserungsmaßnahmen gefunden werden können. In diesen Fällen sowie im Fall von Verbesserungsvorschlägen einzelner Mitarbeiter werden häufig KVP-Karten genutzt, auf denen das Problem und ein Verbesserungsvorschlag beschrieben werden (Kostka & Kostka 2013). Die Karten werden anschließend Personen oder kleinen Projektteams zugewiesen, die sich eigenständig um das darauf dokumentierte Problem kümmern (Kostka & Kostka 2013). In Zeiten geringerer Auftragslast finden sich die Teams üblicherweise zusammen und analysieren selbstständig die möglichen Ursachen der Probleme mit Hilfe von Analysemethoden wie Ishikawa-Diagrammen, FMEA oder Fehler-Baum-Analyse (Bertagnolli 2022). Anschließend werden Verbesserungsideen generiert und ebenfalls auf den KVP-Karten festgehalten. Hiermit dienen die Karten auch zur Dokumentation und als Hilfsmittel, um die aufgetretenen Probleme sowie eingereichten Verbesserungsideen regelmäßig in den Shopfloor Meetings zu besprechen und im Zweifel neu zu priorisieren (Conrad et al. 2019). Für eine hohe Transparenz über die Anzahl und den Status der Problembehebung und Umsetzung der Verbesserungsideen beinhalten Shopfloor Boards häufig auch ein KVP-Board (Conrad et al. 2019).

Durch das Problemlösungsmanagement und das Verbesserungsmanagement wird somit ein Raum für dezentrale Prozessoptimierung in den selbstorganisierten Produktionsteams geschaffen, wobei die täglichen Shopfloor Besprechungen und das KVP-Board als sinnvolles Hilfsmittel zur Überprüfung der Lebendigkeit des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses dienen (Kandler et al. 2021).

### 2.1.2.5 Shopfloor Management Kaskade und Besprechung

Das Shopfloor Management leitet sich von dem japanischen „Gemba Genbutsu“ ab, was sinngemäß „Führung am Ort der Wertschöpfung und an der Quelle der Informationen“ über Prozesse und Arbeitsinhalte bedeutet (Imai 2007). Aus diesem Grund finden die meisten Shopfloor Management Besprechungen unmittelbar in der Produktion auf dem Hallenboden statt (Classen et al. 2016). Eine Ausnahme hiervon wird in der Regel nur für die Besprechungen auf Managementlevel, sowie bei Produktionen mit hoher Geräuschkulisse gemacht.

Die Shopfloor Besprechungen sind ebenfalls standardisiert in ihrem Aufbau, ihren Inhalten und ihrem zeitlichen Umfang. Üblicherweise dauern die Besprechungen idealerweise zwischen 15 und 20 Minuten. Besprechungen die länger dauern, entsprechen in der Regel nicht mehr der Vision einer Shopfloor Runde und beinhalten häufig ineffiziente Gesprächselemente, deren Inhalt meistens nicht mehr für die gesamte Shopfloor Runde interessant und wertstiftend ist. Ausnahme hiervon bilden Shopfloor Besprechungen auf höheren Managementebenen, wobei die Entscheidungen schwieriger zu treffen sind oder mehrere Interessen der betroffenen Shopfloor Bereiche gegeneinander abgewogen werden müssen. Jedoch streben auch hier viele Unternehmen die Limitation der Besprechungen auf maximal 30 Minuten an, damit die Besprechungen effizient geführt werden. Damit die zeitlichen Umfänge eingehalten werden, werden beispielsweise Teilnehmende als Zeitnehmer (Time Keeper) eingesetzt oder die Shopfloor Bereiche werden mit Sanduhren ausgestattet, welche die offiziell abgelaufene Zeit des Shopfloor Meetings anzeigen.

Damit die Shopfloor Besprechungen die Zeit von 15 Minuten annähernd einhalten, bedarf es sehr gut qualifizierten Shopfloor Management Moderatoren. Als Moderatoren dienen üblicherweise die Teamleitenden oder deren Stellvertretende. Zur Unterstützung und Vereinfachung der Besprechungen nützen standardisierte Abläufe, wobei zunächst die Kennzahlen besprochen werden und hiervon ausgehend die Abweichungen zur Produktionssteuerung besprochen werden. Bei gravierenden Abweichungen oder Verbesserungsideen außerhalb des Zuständigkeitsbereichs des Shopfloor Teams werden diese vom Moderator in die anschließende Besprechung auf nächster höherer Shopfloor Kaskade mitgenommen. (Leyendecker & Pötters 2021)

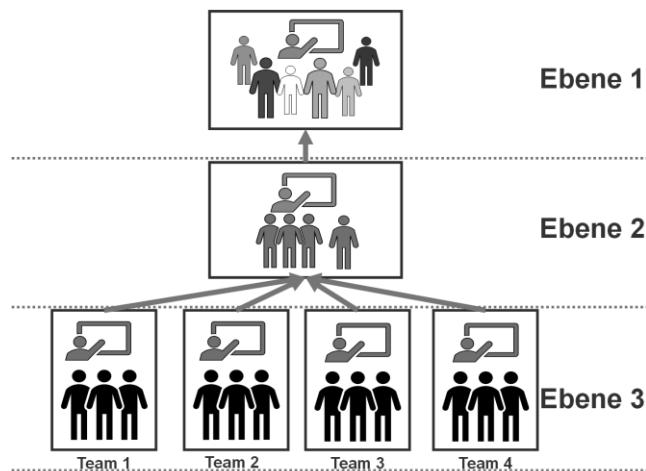


Abbildung 2-3: Schematische Darstellung einer Shopfloor Management Kaskade

Die Shopfloor Kaskade beschreibt die Abfolge der einzelnen Shopfloor Management Runden über die Hierarchie des Unternehmens hinweg (Conrad et al. 2019). Dabei beginnen die Shopfloor Runden üblicherweise mit den Besprechungen auf den untersten Hierarchieebenen, in der Regel den Produktionsbereichen (Conrad et al. 2019). Anschließend folgen bereichsübergreifende Shopfloor Besprechungen in der Produktion, zum Beispiel alle Teamleitenden der Endmontage. Diese Kaskade wird über die Abteilungen und Funktionsbereiche bis hin zum Management fortgesetzt (Conrad et al. 2019). Dabei werden immer höher aggregierte Kennzahlen besprochen, wobei auch kommunizierte Probleme oder Störungen von niedrigeren Shopfloor Ebenen zentraler Bestandteil der Besprechungen sind (Bertagnolli 2022). Somit können Bottom-Up Probleme, Störungen aber auch Informationen über die jeweiligen Moderatoren oder Leiter der Shopfloor Runden weitergegeben werden (Bertagnolli 2022). Kann die nächst höhere Shopfloor Ebene die entsprechende Entscheidung unmittelbar treffen, können hiermit Entscheidungen schnell getroffen und kommuniziert werden (Conrad et al. 2019).

Nachdem alle Besprechungen auf den einzelnen Shopfloor Ebenen stattgefunden haben, müssen die Information auch wieder zurückfließen. Deswegen finden häufig ein bis drei Stunden nach den 15-minütigen Shopfloor Besprechungen nochmals 5-minütige Informationsveranstaltungen statt, wobei die Teamleitenden jeweils die Entscheidungen und sonstige relevante Informationen unverzüglich an ihre Mitarbeitenden kommunizieren (Conrad et al. 2019). Die zeitliche Abfolge der Shopfloor Besprechungen, beziehungsweise wie viel Zeit zwischen der Shopfloor Runde und der Rückspiegelung

verstreicht, bestimmt sich häufig nach dem Produktionstakt und der Anzahl der Shopfloor Kaskaden (Conrad et al. 2019). Insbesondere in Unternehmen mit langen Produktionstakten, z.B. ganze, oder halbe Schichten, ist die Rückspiegelung häufig auch Bestandteil der Schichtübergabe, wobei hierbei die Schichtübergaben in der Regel als Shopfloor Besprechung gestaltet werden. Bei Unternehmen mit sehr kurzen Produktionstakten kann die Kaskade und die damit zugrundeliegende Regelkommunikation auch so gestaltet sein, dass bereits eine erste Rückspiegelung nach Abschluss der Besprechung auf nächst höherer Shopfloor-Ebene erfolgt und bei der Schichtübergabe oder Hälfte der abgelaufenen Schicht nochmals eine Informationsrunde stattfindet (Conrad et al. 2019). Damit zeigt sich, dass die Regelkommunikation und die Shopfloor Kaskade unternehmensindividuell gestaltet werden, dabei aber üblicherweise aus einer Bottom-Up und Top-Down Kommunikationskaskade besteht.

### **2.1.2.6 Lean Leadership – Führen am Ort der Wertschöpfung**

Das Lean Leadership beschreibt den mit der Lean Management Kultur einhergehenden Führungsstil (Netland et al. 2019). Dabei versteht sich die Führungskraft nicht als eine autoritäre Führungskraft, sondern als eine partnerschaftliche Führungskraft die trotzdem Verbindlichkeit schafft (Hurtz & Stolz 2016; Netland et al. 2019; Peters 2009). Hierbei nimmt die Führungskraft eine Perspektive auf Augenhöhe mit den Mitarbeitenden in der Produktion ein und leitet diese durch ihre Erfahrung darin an, ihre Aufgaben besser und effizienter zu erledigen (Streich 2016). Zudem fördert die Führungskraft durch eine gezielte Fragetechnik die Problemlösekompetenz der Mitarbeitenden und befähigt sowie unterstützt die Mitarbeitenden bei der Erfüllung ihrer Entwicklungspotentiale (Dombrowski & Mielke 2015; Goschy 2016). Häufig wird dieses Führungsverhalten mit der eines Coaches oder Mentors verglichen, was insbesondere in den Shopfloor Besprechungen und KVP-Workshops zutrifft (Dombrowski et al. 2015; Dombrowski & Mielke 2015).

Ein Lean Leader führt durch sein erlangtes Wissen und fördert die Mitarbeitenden in den täglichen Shopfloor Besprechungen, indem er Lösungen und Ursachen für aufgetretene Probleme nicht vorgibt, sondern durch geschickte Fragen die Mitarbeitenden in den Techniken der Problemlösung und Ursachenanalyse anleitet (Dombrowski et al. 2015; Goschy 2016). Dabei fördert er zudem die Kundenorientierung der einzelnen Mitarbeitenden, indem er anhand geeigneter Kennzahlen den Mitarbeitenden aufzeigt, welche Auswirkungen ihr Handeln gegenüber den Kunden, dem Gesamtunternehmen

und nachfolgenden Prozessschritten hat (Suzaki 1994). Er tritt dabei entsprechend als Mentor auf und fördert somit die Kompetenzentwicklung seiner Mitarbeitenden in der Problemlösung und Prozessoptimierung (Hertle 2018).

Darüber hinaus versucht der Lean Leader weitgehend alle Mitarbeitenden einzubeziehen. Er nutzt das Wissen der Mitarbeitenden, welche Prozessexperten sind, um so langfristig die Produktionsprozesse zu optimieren (Dombrowski & Mielke 2015; Goschy 2016). Hierbei sorgt er für eine Atmosphäre, in welcher Mitarbeitende gerne ihre Ideen und Verbesserungsvorschläge teilen. Er fördert dabei die Kreativität und ermuntert die Mitarbeitenden zu neuen innovativen Ideen im Rahmen von KVP-Tagen oder 5S-Tagen (Gierszewski 2013). Innerhalb dieser KVP-Tage nehmen sich die Mitarbeitenden gemeinsam und aufwändigen KVP-Projekten an, um diese gemeinsam umzusetzen. Innerhalb von 5S-Tagen wird gemeinsam in der Belegschaft ein Bereich der Produktion mittels der 5S-Methode aufgeräumt und ein neuer Standard für die Zukunft geschaffen. Ein Lean Leader agiert mit einer ausgeprägten Fehlerkultur und Feedbackkultur. Er sieht die Ursache von Prozess- und Produktionsfehlern nicht bei den Mitarbeitenden, sondern in unzureichenden Arbeitsanweisungen oder unklaren Prozessbeschreibungen, wodurch die Mitarbeitenden nicht in der Lage sind, ihre Arbeit ordnungsgemäß durchzuführen (Netland et al. 2019). Gleichzeitig ist er offen für Feedback durch die Mitarbeitenden, die ihn auf Unklarheiten, fehlende Standards oder mögliche Fehlerquellen aufmerksam machen.

Durch diese ausgeprägte Fehler- und Feedbackkultur sowie eine wertebasierte Unternehmenskultur gelingt es ein Vertrauen zwischen Führungskraft und Mitarbeitenden herzustellen, welches für eine äußerst ausgeprägte KAIZEN-Kultur notwendig ist (Porsche-Hueck & Neumer 2016). Verdeutlicht wird dies durch das, bei Toyota etablierte und von Jeffrey K. Liker beschriebene, 4P-Modell, welches die Basis für die nachhaltige Umsetzung einer Kaizen-Kultur darstellt (Liker 2021). Die vier P's stehen dabei für Philosophie, Prozess, Partner und Problemlösung und sind in einer Pyramide angeordnet (Liker 2021). Die Problemlösung stellt dabei die Spitze der Pyramide dar und wird durch die restlichen drei P's ermöglicht. Die Basis hierfür ist die vorherrschende Philosophie im Unternehmen (Liker 2021). Ein wesentlicher Faktor für die Umsetzung dieser Lean Philosophie betrifft die Führungskräfte und Mitarbeitenden, die nach gewissen Führungsprinzipien agieren, um die tägliche Verbesserungsroutine zu fördern und die Innovationskraft sowie die Kreativität der Mitarbeitenden zu fördern (Dombrowski &

Mielke 2015; Imai 2007). Dieses Verhalten der Führungskräfte fördert dabei die Basis, also die Philosophie des Unternehmens.

Die Unternehmenskultur muss sich hierbei an gewissen Werten orientieren, nach welchen die Führungskräfte und Mitarbeitenden agieren sollen (Zettl et al. 2020). Die Etablierung einer solchen Wertekultur stellt immer eine langfristige Organisationsentwicklung dar und bedarf damit einer langen Zeitperiode (Porschen-Hueck & Neumer 2016). Konkret bedeutet dies die Umsetzung von Werten wie Achtsamkeit, Vertrauen, Wertschätzung, Anerkennung, Respekt, Aufmerksamkeit und Verbundenheit (Zettl et al. 2020). Zudem fördert diese Kultur das Vertrauen zwischen Führungskraft und Mitarbeitenden und ist ein wesentlicher Treiber hoher Motivation und Zufriedenheit von Mitarbeitenden durch einen partnerschaftlichen Führungsstil (Porschen-Hueck & Neumer 2016; Streich 2016).

### 2.1.3 Potentiale der Digitalisierung im Shopfloor Management

Der Megatrend der Digitalisierung, welcher die Gestaltung der Produktionssysteme in der vergangenen Zeit disruptiv verändert, bietet auch für das Shopfloor Management vielfältige Potentiale (Lanza et al. 2018b). Diese Potentiale werden in Abbildung 2-3 übersichtlich dargestellt. Das größte Potential, welches einen wesentlichen Befähiger der anderen Potentiale darstellt (vgl. Abbildung 2-3), ergibt sich durch die zunehmende Integration von Sensorik in die Produktionsprozesse und die Verknüpfung verschiedener Datenbanken sowie der Verbindung von Sensorik mit Datenbanken und Software, wodurch eine **extensive Datenbasis** in sehr kurzer Zeit erhoben werden kann (Gartner et al. 2021). Durch die gezielte und sinnvolle Bereinigung, Verarbeitung und Aufbereitung dieser Daten zu Kennzahlen kann insbesondere die Echtzeitfähigkeit des Digitalen Shopfloor Managements unterstützt werden, wodurch jederzeit auf aktuelle und verlässliche Daten zurückgegriffen werden kann (Lorenz et al. ).

Aufgrund der zunehmend höheren Rechenleistung von Cloud- und Serveranwendungen, wie zum Beispiel Visualisierungssoftware für Kennzahlen steigt wesentlich die **Transparenz** innerhalb der Produktion. Es ergeben sich neue Möglichkeiten in der Verrechnung ganzer Kennzahlenbäume und deren Visualisierung auf interaktiven Dashboards (Heim et al. 2021). Mittels Business Intelligence Lösungen, wie Microsoft PowerBI oder Tableau können die Daten in der Cloud weiterverarbeitet werden und dabei individuelle Ansichten ohne Veränderung der Datenstruktur realisiert werden. Ermög-

licht wird dies durch die schnelle Berechnung verschiedener Kennzahlen auf verschiedenen Aggregationsstufen und der Nutzung von Datenbanken, wobei über eineindeutige Identifier und Merkmale große Datensätze schnell und einfach gefiltert sowie aufbereitet werden können.

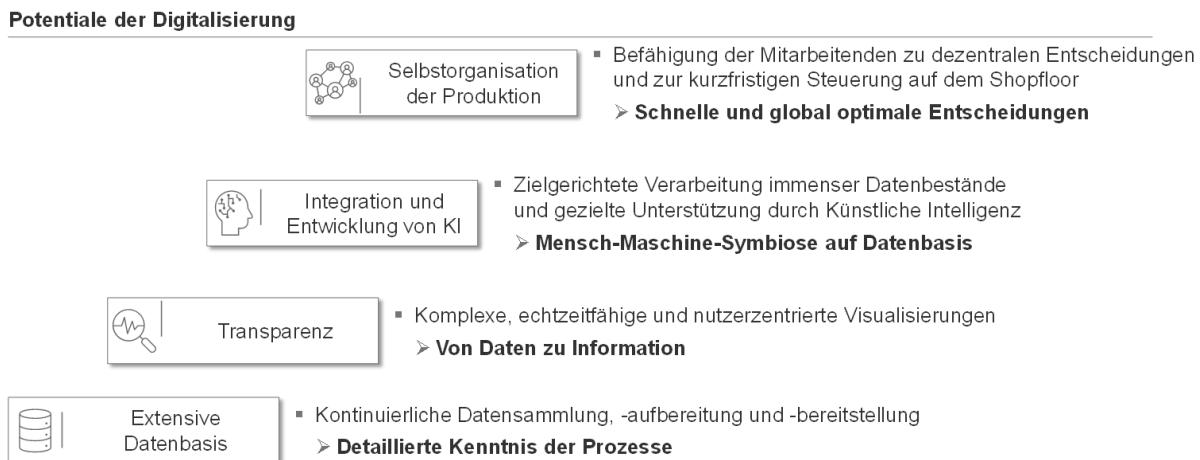


Abbildung 2-4: Potentiale der Digitalisierung des Shopfloor Managements

Großes Potential ergibt sich für das Shopfloor Management auch durch die zunehmende **Integration und Entwicklung von KI-Algorithmen** in der Sprach- als auch Textverarbeitung sowie der Analyse und Prädiktion von Prozess- und Produktionsdaten (Longard et al. 2022a). Durch die zunehmende Rechenleistung und die Anzahl der Künstlichen Intelligenzen im Bereich des Data Mining wird es zum Beispiel möglich, dass Kennzahlenverläufe zukünftig nicht nur reaktiv sondern zunehmend präventiv dargestellt und besprochen werden können (Longard et al. 2022b). Damit wird es möglich, wahrscheinlich zukünftige auftretende Störungen beziehungsweise deren Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln, um somit bereits vor Eintritt der Prozess- und/oder Produktionsstörung reagieren zu können. Einsatzbereiche sind neben der Instandhaltung von Produktionsanlagen, insbesondere auch die Prozessindustrie (Gandert & Oestreich 2023).

Ein weiterer Forschungsbereich der Künstlichen Intelligenz stellt die Sprach- und Textverarbeitung dar. Gerade aufgrund der fortschreitenden Entwicklung der Textverarbeitung ergeben sich für das Shopfloor Management, insbesondere im Bereich des Problemlösemanagements und dem Abweichungsmanagements, neue Potentiale (Müller et al. 2022). Bisher sind Sofortmaßnahmen oder Verbesserungsmaßnahmen basierend auf Erfahrungswissen einzelner Mitarbeiter getroffen worden. Zukünftig ist es denkbar,

dass hierbei Künstliche Intelligenz in Form von Digitalen Agenten bei der Definition von Maßnahmen oder der Identifikation geeigneter Maßnahmen in Form einer Entscheidungsassistenz unterstützen (Müller et al. 2022). Voraussetzung hierfür ist eine standardisierte Erfassung bisheriger Maßnahmen sowie der damit zugrundeliegenden Störungen in den einzelnen Shopfloor Management Bereichen. Basierend auf der Datengrundlage in Form von Maßnahmenkatalog und Störungsmanagementsystem kann basierend auf den Shopfloor Kennzahlen, bereits eine Künstliche Intelligenz geeignete Sofortmaßnahmen, welche bei früheren und ähnlichen Ereignissen erfolgreich waren, vorschlagen (Müller et al. 2022).

Durch die gesteigerte Transparenz in der Produktion sowie die zunehmende Integration von Künstlicher Intelligenz im Digitalen Shopfloor Management ergeben sich weitreichende Potentiale in der kurzfristigen Produktionssteuerung und somit der **Selbstorganisation der Produktion**. Zukünftig werden kurzfristige Entscheidungen mehr und mehr durch Mitarbeitende, unmittelbar auf dem Shopfloor, wahrgenommen werden können (Lanza & Nyhuis 2018). Durch die gesteigerte Transparenz bieten sich insbesondere die dezentrale Entscheidung über die Anpassung von täglichen Produktionsprogrammen, basierend auf vorhanden Störungen, aber auch die kurzfristige Umplanung von Kundenaufträgen als mögliche Erweiterung des Entscheidungsbereichs von Mitarbeitenden an (Lanza & Nyhuis 2018). Bisher war es aufgrund des notwendigen Erfahrungswissens und der häufig unzureichenden Datenbasis nicht möglich, diese Entscheidungen mit einer hohen Güte auf dem Shopfloor zu treffen.

## 2.2 Akzeptanz

Der Erfolg von Shopfloor Management steht und fällt mit der Beteiligung und der Durchführung der täglichen Shopfloor Besprechungen durch Führungskräfte und Mitarbeitende, weswegen die Akzeptanz ein wichtiger Erfolgsfaktor für das Shopfloor Management und dessen erfolgreiche Anwendung darstellt (Kandler et al. 2022b). Dabei muss berücksichtigt werden, dass eine technologische Neuerung oder die Einführung eines neuen Führungsinstruments in ein Unternehmen nicht nur Auswirkungen auf die Technologie, sondern auch die sozialen und organisationalen Gefüge eines Unternehmens haben (Kopp et al. 2019). Um diese Mechanismen zu verstehen eignet sich der Ansatz des sozio-technischen Systems, welcher in Kapitel 2.2.1 vorgestellt wird und hieran die einzelnen Elemente der Akzeptanz in Kapitel 2.2.2 erklärt werden. Entsprechend des

sozio-technischen Systems wirkt sich die Einführung des Shopfloor Managements sowohl auf Mitarbeitende als auch die Organisation aus, weswegen die Einführung eines neuen Führungssystems immer einen Organisationsentwicklungsprozess darstellt. Dessen Merkmale werden in Kapitel 2.2.3 erklärt. Da sich die Akzeptanz über den zeitlichen Verlauf eines Einführungsprozesses verändert und durch gezieltes Change Management beeinflusst werden kann, werden in Kapitel 2.2.4 sowie Kapitel 2.2.5 wichtige Change Management Modelle und deren einzelne Phasen vorgestellt.

### **2.2.1 Sozio-technisches Systemverständnis**

Der sozio-technische Systemansatz ist eine Möglichkeit, technologische Neuerungen und Veränderungen zum Beispiel aufgrund der Digitalisierung und Industrie 4.0 darzustellen und deren Auswirkungen zu analysieren, um geeignete Maßnahmen zur Förderung der Akzeptanz und zur Unterstützung der Einführung zu entwickeln (Kopp et al. 2019). Bei der Betrachtung von Unternehmen als sozio-technisches System wird berücksichtigt, dass ein Unternehmen aus mehreren Elementen besteht, die gemeinsam in einer wechselseitigen Beziehung zueinander stehen (Kopp et al. 2019). Diese einzelnen Elemente sind im Wesentlichen die Menschen, die Technologie und die Organisation (vgl. Abbildung 2-5), welche durch äußere Umwelteinflüsse zusätzlich beeinflusst werden (Kopp et al. 2019).

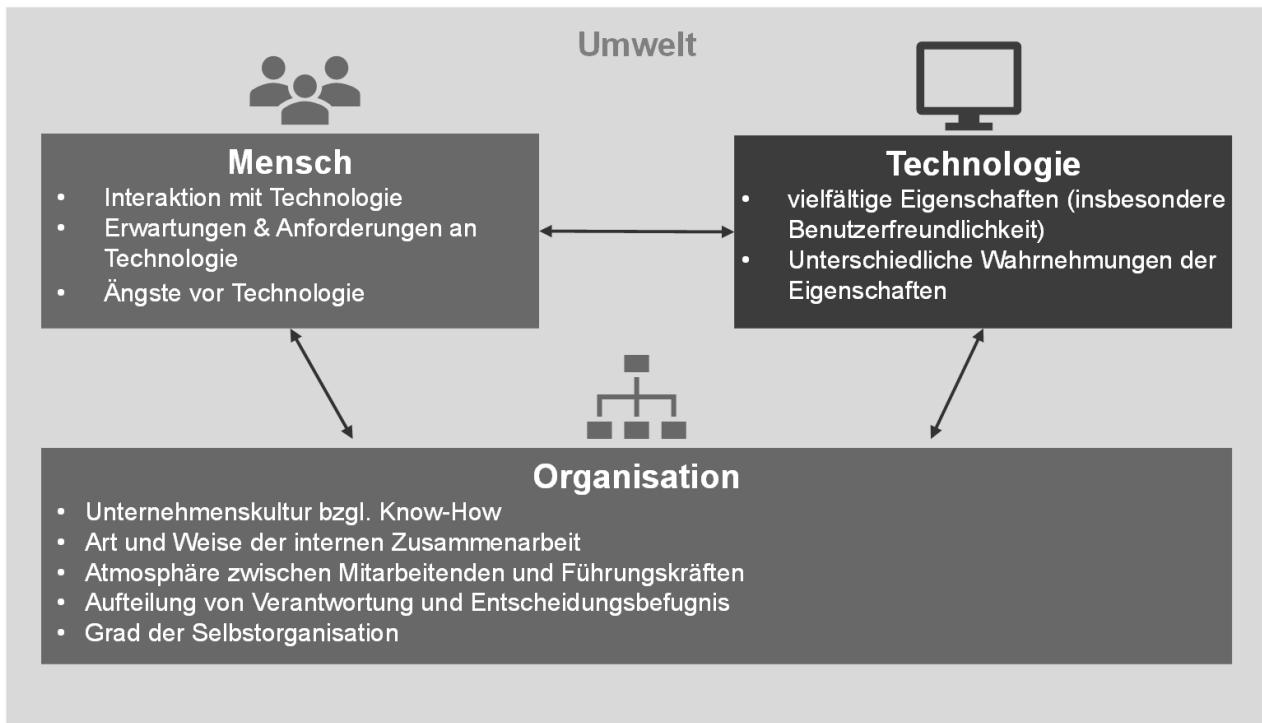


Abbildung 2-5: Sozio-technisches Systemverständnis in der Produktion, in Anlehnung an (Kopp et al. 2019)

Unter dem Faktor **Mensch** werden alle Personengruppen eines Unternehmens, zum Beispiel Führungskräfte, Werker und Ingenieure zusammengefasst. Diese interagieren auf verschiedenste Weise mit der neuen Technologie und haben stets unterschiedliche Anforderungen und Erwartungen an die Technologie sowie damit zusammenhängende Ängste (Kopp et al. 2019). Die Ängste können dabei Ängste sein, die aufgrund der technologischen Eigenschaften und Neuerungen resultieren, wie zum Beispiel die Angst, dass Know-How langjähriger Mitarbeitender transparent wird. Im schlimmsten Fall kann jedoch auch die Angst vor einem Arbeitsplatzverlust vorliegen. Die Ängste der einzelnen Gruppen variieren aufgrund dessen, dass die Arbeitssysteme der Personengruppen durch die neue Technologie in unterschiedlicher Art und Weise sowie Intensität verändert werden (Kopp et al. 2019). Im Zuge einer sozio-technischen Perspektive sind diese Ängste beziehungsweise die Einstellung der Menschen gegenüber der neuen Technologie auch von den Eigenschaften und Kompetenzen der Mitarbeitenden abhängig (Abel et al. 2019).

Das zweite Element ist entsprechend die **Technologie**, welche ebenfalls vielfältige Eigenschaften aufweist, welche sich ganz unterschiedlich auf die Mitarbeitenden und ihre Arbeitssysteme auswirken. Dabei können diese Eigenschaften entsprechend unterschiedlich von den Menschen wahrgenommen werden (Kopp et al. 2019). Wesentliche

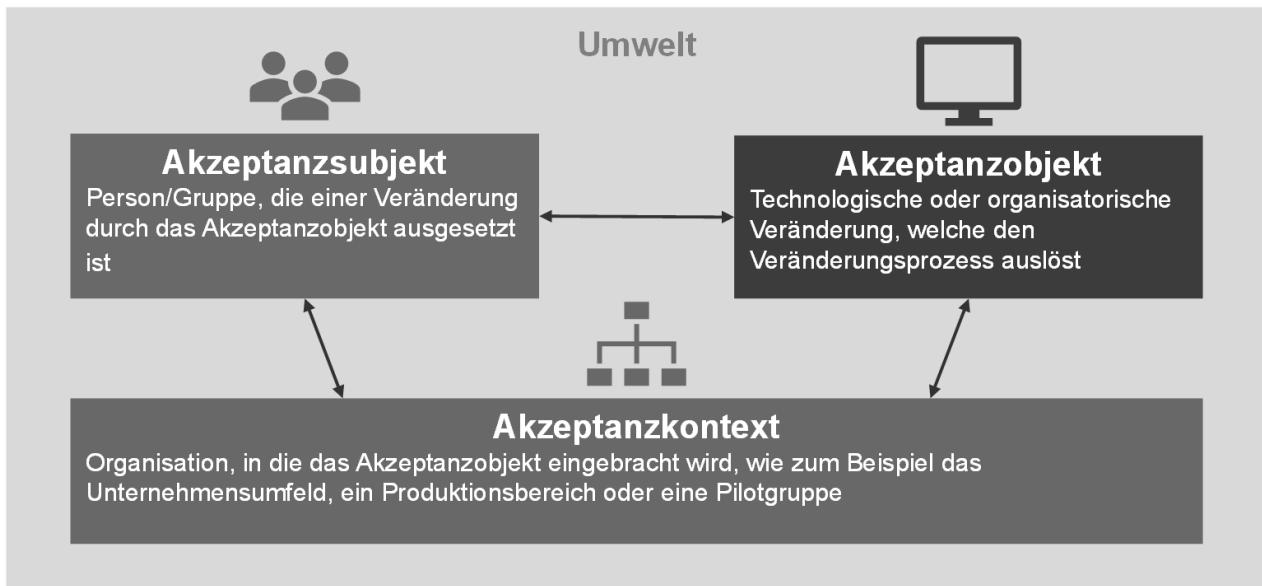
Faktoren hierbei sind die Gestaltung der Technologie, wobei insbesondere die Benutzerfreundlichkeit oder der erwartete Nutzen, resultierend aus der Technologie, von Bedeutung sind (Meißner et al. 2019).

Jedoch spielt auch die **Organisation**, der dritte Faktor des sozio-technischen Systems, eine Rolle, wie sich eine technologische Veränderung auswirkt. Beispielsweise ist in einem Unternehmen, in dem Mitarbeitende bisher auf Wissensinseln sitzen und deren Know-How die Berechtigung für deren Arbeit darstellt, eine geringere Akzeptanz für ein Wissensmanagement zu erwarten, als in einem Unternehmen, in welchem das Know-How der Mitarbeitenden eine geringere Relevanz besitzt. Die Art und Weise, wie die Personengruppen in einem Unternehmen zusammenarbeiten sowie die Arbeitsatmosphäre zwischen Führungskräften und Mitarbeitenden bestimmt somit den Erfolg einer neuen Technologie (By 2005). Auch der Verantwortungsbereich und der Grad der Selbstorganisation und Entscheidungsbefugnis in der Organisation wirken sich auf den Erfolg der Technologie aus (Pasmore et al. 2019). Eine Technologie, die Mitarbeitenden mehr Flexibilität ermöglicht und diese in dezentralen Entscheidungen wie zum Beispiel der Auftragsfeinplanung befähigt, kann ihr ganzes Potential nur erreichen, wenn auch die Organisation solche dezentralen Entscheidungen von Mitarbeitenden zulässt und fördert.

Der sozio-technische Systemansatz betrachtet damit Veränderungen immer im Zusammenspiel zwischen Menschen, Technologie und Organisation (By 2005; Kopp et al. 2019). Hierdurch wird es möglich, ganzheitliche Veränderungsprozesse zu realisieren, die auf alle drei Faktoren einwirken und hierbei die Unternehmensumwelt wie Wettbewerber oder Politik und Recht berücksichtigen. Damit sind sozio-technische Systeme häufig Basis für die Herleitung von Akzeptanzmaßnahmen und somit Grundlage für Akzeptanzmodelle und Veränderungsprozesse.

## 2.2.2 Akzeptanz im sozio-technischen Systemverständnis

Die Akzeptanz einer neuen Technologie hängt, wie in Abbildung 2-6 dargestellt, im Wesentlichen von den drei Faktoren **Akzeptanzsubjekt**, **Akzeptanzobjekt** und **Akzeptanzkontext** ab (Abel et al. 2019). Diese Faktoren stehen dabei in einem Verhältnis zueinander und beeinflussen gegenseitig die Akzeptanz einer technologischen oder organisatorischen Neuerung und korrespondieren mit den Elementen des sozio-technischen Systems (Mensch, Technologie und Organisation).



*Abbildung 2-6: Akzeptanz im sozio-technischen System, in Anlehnung an (Abel et al. 2019)*

Ein **Akzeptanzsubjekt** ist eine Person, beziehungsweise eine Gruppe von Personen, die einer Veränderung durch das Akzeptanzobjekt ausgesetzt ist (Abel et al. 2019). Es entspricht dabei in der sozio-technischen Betrachtungsweise dem Faktor Mensch. Bestimmte Faktoren hierbei sind meistens die Eigenschaften der einzelnen Personen, wie zum Beispiel das Geschlecht, deren Herkunft, deren Alter aber auch deren persönliche Vorlieben oder Erfahrungen (Abel et al. 2019). Die Eigenschaften können zur Beschreibung der Akzeptanz genutzt werden, jedoch bestimmt das Individuum, also das Akzeptanzsubjekt selbst, über die Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz eines Objekts.

Das **Akzeptanzobjekt** hingegen beschreibt die technologische oder organisatorische Veränderung, wie zum Beispiel die Einführung eines digitalen Shopfloor Boards, die Einführung eines Diensthandys oder aber eine organisatorische Veränderung wie z.B. die Reorganisation einer Abteilung (Abel et al. 2019). Auch eine personelle Veränderung ist denkbar. Hierzu würden Veränderungen wie zum Beispiel ein neuer externer Kollege oder ein neuer externer Werksleiter zählen, wobei diese meist einen engen Bezug zu organisatorischen Veränderungen aufweisen. Das Akzeptanzobjekt ist somit der Prozess, beziehungsweise der Gegenstand, der eine Veränderung und damit einen Veränderungsprozess auslöst (Abel et al. 2019). Die Eigenschaften eines Akzeptanzobjekts können die Akzeptanz bestimmen. Hierbei entscheidend sind zum Beispiel Themen wie der Datenschutz, die Bedienbarkeit, die Nützlichkeit aber auch der Sinn

und die Risiken. Dabei kann das Akzeptanzobjekt somit alle Elemente des sozio-technischen Systems einnehmen, abhängig davon, ob es sich um eine technologische, organisatorische oder personelle Veränderung handelt (Abel et al. 2019).

Die Veränderung findet dabei immer in einem Kontext statt. Dieser **Akzeptanzkontext** kann das Unternehmensumfeld, ein Produktionsbereich oder eine Pilotgruppe darstellen (Abel et al. 2019). Es spiegelt somit die Organisation im sozio-technischen System wieder, in der eine Veränderung, also das Akzeptanzobjekt, eingebracht wird. Wesentlichen Einfluss nehmen dabei die Strategie des Unternehmens, in dem die Veränderung erfolgt, aber auch das Führungssystem und die grundsätzliche Struktur des Unternehmens. Ist diese veränderungsförderlich gestaltet, wie dies in der Regel in einer Lernenden Organisation (Pläge 2011) oder einer Agilen Organisation der Fall ist, so beeinflusst dies positiv den Veränderungsprozess durch eine neue Technologie (Pasmore et al. 2019; Pläge 2011).

### **2.2.3 Organisationsentwicklung und Change Management**

Es gibt keine einheitliche Definition für das Change Management. Forschungsseitig wird es häufig in der Organisationspsychologie, der Managementlehre, den Betriebswirtschaften als auch den Arbeitswissenschaften zugeordnet (Kostka 2016). Die Begriffe Veränderungsmanagement und Transformation sowie Gestaltung des Veränderungsprozesses werden oft synonym für das Change Management verwendet (Kostka 2016).

Grundsätzlich versteht man unter dem Begriff den Prozess und alle aufgewendeten Fähigkeiten, um die Akzeptanz eines Akzeptanzsubjekts gegenüber eines Akzeptanzobjektes zu steigern, wobei dieser Prozess in einem bestimmten Akzeptanzkontext stattfindet (vgl. Abbildung 2-7) (Lauer 2019). Hierbei ist der notwendige Aufwand und die einzusetzenden Akzeptanzmaßnahmen neben den Eigenschaften des Subjekts auch von denen des Objekts sowie dem Raum der Veränderung, dem Akzeptanzkontext, maßgeblich abhängig (Stolzenberg & Heberle 2013). Je nach Ausprägung der Einstellungen von Akzeptanzsubjekt und -kontext sind andere Maßnahmen zur Gestaltung des Change Managements notwendig. Darüber hinaus können je nach Akzeptanzkontext, insbesondere bei in der Vergangenheit gescheiterten ähnlichen Projekten, weitaus mehr und intensivere Change Management Maßnahmen notwendig werden als zum Beispiel bei Unternehmen mit einer bereits sehr ausgeprägten Veränderungskultur.

Auch das Ausmaß und der Umfang der Veränderung und insbesondere die damit herbeigeführten Veränderungen bestimmen die Art, Dauer und die ergriffenen Maßnahmen im Change Management (Schawel & Billing 2009).

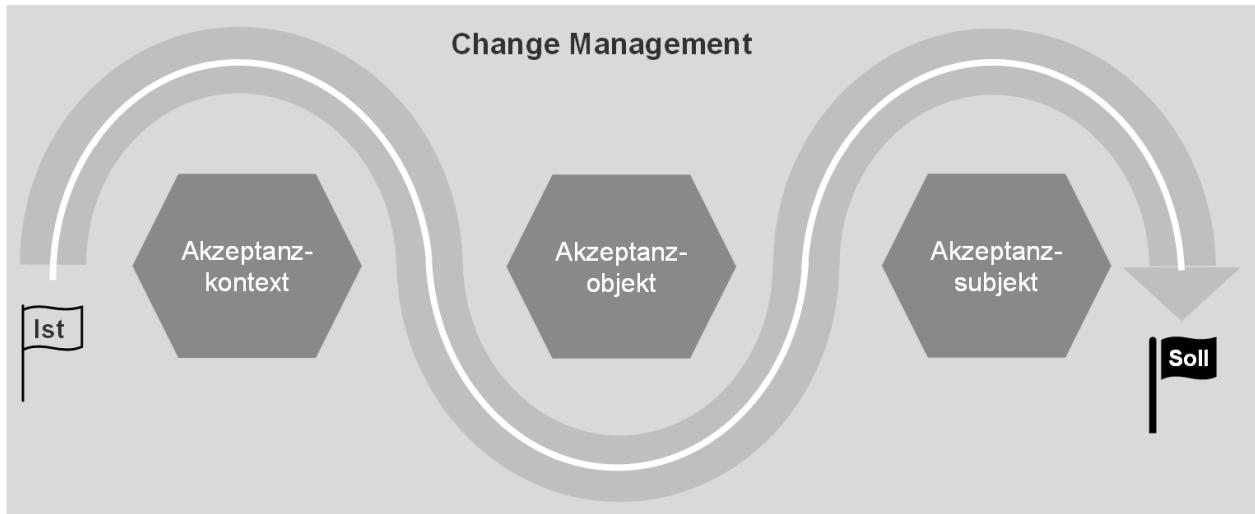


Abbildung 2-7: Change Management Prozess (Lauer 2019).

Ziel und Aufgabe des Change Managements ist es somit den Veränderungsprozess zu planen, zu gestalten, zu begleiten, zu überwachen und falls notwendig diesen auch iterativ an neue Gegebenheiten anzupassen und durchzuführen (Schawel & Billing 2009). Damit soll das Change Management einen reibungslosen Einführungsprozess sicherstellen und hierbei die Akzeptanz der Veränderung fördern und somit die Erreichung der mit der Veränderung verbundenen Zielstellung unterstützen (Rank 2010; Schawel & Billing 2009). Ein erfolgreiches Change Management hilft insbesondere dabei, die Kosten und die benötigte Zeit für eine erfolgreiche Einführung neuer Technologien oder Organisationsformen zu reduzieren. Laut einer Studie der Hochschule St. Gallen beträgt die wahrscheinliche Reduktion der Veränderungskosten 25% sowie 16% bezogen auf die benötigte Zeit der Veränderung (Kostka 2009).

## 2.2.4 Phasenmodell nach Lewin – Basis der Change Management Modelle

Das 3-Phasen-Modell von Kurt Lewin (Lewin 1951) ist das älteste Change Management Modell und damit eine wichtige Basis für viele weitere Forschungsarbeiten sowie neuere Modelle im Bereich des Change Managements (Cummings et al. 2016; Schein 2010; Sonenschein 2010). Der Grund hierfür liegt in seiner Einfachheit, Allgemeingültigkeit und Nachvollziehbarkeit sowie Praktikabilität, wobei es jedem Praktiker als eine gute Handreichung und Anleitung für die Gestaltung von Veränderungsprozessen dient (Cummings et al. 2016; Kaminski 2011; Levasseur 2001).

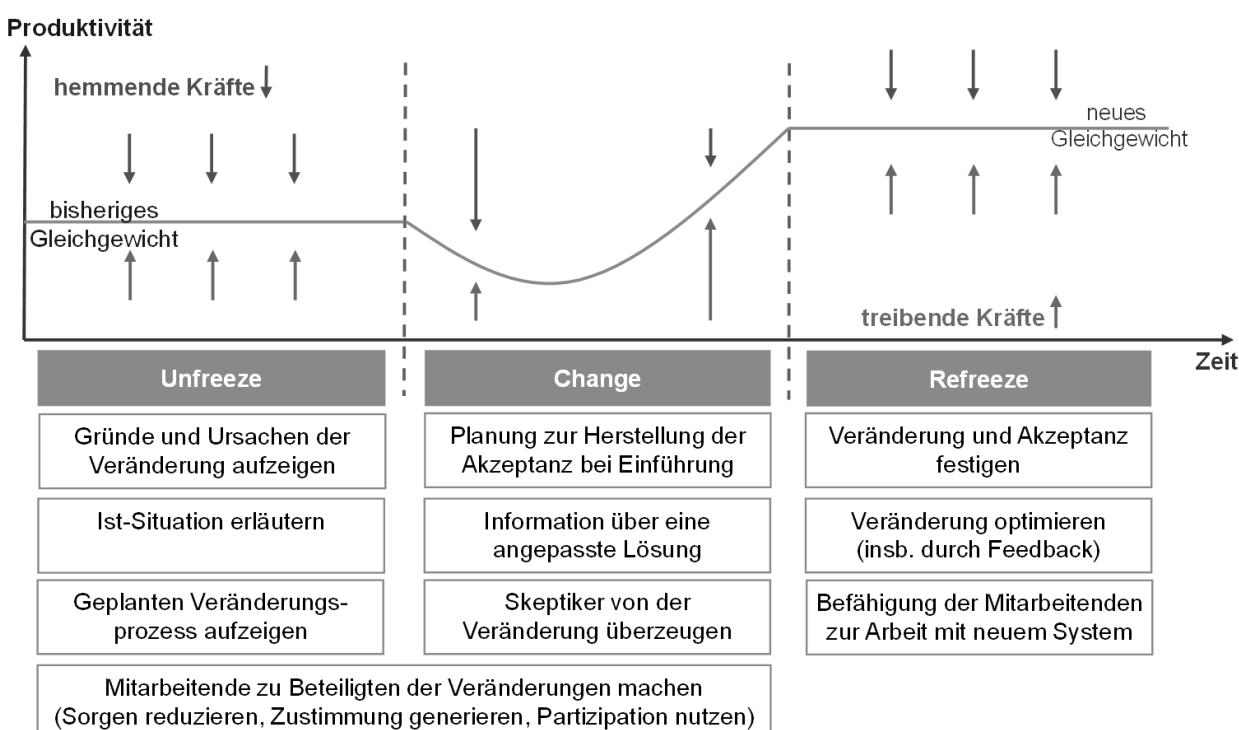


Abbildung 2-8: 3-Phasen Modell von Lewin, in Anlehnung an (Lewin 1951)

Lewin beschreibt einen Veränderungsprozess (vgl. Abbildung 2-8), wobei jede Veränderung drei Phasen durchläuft und dabei Reaktionen bei den Beteiligten auslöst. Die Phasen sind Unfreezing, Change und Refreezing (Hussain et al. 2018; Kaminski 2011; Lewin 1951). Diese drei Begriffe kann man sinngemäß mit Auftauen, Verändern und Einfrieren ins Deutsche übersetzen.

Die **erste Phase, Unfreeze - das Auftauen**, bedeutet sinngemäß das Eis der Mitarbeitenden gegenüber dem anstehenden Veränderungsprozess zu brechen und somit für die Veränderung und dessen Einführung zu werben und hierüber zu informieren. Konkret geht es in dieser Phase darum, die Mitarbeitenden zu Beteiligten der Veränderung

zu machen (Levasseur 2001). Hierzu sollen Mitarbeitende über die anstehende Veränderung informiert werden. Dazu gehört, dass den Mitarbeitenden die Gründe und die Ursachen für die geplante Veränderung dargelegt werden sowie der geplante Veränderungsprozess aufgezeigt wird (Levasseur 2001). Darüber hinaus sollte den Mitarbeitenden die aktuelle Ist-Situation erläutert werden, in dem normalerweise der Grund für die geplante Veränderung liegt. Ziel der Phase ist, dass die Mitarbeitenden das „Worum“ der Veränderung sowie deren Zeitpunkt und die Motivation dahinter verstehen (Ronnenberg et al. 2011). Hierdurch können Ängste und Sorgen der Mitarbeitenden reduziert werden und gleichzeitig durch das Aufzeigen der erwarteten Potentiale durch die Veränderung auch Zustimmung herbeigeführt werden (Kaminski 2011). Gleichzeitig ist es Bestandteil dieser Phase, den Mitarbeitenden den geplanten Veränderungsprozess darzulegen sowie zu skizzieren, an welchen Punkten im Prozess die Mitarbeitenden durch Partizipationsformate beteiligt werden sollten und an welchen Zeitpunkten weitere Information bereitgestellt werden oder Feedback seitens der Mitarbeitenden eingeholt werden sollten (Schreyögg 2016). Hierdurch wird in der ersten Phase die Grundlage für eine gute und möglichst reibungslose Durchführung des Veränderungsprozesses gelegt, indem die Mitarbeitenden ausführlich über die Veränderung, dessen Hintergründe, dessen Nutzen und dem zugehörigen Prozess informiert werden (Ates & Bititci 2011; Lewin 1951).

Nachdem die Mitarbeitenden ausführlich über die Veränderung und den geplanten Prozess informiert wurden, folgt die **zweite Phase**, der **Change** also die **Durchführung der Veränderung** (Lewin 1951). Neben der Information der Mitarbeitenden geht es insbesondere um die Planung der Veränderung selbst sowie die Planung der Aktivitäten zur Herstellung einer großen Akzeptanz bei der Einführung (Ates & Bititci 2011; Lewin 1951). Hierbei ist wiederum die Information der durch die Veränderung betroffenen Mitarbeitenden ein wichtiger Handlungsschritt des Change Managements. Dabei stehen zudem Informationen über eine angepasste Lösung, also eine angepasste Veränderung im Fokus (Ronnenberg et al. 2011). Dazu können auch Informationen über Erfahrungsberichte ausgewählter Pilotbereiche oder Pilotnutzer zählen sowie Informationen über den Projektfortschritt. Wichtig in dieser Phase ist es, zusätzlich die Mitarbeitenden von Betroffenen zu Beteiligten zu machen und insbesondere auch die Ängste und Befürchtungen der Skeptiker und Nicht-Überzeugten aufzunehmen und diese in erneuten

Gesprächen zu adressieren, um diese möglichst zur Überzeugung zu bewegen (Levasseur 2001; Rank 2010; Woodall 1996). Hilfreich können hier auch Fragestunden oder Workshops sein, in denen Ängste und Risiken offen geteilt werden können.

Das **Refreeze**, also **das Einfrieren der Veränderung**, stellt die abschließende Phase des Change Management Modells von Lewin dar (Lewin 1951). In seinem Modell steht diese Phase für den Abschluss einer Veränderung, wobei es gilt, die eingeführte Veränderung und deren Akzeptanz zu festigen sowie die Veränderung zu optimieren (Kaminski 2011; Ronnenberg et al. 2011). Hierbei kann gezielt eingeholtes Feedback bei den Mitarbeitenden helfen, um weitere Verbesserungen bei der Veränderung zu realisieren, bevor es auf weitere Bereiche ausgeweitet wird (Woodall 1996). Darüber hinaus kann das Feedback auch dabei helfen, die Akzeptanz aufrecht zu erhalten, insbesondere dann, wenn es sich dabei um negatives Feedback handelt, welches anschließend genutzt wird, um die eingeführte Technologie zu verbessern.

Ein weiteres wichtiges Instrument in der Refreeze-Phase ist die Befähigung der Mitarbeitenden zur Arbeit mit dem neuen System, der neuen Technologie oder den neuen Arbeitsprozessen (Woodall 1996). Hierzu können Coaching-Formate, Schulungen aber auch vertiefende Mitarbeitergespräche genutzt werden (Woodall 1996). Ziel hiervon ist es, dass sich die Mitarbeitenden zunehmend an die kürzlich eingeführte Änderung gewöhnen, wodurch diese schrittweise institutionalisiert wird und die Mitarbeitenden diese nach und nach verinnerlichen (Ronnenberg et al. 2011).

## **2.2.5 Erweiterungen des Phasenmodells nach Lewin**

Wie zu Beginn des vorigen Kapitels beschrieben ist das Modell von Lewin Ausgangspunkt für viele weitere Change Management Modelle. Die neueren Modelle konkretisieren überwiegend die, von Lewin abgeleiteten, drei Phasen und versuchen damit detailliertere Handlungsempfehlungen und Change Management Modelle darzustellen.

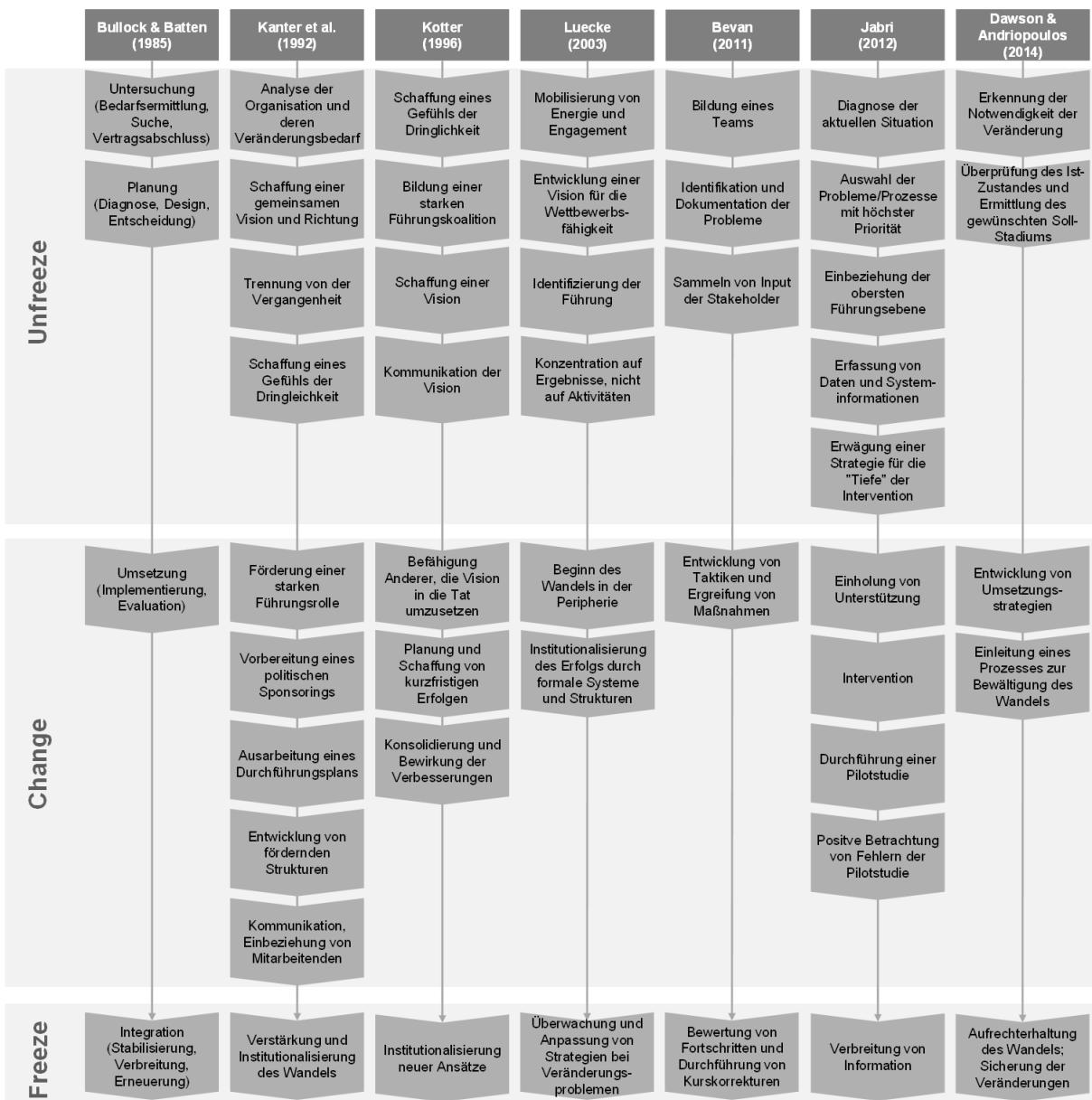


Abbildung 2-9: Konkretisierungen des 3-Phasen Modells von Lewin

Abbildung 2-9 gibt einen Überblick über die wichtigsten Change Management Modelle, welche Ausgangsbasis für das in Kapitel 4.2 folgende Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management sind. Die Abbildung stellt dabei die, von den Autoren genannten, einzelnen Phasen in ihrem zeitlichen Ablauf sowie die Zuordnung zu den Change Phasen (Unfreeze, Change und Freeze) nach Lewin dar.

Der überwiegende Teil der ausgewählten Change Management Literatur beginnt mit einer detaillierten Analyse der Organisation, der Prozesse oder der Situation in welcher die Veränderung eingeführt wird (Bevan 2013; Bullock & Batten 1985; Dawson & Andriopoulos 2021; Jabri 2012; Kanter et al. 1992; Luecke 2003). Hierzu werden begleitende

Beobachtungen genauso eingesetzt wie Mitarbeitergespräche, Interviews und Workshops, mit deren Hilfe der Ausgangspunkt für die geplante Veränderung bestimmt wird (Luecke 2003). Jabri (2012) ergänzt sein Modell hierbei noch um eine Priorisierung, womit sein Modell eine Priorisierung mehrerer Veränderungen hinsichtlich einer bestimmten Situation ermöglicht (Jabri 2012).

Nach der Ist-Analyse erfolgt in den älteren Modellen um Kanter et al., Kotter und Lucke die Erstellung einer gemeinsamen Vision für die Veränderung (Kanter et al. 1992; Kotter 2018; Luecke 2003). Dieser Schritt wird als essentiell angesehen, um möglichst die Mitarbeitenden auf die Veränderung einzustimmen und somit eine möglichst positive Grundstimmung gegenüber der Veränderung bei den Mitarbeitenden auszulösen (Luecke 2003). Gleichzeitig stellt eine gemeinsame Vision eine Richtung für die Arbeit im Veränderungsprozess dar und kann somit als Orientierung durch die Zusammenarbeit in Projektteams dienen.

Passend zum Einschwören der betroffenen Belegschaft auf die anstehende Veränderung folgt in den Modellen von Kanter et al. (1992) sowie Kotter (1996) und Luecke (2003) das Aufzeigen der Notwendigkeit und Dringlichkeit der geplanten Veränderung. Hiervon wird sich eine hohe Bereitschaft zur Beteiligung an der Veränderung durch die Belegschaft erhofft. Gleichzeitig kann hierdurch auch der Nutzen für die Veränderung aufgezeigt werden, wodurch die Akzeptanz dieser gefördert wird.

Als Übergang von der Unfreezing zur Change Phase von Lewin kann die Auswahl und Bestimmung der Projektteams zur Umsetzung der geplanten Veränderung angesehen werden. Hierunter fallen neben der Auswahl zur Zusammensetzung des Teams auch die Bestimmung der Art und Weise zur Zusammenarbeit im Projektteam als auch mit den restlichen Mitarbeitenden (Bevan 2013; Kotter 2018). Entsprechend eng verknüpft ist diese Phase mit der anschließenden Phase der Erstellung eines Veränderungsplans, wobei der Ablauf des Veränderungsprozesses geplant wird (Bevan 2013; Bullock & Batten 1985; Dawson & Andriopoulos 2021; Kanter et al. 1992). In diesem Stadium wird die Art und Weise der Partizipation, der von der Veränderung betroffenen Belegschaft geplant. Spätestens zu dieser Phase müssen die betroffenen Mitarbeitenden über den geplanten Veränderungsprozess sowie die genutzten Beteiligungsformate informiert werden (Dawson & Andriopoulos 2021; Kanter et al. 1992). Zusätzlich ist es sinnvoll unterstützende Strukturen in der Organisation zu planen, um die Akzeptanz positiv zu beeinflussen (Kanter et al. 1992; Kotter 2018). (Kotter 2018)

Die eigentliche „Change“ Phase ist geprägt von der Einführung der Veränderung und der Durchführung des zugrundeliegenden Veränderungsprozesses (Dawson & Andriopoulos 2021; Lewin 1951). Dawson & Andriopoulos (2021) empfehlen die regelmäßige Überprüfung des Fortschritts des Veränderungsprozesses. Hierbei kann es nötig sein, diesen anzupassen oder weitere Personen mittels partizipativer Formate an der Veränderung zu beteiligen (Kotter 2018). Geeignete partizipative Formate sind im einfachsten Fall Interviews mit den Mitarbeitenden oder gemeinsame Workshops, in denen die Anforderungen der Mitarbeitenden aufgenommen werden und mittels Kreativitätstechniken die Veränderungen nutzerzentriert entwickelt werden (Bürg et al. 2004; Doppler & Lauterburg 2019). Einige Change Management Modelle schlagen zunächst eine Implementierung in Pilot-Bereichen der Organisation oder eine Einführung eines technischen Piloten vor. Ziel dieser pilotaften Anwendung der geplanten Veränderung ist es, Erkenntnisse über den Umgang, die Zusammenarbeit, die Nutzung, die Risiken und somit über Verbesserungsmöglichkeit zu erhalten, welche anschließend bei der Ausweitung der Veränderung auf die gesamte Organisation berücksichtigt werden können (Jabri 2012; Luecke 2003).

Die Pilotierung der Veränderung markiert in vielen Change Management Modellen die eigentliche Implementierung der Veränderung, an deren Ende sich das von Lewin genannte Refreezing anschließt. Hierbei steht dann in den bestehenden Change Management Modellen die Verbesserung der Veränderung an, damit eine durchgängige und nachhaltige Akzeptanz erzielt werden kann (Kotter 2018). Zusätzlich sollten in dieser Phase gezielt im Veränderungsprozess auftretende Probleme adressiert werden, wobei möglichst die Veränderung verbessert wird (Jabri 2012). Abschließend empfehlen die Modelle eine Ausweitung der Veränderung auf die restliche Organisation. Zusätzlich sollen gewonnene Erkenntnisse aus dem abgeschlossenen Veränderungsprozess gesammelt werden, um das betriebsinterne Change Management zukünftig zu verbessern (Kotter 2018).

Allerdings wird bei der dargestellten Übersicht der Change Management Modelle zudem ersichtlich, dass nicht alle Modelle eine gleiche Sequenz der Change Management Inhalte nutzen, sondern es hierbei von Autor zu Autor geringe Abweichungen bei den Modellen von Kotter, Luecke, Bevan und Jabri gibt. Diese verorten in ihren Modellen einzelne Elemente zu früheren oder späteren Zeitpunkten im Veränderungsprozess, wobei diese sich immer noch an den Change Phasen von Lewin in der richtigen Reihenfolge einsortieren lassen. Betrachtet man die einzelnen Inhalte und Elemente der

Modelle der verschiedenen Autoren, so erkennt man zusätzlich unterschiedliche Detaillierungsgrade der beschriebenen Change Management Phasen. Blickt man in die Praxis so können die Modelle nur ein Leitfaden für die Umsetzung sein und müssen entsprechend der jeweiligen Organisation und der Größe der Veränderung an die konkrete Anwendung angepasst werden.

## 2.3 Mitarbeiterbefragungen

Wichtiger Indikator für die Akzeptanz eines Veränderungsprozesses und der Einführung von Digitalem Shopfloor Management ist die Stimmung, die Zufriedenheit sowie die Einstellung der Mitarbeitenden zur Veränderung. Neben Interviews und Gesprächen mit Mitarbeitenden und Führungskräften sind insbesondere standardisierte Mitarbeiterbefragungen geeignet, um die Akzeptanz innerhalb des Change Managements zu erfassen. Hierzu eignen sich im Rahmen von Veränderungsprozessen besonders Puls-Befragungen, welche im folgenden Kapitel 2.3.1 erläutert werden. Bestandteil dieser Puls-Befragungen sind psychologische Items sowie Item-Skalen. Die psychologischen Items und die zugehörigen Skalen werden in Kapitel 2.3.2 eingeführt. Damit sind anschließend alle notwendigen Grundlagen zur Anwendung des entwickelten Akzeptanzmodells in dieser Arbeit eingeführt.

### 2.3.1 Puls-Befragungen

Puls-Befragungen sind eine besondere Form der Mitarbeiterbefragung. Der Begriff leitet sich dabei vom Sprichwort „am Puls der Zeit“ ab und bedeutet entsprechend eine Abfrage der Stimmungslage und der Gemütslage von Mitarbeitenden in einem bestimmten Zeitraum (Nürnberg 2022). Dabei werden häufig Größen wie die Mitarbeiterzufriedenheit, Mitarbeiterstimmung oder Mitarbeiterengagement erfasst. Charakteristisch für diesen Umfragetyp ist die kurze Form. Es werden in der Regel zwischen zwei und zehn Fragen gestellt, mit denen die Mitarbeitenden durch ihre Antworten Zustimmung oder Ablehnung gegenüber der Veränderung äußern (Linke 2018). Ein weiteres Charakteristikum sind neben dem geringen Aufwand für die Mitarbeitenden zusätzlich eine wiederkehrende Form der Umfragen. Dabei werden jedoch nicht jedes Mal die gleichen Fragen gestellt, sondern verschiedene Frage-Items verwendet, welche eine ähnliche Variable erfassen (Linke 2018). Hierdurch ist es möglich, Variablen sowie Zielgrößen über einen längeren Zeitraum zu erfassen und somit die Untersuchungs-Zielgrößen über einen kontinuierlichen Zeitraum zu überwachen (Rattray & Jones 2007). In Abbildung 2-10 sind beispielsweise die Items des Faktors „Organisation und Leitung“

einer Arbeitszufriedenheitsbewertung dargestellt. Diese Items können in wiederkehrenden Puls-Befragungen genutzt werden, um über einen längeren Zeitraum den Faktor „Organisation und Leitung“ zu bewerten, ohne jedoch jedes Mal die gleichen Fragen zu stellen. Aufgrund der kurzen Umfragen und dem kontinuierlichen Erfassungszeitraum sind Puls-Befragungen damit ein geeignetes Instrument zur Erfassung der Mitarbeiterakzeptanz in Change Management Projekten, wie beispielsweise der Einführung von Shopfloor Management (Linke 2018).

Items des Faktors „Organisation und Leitung“	KW 1	KW 5	KW 9
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> <li>• fortschrittlich</li> <li>• umständlich</li> <li>• schlechtes Betriebsklima</li> <li>• Durcheinander</li> <li>• stolz auf sie</li> <li>• fühle mich wohl hier</li> <li>• wir können mitreden</li> <li>• schlechte Planung</li> <li>• tut wenig für die Mitarbeiter</li> <li>• leistungsfähig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durcheinander</li> <li>• stolz auf sie</li> <li>• fühle mich wohl hier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> </ul>

*Abbildung 2-10: Beispielhafte Puls-Befragung am Beispiel „Organisation und Leitung“ zur Arbeitszufriedenheit. In Anlehnung an (Neuberger & Allerbeck 1997).*

Bei der Gestaltung von Puls-Befragungen gilt es die Frequenz, die Inhalte, die Zielgruppe, die Fragenart sowie den Zeitraum der Umfrage festzulegen. Hierbei bedingen sich die Entscheidungen gegenseitig, wodurch es sinnvoll ist, sich im Vorfeld des Einsatzes ausreichend Zeit zu nehmen, um die Mitarbeiterumfrage entsprechend vorzubereiten (Nürnberg 2022). Sowohl die Zielgruppe als auch die Frequenz der Puls-Befragung bestimmt die Art und Weise der genutzten Frageformen und Antwortmöglichkeiten (Nürnberg 2022). Prinzipiell bestehen Puls-Befragung überwiegend aus geschlossenen Fragen oder Fragen mit vorgegebenen Lösungen und zugehörigen Antwort-Skalen (z.B. Likert-Skalen) (Nürnberg 2022). Die Verwendung von Freitext wird höchstens ergänzend genutzt, um beispielsweise Feedback zur Puls-Befragung zu erhalten oder neue Ideen und Anregungen zu erhalten. In anderen Fällen sind offene Fragen zu vermeiden, da sonst die Dauer der Beantwortung zu lange benötigt und es zudem keine Möglichkeit zur kontinuierlichen Auswertung gibt.

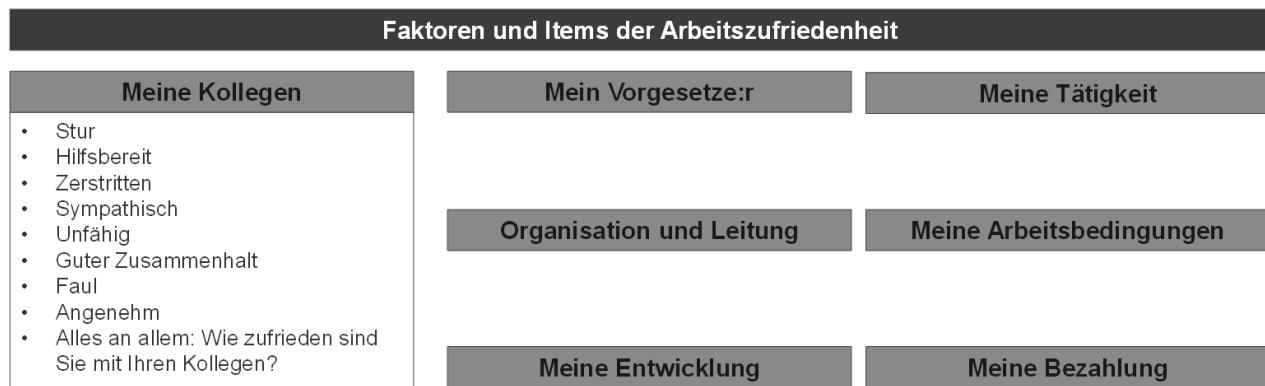
Bei der Frequenz besteht ein Trade-Off zwischen zu vielen wiederkehrenden Umfragen in einem zu kurzen Zeitraum oder zu wenigen Umfragen über einen längeren Zeitraum

mit zu langen Abständen zwischen den einzelnen Befragungen. Werden die Befragungszeiträume sehr kurz gewählt, so leidet häufig die Bereitschaft der Mitarbeitenden zur Teilnahme, insbesondere dann, wenn die Ergebnisse nicht in derselben Frequenz besprochen werden und zur Verbesserung der Situation genutzt werden. Zusätzlich besteht hierbei die Gefahr eines Gewöhnungseffektes durch die Verwendung ähnlicher Fragen, wodurch häufig die Bereitschaft zur Teilnahme an den kurzen Umfragen sinkt.

### **2.3.2 Item-Skalen**

Damit Umfragen mit Mitarbeitenden und Führungskräften aussagekräftig sind und somit Rückschlüsse auf die Zufriedenheit oder auf die Akzeptanz in Veränderungsprozessen möglich sind, müssen gewisse Design-Richtlinien beachtet werden. Hierzu gehört zum einen, dass die Umfragen leicht verständlich sind, die Fragen keinen Interpretationsspielraum zulassen, der Kontext des Fragebogens klar ist, die zu evaluierende Situation klar ist und häufig auch die Anonymität der Befragten sichergestellt ist, damit keine Rückschlüsse auf den ausfüllenden Mitarbeitenden möglich sind.

Ein weiteres wichtiges Design-Element bei der Gestaltung von Umfragen ist die Verwendung von psychologischen Items. Ein psychologisches Item beschreibt einen Wert, oder einen Faktor, wie zum Beispiel die Arbeitszufriedenheit von Mitarbeitenden (Neuberger & Allerbeck 1997). Dieser Faktor kann beispielsweise durch insgesamt 79 Items, welche sich auf insgesamt sieben Sub-Skalen verteilen (vgl. Abbildung 2-11), erfasst werden (Neuberger & Allerbeck 1997). Die beste Aussage wird dabei getroffen, wenn die Befragten alle 79 Items beantworten, was allerdings in der Praxis, im Zuge eines Change Managements, aufgrund der limitierenden Faktoren wie Zeit und Länge der Umfragen nicht realistisch ist (Neuberger & Allerbeck 1997). Entsprechend wird sich häufig sogenannter Item-Skalen (vgl. Abbildung 2-11) bedient, um mit möglichst hoher wissenschaftlicher Güte die Arbeitszufriedenheit von Mitarbeitenden zu erfassen (Neuberger & Allerbeck 1997). Die Anzahl an Items in der Umfrage wird damit deutlich reduziert, um so innerhalb eines Fragebogens weitere Elemente abzufragen. Psychologische Items beschreiben somit eine Variable und erfassen diesen, ohne die Variable direkt abzufragen (Neuberger & Allerbeck 1997).



*Abbildung 2-11: Faktoren zur Messung der Arbeitszufriedenheit und beispielhafte Items für den Faktor „Meine Kollegen“ (Neuberger & Allerbeck 1997)*

Die Verwendung von psychologischen Items kann damit die Messgenauigkeit von psychologischen Variablen, wie Arbeitszufriedenheit, Verantwortung, Motivation, Selbstorganisation oder Akzeptanz steigern. Würde man die Faktoren direkt abfragen, so ist aufgrund der Befragungssituation häufig nicht mit aussagekräftigen Ergebnissen zu rechnen, weil diese durch die Interpretation und die Verhaltensweise von Menschen verfälscht sein können (Bowling 2014; Rattray & Jones 2007). Mitarbeitende, welche in einem Fragebogen gefragt werden, ob sie motiviert bei der Arbeit sind, werden häufig nicht wahrheitsgemäß antworten, weil diese sonst Konsequenzen durch die Führungskräfte befürchten (Neuberger & Allerbeck 1997). Der Grund hierfür liegt darin, dass solche Umfragen im Arbeitskontext, aufgrund von Ängsten und Sorgen der Rückverfolgbarkeit, häufig nicht wahrheitsgemäß beziehungsweise mit einer Tendenz zur Positivität beantwortet werden (Neuberger & Allerbeck 1997). Item-Skalen bieten hierbei den Vorzug, dass Items häufig nicht auf den eigentlichen Fragegrund schließen lassen, sondern diese erst durch eine Kombination mit anderen Items, eine Aussage zum Befragungskontext zulassen (Neuberger & Allerbeck 1997).

Erfassung des Faktors „Organisation und Leitung“ über einen längeren Zeitraum						
Organisation und Leitung	KW 1	KW 3	KW 5	KW 7	KW 9	KW 11
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> <li>• fortschrittlich</li> <li>• umständlich</li> <li>• schlechtes Betriebsklima</li> <li>• Durcheinander</li> <li>• stolz auf sie</li> <li>• fühle mich wohl hier</li> <li>• wir können mitreden</li> <li>• schlechte Planung</li> <li>• tut wenig für die Mitarbeiter</li> <li>• leistungsfähig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fortschrittlich</li> <li>• umständlich</li> <li>• schlechtes Betriebsklima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durcheinander</li> <li>• stolz auf sie</li> <li>• fühle mich wohl hier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wir können mitreden</li> <li>• schlechte Planung</li> <li>• tut wenig für die Mitarbeiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach</li> <li>• an der Meinung der Leute interessiert</li> <li>• ungenügende Informationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fortschrittlich</li> <li>• umständlich</li> <li>• schlechtes Betriebsklima</li> </ul>

Abbildung 2-12: Beispielhafte Erfassung des Faktors „Organisation und Leitung“ der Arbeitszufriedenheit über einen längeren Zeitraum

Durch die Eigenschaften der psychologischen Items können diese auch genutzt werden, um mittels Umfragen einen Faktor einer Variablen über einen längeren Zeitraum zu erfassen, ohne dauerhaft gleiche Items (z.B. schwach, interessiert, umständlich, usw.) abzufragen (Kandler et al. 2022e). In Abbildung 2-12 ist dies beispielhaft für den Faktor „Organisation und Leitung“ der Arbeitszufriedenheit dargestellt. Links in der Abbildung sind alle Items abgebildet, welche den Faktor beschreiben. Auf der rechten Seite sind die verwendeten Items des Faktors dargestellt, welche beispielsweise in einer 2-wöchigen Umfrage genutzt werden, um den Faktor „Organisation und Leitung“ über einen längeren Zeitraum mit verschiedenen Items (also Fragen) zu erfassen. So mit sind Item-Skalen geeignet, um Umfragen über einen längeren Zeitraum interessant zu halten, obwohl dauerhaft das Ziel der Umfrage bestehen bleibt. Darüber hinaus kann durch die Verwendung abwechselnder Items dabei einem Gewöhnungseffekt durch ähnliche Fragen und Antwortmöglichkeiten vorgebeugt werden, wodurch die Mitarbeitenden weiterhin Interesse an den Umfragen zeigen (Rattray & Jones 2007).

Im Rahmen dieser Arbeit werden psychologische Items verwendet, um die Akzeptanz von Mitarbeitenden und Führungskräften während der Einführung von Digitalem Shopfloor Management zu erfassen.

## 2.4 Reifegradmodelle und Reifegradbewertung

Die Bewertung von Unternehmen in Reifegradmodellen sowie die Reifegradbewertung gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der Grund liegt in der systematischen Bewertung von Unternehmen und der einfachen Visualisierung sowie Interpretierbarkeit der Analyseergebnisse durch Experten und Laien. Durch die Visualisierung von Ist-Zustand und angestrebtem Soll-Zustand, können Schwachstellen identifiziert werden und damit zielgerichtete Verbesserungsmaßnahmen hergeleitet werden, wodurch langfristig die Wettbewerbssituation von Unternehmen gefestigt werden kann (Bruin et al. 2005; Proenca & Borbinha 2018). Häufig sind Reifegradmodelle aufgrund ihrer einfachen Interpretierbarkeit ein gern genutztes Instrument in der Analysephase von Transformationsprojekten (Bush & Dunaway 2005). Da Reifegradmodelle eine Vergleichbarkeit zu ähnlichen Unternehmen herstellen, fördern diese Modelle die Weiterbildung innerhalb der betrachteten Organisationen und Unternehmen, indem die Modelle einen Zugang zu anerkannten Best-Practice-Beispielen ermöglichen (Bush & Dunaway 2005).

Der Ursprung der Reifegradmodelle liegt im Jahr 1973 in der Softwareentwicklung. Die Modelle dienten als etablierte Bewertungsmöglichkeit für den Vergleich der Umsetzung und Reife von Softwareentwicklungsprozessen in verschiedenen Unternehmen. Bekannt wurden diese insbesondere durch die Capability Maturity Model Integration und die ISO-Norm 15504 (Mettler 2011; Proenca & Borbinha 2018). Heute finden die Reifegradmodelle neben der Softwareentwicklung vor allem auch in der Technologiebewertung, der Digitalisierung und der Managementbewertung Anwendung, wobei zunehmend mehr und mehr Anwendungsgebiete aufgrund der einfachen Verständlichkeit und Interpretierbarkeit entstehen.

Ausgangspunkt für die Reifegradbewertung sind Reifegradmodelle, die eine Methodik zur Bewertung verschiedener Aspekte von Prozessen (z.B. der Effizienz) oder Organisationen (z.B. der vorhandenen Kompetenzen) dienen (Bruin et al. 2005; Proenca & Borbinha 2018). Dabei folgen diese Modelle einem systematischen Bewertungsansatz, die mittels mehrerer Reifegradstufen den Entwicklungsfortschritt eines Unternehmens oder einer Organisation in einem bestimmten Themengebiet messen und beschreiben. Damit bieten die stufenartigen Modelle eine Möglichkeit ein Verständnis von Stärken, Schwächen und Verbesserungsmöglichkeiten in dem betrachteten Kontext eines Unternehmens oder einer Organisation aufzuzeigen (Proenca & Borbinha 2018).

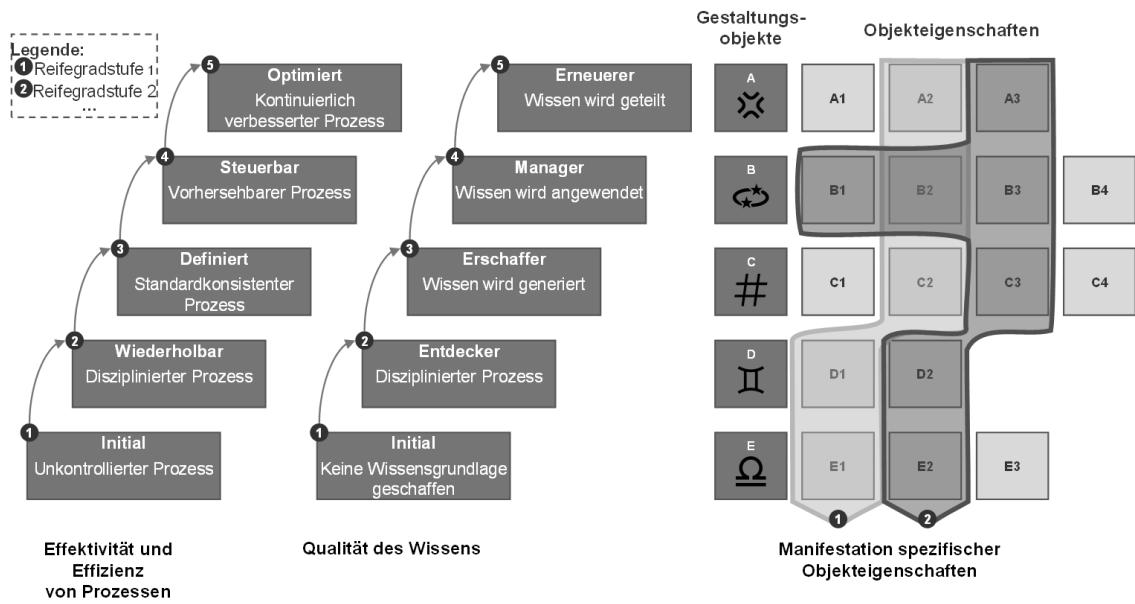


Abbildung 2-13: Verschiedene Konzepte von Reifegradmodellen (eigene Darstellung)

Die einzelnen Arten von Reifegradmodellen, wie diese in Abbildung 2-13 dargestellt sind, unterscheiden sich neben dem Themengebiet, in ihrer Art und Weise der Darstellung der Ausprägungen des Reifegrades. Der Fokus kann beispielsweise auf der Darstellung der *Effektivität und Effizienz von Prozessen*, der *Qualität des Wissens* oder der *Manifestation spezifischer Objekteigenschaften* liegen.

Die Mehrheit der Reifegradmodelle folgt dabei der Definition nach Paulk et al. (1993) wobei der Reifegrad als Ausmaß für die Effektivität und Effizienz von Prozessen genutzt wird (Mettler 2011). Dabei durchläuft ein Prozess fünf aufeinander folgende Reifegradstufen von *initial*, über *wiederholbar*, *definiert*, *steuerbar* bis zu *optimiert*. *Initial* beschreibt dabei einen Prozess, welcher unkontrolliert abläuft und somit nicht reproduzierbar ist. Dahingegen ist ein Prozess optimiert, sobald er mittels dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess bereits in mehreren Iterationen verbessert wurde und dieser neue Zustand bereits wiederum als neuer Prozessstandard definiert wurde und somit reproduziert werden kann.

Steht hingegen die Entwicklung menschlicher Fähigkeiten in einer Organisation im Vordergrund, so handelt es sich um ein Modell, welches sich an der *Qualität des Wissens* orientiert. Dabei lassen sich nach einer *initialen Stufe*, bei der keine Wissensgrundlage existiert, vier weitere Entwicklungsstufen für das vorhandene Wissen im Unternehmen

unterscheiden. Diese Stufen werden als Reifegrade des organisierten Lernens interpretiert und umfassen die Stufen *des Entdeckers, des Erschaffers, des Managers und des Erneuerers*. Jede Stufe repräsentiert dabei unterschiedliche Aspekte des Lernens und der Wissensgenerierung (Mettler 2011).

Eine weitere Alternative stellen *Entwicklungsstufen basierend auf den betrachteten Objekteigenschaften* dar. Dabei werden zunächst die einzelnen Gestaltungsobjekte eines Themenbereichs identifiziert und die möglichen Entwicklungsstufen dieser einzelnen Bereiche in Form von spezifischen Eigenschaften abgeleitet. Die Kombination mehrerer Gestaltungsobjekte und Entwicklungsstufen ergibt dann ein themenspezifisches Reifegradmodell, welches nicht nur die Prozessperspektive abbilden kann (Gericke et al. 2006; Mettler 2011).

Unabhängig vom Reife-Konzept sollen Reifegradmodelle verschiedene Komponenten beinhalten, um mit diesen arbeiten zu können und die einfache Interpretierbarkeit sicherzustellen. Für jede Reifegradstufe sollten passende Bezeichnungen existieren, die im bestenfalls die Entwicklungsstufen verdeutlichen und diese einprägsam repräsentieren. Unabdingbar sind hierbei klare Definitionen in der Form einer zusammenfassenden Darstellung der wichtigen Entwicklungsmerkmale je Entwicklungsstufe, um eine eigenständige Arbeitsweise mit dem Modell zu ermöglichen. Darüber hinaus sollte eine übersichtliche Anzahl an Dimensionen oder Handlungsfeldern vorhanden sein, welche einen problemorientierten Blick auf den Gestaltungsbereich zulassen. Diese einzelnen Dimensionen sollten durch eine Sammlung von Elementen oder Aktivitäten beschrieben sein, wobei diese wiederum klar definiert sein müssen, um mit dem Reifegradmodell gut arbeiten zu können.

### 3 Stand der Forschung

Basierend auf der in Kapitel 1.2 formulierten Zielstellung wird in diesem Kapitel die aktuelle Forschungslandschaft hinsichtlich geeigneter Digitaler Shopfloor Management Modelle und Implementierungsvorgehen sowie geeigneter Akzeptanzmodelle untersucht. Hierzu werden zunächst Kriterien in Kapitel 3.1 definiert, auf deren Basis die bestehenden Forschungsansätze in Kapitel 3.2 analysiert werden. Abschließend wird in Kapitel 3.3 das Forschungsdefizit hergeleitet.

#### 3.1 Kriterien an den Stand der Forschung

Die Eignung bestehender Forschungsarbeiten als Basis und Ausgangspunkt zur Entwicklung eines Implementierungsvorgehens für das Digitale Shopfloor Management zur Unterstützung von Unternehmen wird anhand insgesamt neun Kriterien vorgenommen, welche sich in drei Kategorien unterteilen. Die Kategorien stellen dabei die wesentlichen drei Elemente des Vorgehens dar: Das Digitale Shopfloor Management Modell, das Akzeptanzmodell und ein phasenweises Implementierungsvorgehen.

Digitales Shopfloor Management	<ul style="list-style-type: none"><li>Übersicht über Digitale Shopfloor Management Elemente (K1)</li><li>Berücksichtigung technologischer Voraussetzungen und digitale Eigenschaften (K2)</li><li>Beitrag der Shopfloor Management Elemente zu den Zielen und Aufgaben des Führungssystems (K3)</li></ul>
Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management	<ul style="list-style-type: none"><li>Geeignete Akzeptanzmodelle für das Digitale Shopfloor Management (K4)</li><li>Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Digitalen Shopfloor Management Einführung (K5)</li><li>Operationalisierung der Akzeptanz mittels geeigneter Umfragetechnik (K6)</li></ul>
Implementierungs- vorgehen für das Digitale Shopfloor Management	<ul style="list-style-type: none"><li>Reifegradmodell und zugehöriges Reifegrad-Assessment (K7)</li><li>Methodik zur Herleitung Menschzentrierter Implementierungsstrategien (K8)</li><li>Kompetenzentwicklungsprogramm für das Digitale Shopfloor Management (K9)</li></ul>

*Abbildung 3-1: Überblick über die Anforderungen an ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management*

##### 3.1.1 Digitales Shopfloor Management

Aufgrund der Vielfältigkeit des Digitalen Shopfloor Managements und der verschiedenen Gestaltungselemente mit unterschiedlichen Zielen bedarf es zunächst einer **Übersicht über Digitale Shopfloor Management Elemente (K1)**. Die einzelnen Gestal-

tungselemente des Digitalen Shopfloor Managements stehen häufig in einer technologischen Abhängigkeit zueinander. Ein einprägsames Beispiel ist hierfür die Visualisierung von digitalen Kennzahlen, wofür es zunächst eine fundierte Datenbasis benötigt. Die Kennzahlen können sowohl an einem analogen Shopfloor Board als auch an einem digitalen, interaktiven Bildschirm visualisiert werden. Durch die Digitalisierung unterscheiden sich damit einzelne Gestaltungselemente technologisch, weswegen in einem Modell des Digitalen Shopfloor Management sowohl **technologische Voraussetzungen als auch digitale Eigenschaften berücksichtigt (K2)** werden müssen. Ein Führungssystem wie das Digitale Shopfloor Management verfolgt mehrere Zielstellungen, wie beispielsweise die Steuerung von Aufgaben, die Motivation von Mitarbeitenden, die Wissensvermittlung aber auch die Information und Kommunikation. Die einzelnen Gestaltungselemente ermöglichen verschiedene Führungsaufgaben in der Produktion und ergeben erst durch ihr Zusammenwirken ein ganzheitliches Führungssystem. Entsprechend ist der **Beitrag der einzelnen Digitalen Shopfloor Management Elemente zu den Zielen und Aufgaben des Führungssystems (K3)** ein weiterer wichtiger Indikator für die zielgerichtete Gestaltung des unternehmensindividuellen Digitalen Shopfloor Managements.

### **3.1.2 Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management**

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für das Digitale Shopfloor Management und dessen Einführung ist eine hohe Akzeptanz bei allen Mitarbeitenden und Führungskräften. Entsprechend wichtig ist ein **geeignetes Akzeptanzmodelle für das Digitale Shopfloor Management (K4)**. Hierbei entscheiden verschiedenste Akzeptanzfaktoren über den Erfolg, wie zum Beispiel Partizipation, Information, Kommunikation aber auch Transparenz. Geeignete Akzeptanzmodelle des Digitalen Shopfloor Managements müssen dieser Vielfalt gerecht werden und somit Akzeptanzfaktoren berücksichtigen, deren Ausprägungen wesentlich den Erfolg einer Shopfloor Management Einführung bestimmen. Zur Förderung der Akzeptanz müssen diese einzelnen Akzeptanzfaktoren gefördert werden. Hierzu bedarf es **geeigneter Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Digitalen Shopfloor Management Einführung (K5)**. Diese dienen zur Begleitung und Unterstützung des Einführungsprozesses und gestalten somit den Veränderungsprozess. Während des Veränderungsprozesses wechseln sich Akzeptanz und Ablehnung häufig ab und variieren häufig von Implementierungsphase zu Implementierungsphase. Deswegen muss die **Akzeptanz mittels geeigneter Umfragen operationalisiert (K6)**

werden. Hierzu ist es hilfreich, wenn die eingesetzten Akzeptanzmodelle und begleitenden Change Management Prozesse eine Erfassung der, im Zeitablauf variierenden, Akzeptanzfaktoren ermöglichen und sich daraus situativ passende Akzeptmaßnahmen ableiten lassen.

### **3.1.3 Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management**

Ausgangspunkt eines Implementierungsvorgehen ist häufig eine detaillierte Analyse der Ist-Situation und des angestrebten Zielzustandes, hinsichtlich der zu verändernden Technologie, oder in diesem Fall des Führungssystems. Aufgrund der verschiedenen technologischen und digitalen Reifegrade, eignet sich hierfür die **Durchführung eines Reifegrad-Assessments im Zusammenhang mit einem Reifegradmodell (K7)**. Zur Herleitung konkreter Handlungsbedarfe und Entwicklungsschritte bedarf es einer **Methodik**, wie beispielsweise einer Situations- und Potentialanalyse, zur **Herleitung menschzentrierter Implementierungsstrategien (K8)** für das Digitale Shopfloor Management. Ein wichtiger ergänzender Erfolgsbaustein für die Akzeptanz des Digitalen Shopfloor Managements stellt die Kompetenz der Moderatoren der Shopfloor Meetings dar. Entsprechend wichtig ist die Qualifizierung dieser mittels eines geeigneten **Kompetenzentwicklungsprogramm für das Digitale Shopfloor Management (K9)**.

## **3.2 Zusammenfassung relevanter Forschungsarbeiten**

Im Rahmen dieses Kapitels werden bereits existierende Forschungsarbeiten präsentiert. Diese dienen teilweise als Ausgangspunkt für das, angestrebte Dissertationsvorhaben und werden im Rahmen der Arbeit weiterverwendet.

### **3.2.1 Relevante Arbeiten im Bereich (Digitales) Shopfloor Management**

**Suzaki (1994)** beschreibt in seinem Buch die Grundzüge des Shopfloor Managements und erläutert hierbei die einzelnen Aspekte des Shopfloor Managements. Als Kernelemente des Shopfloor Managements werden die Kundenorientierung, die Problemlösung, die Beteiligung aller Mitarbeitenden, die Kontinuierliche Verbesserung, das Zeitmanagement sowie die wesentlichen Werte in der täglichen Zusammenarbeit beschrieben. Ein weiterer wichtiger Aspekt der aufgegriffen wird, ist die Kultur des Unternehmens, um die Philosophie des Shopfloor Management in der täglichen Arbeit zu realisieren. Für jedes dieser Kernelemente werden zudem zahlreiche Beispiele aufgeführt, um Ideen für deren Umsetzung zu geben. Darüber hinaus wird anhand der Beispiele

aufgezeigt, welche Veränderungen diese innerhalb einer Organisation und bei den beteiligten Mitarbeitenden anstoßen. (Suzaki 1994)

**Hanenkamp (2013)** beschreibt ein, aus sechs Elementen bestehendes, Shopfloor Management Modell, welches sich an den Shopfloor Management Grundzügen von Suzaki (1994) sowie von Liker (2021) orientiert. Das Shopfloor Management Modell stellt die sechs wesentlichen Elemente von Shopfloor Management in einem Regelkreis, ähnlich dem PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act Zyklus des kontinuierlichen Verbesserungsprozess), zueinander in Beziehung. Ausgehend vom visuellen Management folgt die Überwachung von Standards und Abnormalitäten, welche mittels Problemlösung behoben werden. Als vierte Phase erfolgt das „Change point Management“, welches die Routine zur Behebung der Problemlösung und die Ableitung von Gegenmaßnahmen beschreibt. Sind Lösungen und Gegenmaßnahmen definiert worden, so werden diese im Rahmen des fünften Shopfloor Elements kommuniziert und abschließend folgt das Element der „Effizienz Überwachung“, welches wieder den Ausgangspunkt für das „Visuelle Management“ darstellt. Zusätzlich nennt Hanenkamp einzelne Methoden, beziehungsweise Maßnahmen, wie die einzelnen Shopfloor Management Elemente umgesetzt werden können. Weitere wichtige Aspekte wie die Ressourcensteuerung, den kontinuierlichen Verbesserungsprozess sowie ein konkretes Implementierungsvorgehen steht nicht im Fokus.

**Hertle et al. (2017)** beschreibt das Darmstädter Shopfloor Management Modell, welches fünf wesentliche Handlungsfelder umfasst. Zur Umsetzung dieser werden zusätzlich neun Querschnittselemente formuliert. Die wesentlichen Handlungsfelder sind das Performance Management, das Problemlösungsmanagement, die Führung vor Ort, das Glass Wall Management und das Kompetenzmanagement. Die zugehörigen Querschnittselemente sind Shopfloor Besprechungen, Kennzahlen, Visualisierungselemente, Kommunikationskaskaden, PDCA-Zyklus, Coaching, Gemba Walks und Abweichungsmanagement (Andon). Abschließend formuliert Hertle et al. einen Shopfloor Management Regelkreis, in welchem beschrieben ist, wie mittels der Querschnittelelemente die Ziele des Shopfloor Managements täglich erreicht werden. Das Modell stellt damit ein relevantes Modell für die Umsetzung von Shopfloor Management dar, beinhaltet jedoch noch keine digitalen Weiterentwicklungen. Der Regelkreis dient vor allem Führungskräften als Hilfsmittel zur Durchführung der Shopfloor Management Besprechungen. (Hertle et al. 2017)

Anknüpfend an das Darmstädter Shopfloor Management Modell erarbeitet **Hertle (2018)** in seiner Dissertation ein Beschreibungsmodell eines Shopfloor Management System und untersucht hierbei, wie das Shopfloor Management in Unternehmen zur Kompetenzentwicklung von Beschäftigten genutzt werden kann. Neben der Kompetenzentwicklung benennt er zudem das Performance Management, das Problemlösungsmanagement, die Führung vor Ort und das Glass Wall Management als zentrale Aufgabenbereiche des Shopfloor Managements. (Hertle 2018)

**Dombrowski et al. (2018)** präsentiert das Braunschweiger Shopfloor Management Assessment. Das entwickelte Assessment dient dabei der Bewertung der Qualität des eingesetzten Shopfloor Managements in einem Unternehmen, insbesondere unter dem Aspekt einer Einführung und Umsetzung eines ganzheitlichen Produktionssystems. Durchgeführt wird das Assessment zum einen von unternehmensinternen Führungskräften mit Shopfloor Management Verantwortung sowie externen Experten. Die resultierenden Fremd- sowie Selbsteinschätzungen werden anschließend gegenübergestellt und hieraus Entwicklungsbedarfe für die Optimierung und Weiterentwicklung des unternehmensinternen Shopfloor Management hergeleitet. In einer regelmäßigen und wiederkehrenden Anwendung sehen die Autoren eine Möglichkeit die persönliche Entwicklung von Führungskräften sowie die Beteiligung der Mitarbeitenden im Shopfloor Management zu dokumentieren und hierdurch eine nachhaltige, erfolgreiche Durchführung von Shopfloor Management sicherzustellen.

**Brenner (2019)** beschreibt ausführlich die verschiedenen Werkzeuge und Elemente welche im Shopfloor Management genutzt werden, um die Lean Philosophie in der Produktion umzusetzen. Zu diesen Werkzeugen zählen Standards, Kennzahlen, Visuelles Management, Mitarbeiterführung und Schnittstellenmanagement. Für jedes dieser Shopfloor Bereiche zeigt er mögliche Umsetzungsbeispiele und Möglichkeiten auf, diese in der Praxis umzusetzen. Dabei erklärt er auch die strategischen und operativen Ziele des Shopfloor Managements und zeigt auf, wie diese bei verschiedenen Industrieunternehmen umgesetzt werden und wie diese mittels der Digitalisierung weiterentwickelt werden können. Er schafft somit einen Überblick über die verschiedenen Bereiche und Elemente im Shopfloor Management und stellt eine Implementierungshilfe in Form von Praxisbeispielen zu Verfügung, die Ideen zur Umsetzung der einzelnen Elemente des Shopfloor Managements liefert. (Brenner 2019)

**Meißner et al. (2020)** definiert einen Zielzustand für das digitale Shopfloor Management, um Unternehmen eine Hilfestellung für die Einführung dessen zu bieten. Basierend auf einer Literaturrecherche aktueller Shopfloor Management Literatur wird zunächst ein theoretisches Modell entwickelt und mittels Experten Hypothesen aufgestellt, wie die Digitalisierung das Shopfloor Management verändert und welcher Nutzen sich hieraus ergibt. Diese Hypothesen werden abschließend mittels Fragebogen von 24 Studienteilnehmenden validiert, wodurch das Darmstädter Shopfloor Management Modell durch konkrete Methoden der Digitalisierung erweitert wird und somit als ein erster anzustrebender Zielzustand für Digitales Shopfloor Management gilt. (Meißner et al. 2020)

**Torres et al. (2020)** untersuchen in einer Studie, wie sich einzelne Komponenten des Shopfloor Managements durch Digitalisierung sowie durch Lösungen der Industrie 4.0 und des Digitalen Shopfloors (wie z.B. digitalen Andon-Boards, Assistenzsystemen, Digitale Workflows) verändert. Hierbei werden Kernelemente identifiziert, welche ein intelligentes Shopfloor Management unterstützen. Das, der Studie zugrunde liegende, Shopfloor Management Konzept besteht aus den fünf Komponenten: Shopfloor Besprechungen, der Kennzahlensvisualisierung, der täglichen Verbesserungsroutine, den Eskalationsprozessen und der standardisierten Führungsarbeit. (Torres et al. 2020)

### **3.2.2 Relevante Arbeiten im Bereich Akzeptanz**

In diesem Kapitel werden relevante wissenschaftliche Beiträge und Arbeiten aus dem Kontext des Change Management sowie bereits existierende Akzeptanzmodelle im Zusammenhang mit der Digitalisierung und des Shopfloor Managements dargestellt und kurz zusammengefasst.

**Long & Spurlock (2008)** erforscht die Dynamik von Veränderungsmanagement und den Einfluss hierauf durch organisationale Elemente wie Führungsstil, Kommunikation der Führungskraft, das Projektmanagement und das Teamgefüge. Als Beispiel dient ein technologiegetriebener Veränderungsprozess, an Hand dessen die Erkenntnisse erläutert werden. Hierzu gehören Einflussfaktoren auf die Akzeptanz und Gründe für den Widerstand gegenüber technologischen Veränderungen seitens der Mitarbeitenden. Abschließend werden hierfür Empfehlungen für die Führungskräfte zur Gestaltung der Implementierung neuer Technologien hergeleitet. (Long & Spurlock 2008)

**Bateh et al.** (2013) befasst sich mit dem Widerstand der Mitarbeitenden gegen organisationale Veränderungen. Hierzu werden zunächst verschiedene Ursachen des Widerstandes erklärt, wobei ein Fokus auf die generelle Veränderungsbereitschaft durch eine falsche Kommunikation, negative Erfahrungen in der Vergangenheit und einem falschen Umgang mit den Ängsten der Mitarbeitenden durch die Führungskräfte gelegt wird. Basierend auf den Erkenntnissen wird ein Führungsverständnis entwickelt, mit dem die Veränderungsbereitschaft durch eine gute Kommunikationsstrategie und passendem Führungsstil gefördert werden kann. (Bateh et al. 2013)

**Ullrich et al. (2015)** entwickelt ein Akzeptanzmodell, welches das gesamte Verhaltensspektrum von Mitarbeitenden abdeckt und dieses mit Veränderungsmaßnahmen des Veränderungsmanagements in Bezug setzt. Das Spektrum der Mitarbeitenden kann dabei von der Akzeptanz über Toleranz bis zur Opposition geprägt sein, wobei verschiedene Akzeptanzmaßnahmen in den jeweiligen Spektren eingesetzt werden können, um negative Effekte und ein Scheitern der Transformation zu vermeiden. Das Modell wird abschließend anhand zweier Anwendungsbereiche aus der Produktion validiert, wobei zunächst das Modell zur Gestaltung des Veränderungsmanagement bei der Einführung einer Industrie 4.0-Insel genutzt wird und im zweiten Fall für die Umstellung eines gesamten Produktionsbereichs genutzt wird. In diesem Zuge werden einzelne Maßnahmen und ihre Wirkung auf das Mitarbeiterverhalten erörtert. (Ullrich et al. 2015)

**Jurburg Melnik (2016)** beschreibt in seiner Dissertation ein Akzeptanzmodell für den Kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Unternehmen. Dabei wird der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Partizipation von Mitarbeitenden am Kontinuierlichen Verbesserungsprozess untersucht. Basis hierfür bildet eine Erweiterung des Technology Acceptance Model (TAM). Das entwickelte Modell kann von Führungskräften genutzt werden, um das KVP-System im Unternehmen zu bewerten und Verbesserungspotentiale sowie Handlungsempfehlungen zur Verbesserung des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses für eine höhere Beteiligung von Mitarbeitenden aufzuzeigen. (Jurburg Melnik 2016)

**Müller (2019)** erhebt in einer empirischen Umfrage, in einem produzierenden Unternehmen, die Barrieren und Herausforderungen einer Industrie 4.0 Implementierung aus der Perspektive der Mitarbeitenden. Ein zentrales Ergebnis ist, dass die Einführung von Industrie 4.0 wesentlich von einer hohen Akzeptanz bei den Mitarbeitenden abhängt. Dabei werden die zentralen Einflussfaktoren und Gründe für die Wichtigkeit einzelner

Akzeptanzfaktoren im Kontext der Industrie 4.0 herausgearbeitet und abschließend Empfehlungen für Maßnahmen zur Beherrschung der Akzeptanz von Mitarbeitenden gegeben. (Müller 2019)

Die Arbeiten von (**Clausen et al. 2020; Clausen et al. 2018**) bauen aufeinander auf und untersuchen im Rahmen einer Studie die treibenden Kräfte und Hindernisse für die Einführung und Nutzung von digitalen Shopfloor-Boards in 91 dänischen Unternehmen des produzierenden Gewerbes. Die Studienergebnisse zeigen wesentliche Vorteile durch digitale Shopfloor Boards bei der Kommunikation, in Besprechungen sowie deren Vor- und Nachbereitung. Ein großes Potential wird insbesondere in der Reduzierung des Bereichsdenken einzelner Shopfloor Bereiche durch die digitale Verknüpfung der anzugezeigenden Kennzahlen gesehen. Als häufige Hürde beschreiben die Autoren die veraltete industrielle Mentalität von Führungskräften sowie die unzureichende Datentransparenz aufgrund einer unzureichenden Technologie zur Datensammlung und -aufbereitung in den Unternehmen. (Clausen et al. 2020; Clausen et al. 2018)

### **3.2.3 Relevante Arbeiten im Bereich Implementierungsvorgehen**

In diesem Kapitel erscheinen wissenschaftliche Arbeiten aus dem Bereich Implementierungsstrategien für die Industrie 4.0 aber auch aus dem Lean Management, die in der vorliegenden Dissertation als Basis und Anknüpfungspunkte für die Implementierung von Digitalem Shopfloor Management genutzt werden.

**Peters (2009)** präsentiert in seinem Buch die einzelnen Bestandteile des Shopfloor Managements und erläutert, wie dieses Unternehmen dabei unterstützt das Lean Management im gesamten Unternehmen, im Sinne der Lean Philosophie zu etablieren. Hierzu wird aufgezeigt wie die einzelnen Hauptbestandteile des Shopfloor Managements (Visual Management, Kennzahlen, Besprechungen, Problemlösung und KVP sowie Lean Leadership) umgesetzt werden können, was es hierbei zu beachten gilt und wie diese die Etablierung einer Lean Philosophie beeinflussen. Abschließend versucht Peters eine Implementierungsunterstützung für das Shopfloor Management für Praktiker darzustellen, indem er in relativ einprägsamer Weise Erfolgsfaktoren, Beispiele sowie Erfahrungen aufzeigt und eine mögliche Implementierungs-Roadmap skizziert. (Peters 2009)

**Asdonk (2015)** entwickelt in seiner Dissertation ein Modell für das Führungssystem Shopfloor Management und beschreibt hierin die Zusammenhänge und Wirkungen einzelner Elemente des Führungssystems. Hierzu nutzt er System Dynamics Modelle, um

die Wirkbeziehungen der Elemente des Führungssystems auf das Unternehmen zu beschreiben, um den Erfolg des Führungssystems bewerten zu können. Aus der Anwendung seines Modells in realen Anwendungsfällen gelingt es ihm, konkrete Handlungsempfehlungen für die Einführung des von ihm beschriebenen Führungssystems herzuleiten und damit einen praxisnahen Leitfaden für die Umsetzung einer Lean Kultur in Unternehmen bereitzustellen. (Asdonk 2015)

**Lanza et al. (2018b)** stellt im Rahmen der Studie „Auf dem Weg zum digitalen Shopfloor Management“ konkrete Entwicklungsstufen zu einem digitalen Shopfloor Management dar. Dabei stehen vor allem die Kernaufgaben wie die Datenaufbereitung, die Visualisierung von Kennzahlen sowie das Problemlösungsmanagement und Wissensmanagement im Fokus. Für die einzelnen Kernaufgaben wird jeweils beschrieben, wie diese im Rahmen der verschiedenen Digitalisierungsstufen technologisch realisiert werden. (Lanza et al. 2018b)

**Meißner et al. (2018a)** untersucht basierend auf dem Darmstädter Shopfloor Management Modell, wie die Digitalisierung die Kernelemente des Shopfloor Managements beeinflusst und welche Chancen und Risiken dabei bestehen. Dabei wird auch erläutert, welchen Einfluss die Implementierung eines Prototyps für das Digitale Shopfloor Management auf ein bestehendes Trainingskonzept hat. Dabei kommt die Arbeit zu dem Entschluss, dass die bestehenden Kompetenzentwicklungsprogramme an die Einflüsse des Digitalen Shopfloor Managements angepasst werden müssen, um weiterhin als geeignete Trainingsumgebung für Führungskräfte dienen zu können. (Meißner et al. 2018a)

**Conrad et al. (2019)** beschreibt einen konkreten Leitfaden zur Einführung von Shopfloor Management und stellt hierfür auch einen klaren Projektplan für Unternehmen zu Verfügung. Dieser beinhaltet sechs Stufen, ausgehend von der Zielfindung, über die Information, Einführung, Erprobung und dem Check-Up bis zur Validierung des Shopfloor Management Erfolgs. Für jede einzelne Projektphase benennt er die notwendigen Teilnehmenden und konkretisiert die jeweiligen Inhalte in den Projektphasen. Zur Umsetzung des Shopfloor Management stellt er auch Vorlagen und Formulare einzelner (analoger) Shopfloor Elemente wie z.B. Maßnahmenlisten oder A3-Problemlösungsblätter zu Verfügung. Zudem erläutert er die einzelnen Bausteine und Elemente im Shopfloor Management und schafft damit eine gute Unterstützungsbasis zur Einführung von Shopfloor Management für Unternehmen. (Conrad et al. 2019)

**Ganninger** (2019) entwickelt in ihrer Dissertation eine Handlungsempfehlung für die Umsetzung eines interkulturell erfolgreichen Shopfloor Management. Hierzu schafft sie zunächst ein einheitliches Verständnis der einzelnen Elemente im Shopfloor Management und versucht sich damit an einer generalisierenden Definition des Shopfloor Managements. Darauf aufbauend wird mittels Interviews und quantitativen Erhebungen untersucht, was wichtige Erfolgsfaktoren in der Einführung von Shopfloor Management, insbesondere unter Berücksichtigung verschiedener Kulturen und global agierender Unternehmen sind. Hieraus werden Handlungsempfehlungen für die Einführung von Shopfloor Management abgeleitet. (Ganninger 2019)

**Helming et al. (2019)** präsentiert ein Kompetenzentwicklungsprogramm für die Führungsarbeit in der Produktion im digitalen Zeitalter (Leadership 4.0). Dieses stellt eine Möglichkeit dar, um Führungskräfte im Zeitalter von Industrie 4.0 gezielt zu qualifizieren und für die darin vorhandenen Herausforderungen zu sensibilisieren. Das Kompetenzentwicklungsprogramm richtet sich speziell an Führungskräfte der Produktion und konzentriert sich auf die Herausforderungen in digitalen Führungssystemen der Produktion. Den Teilnehmenden bietet es die Möglichkeit, die Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 direkt zu erleben und in ihren Arbeitsalltag zu integrieren. (Helming et al. 2019)

**Schumacher et al.** (2019) präsentiert ein holistisches Verfahren zur Identifikation konkreter Handlungsfelder und Erarbeitung von Implementierungs-Roadmaps der Industrie 4.0 für Unternehmen. Basis bildet ein, 65 Erfolgskriterien umfassendes, Reifegradmodell, welches in acht Reifegraddimensionen unterteilt ist. Hierbei dient die Reifegradbewertung zur Identifikation der Handlungsfelder, wobei auf Basis der identifizierten Differenzen zwischen Ist- und Soll-Zustand eine Roadmap für die Umsetzung ermittelt wird. Bis zur Entwicklung der Roadmap werden insgesamt zehn Prozessschritte durchlaufen, wobei am Anfang zunächst eine allgemeine Einführung in die Industrie 4.0 geschaffen wird, um die weiteren Schritte mit einem gemeinsamen Industrie 4.0-Verständnis durchführen zu können. Ein spezifisches Akzeptanzmodell beziehungsweise begleitendes Veränderungsmanagement umfasst das Vorgehen allerdings nicht, sondern stellt eine ausschließliche Möglichkeit zur Herleitung einer Industrie 4.0-Roadmap basierend auf einer Reifegradbewertung dar. (Schumacher et al. 2019)

**Liebrecht (2020)** entwickelt in seiner Dissertation ein Implementierungsvorgehen für Industrie 4.0, welches Unternehmen bei der Einführung dieser unterstützt. Hierzu erstellt er zunächst eine Methodensammlung, welche Industrie 4.0-Methoden anhand von

Steckbriefen systematisch darstellt und diese in Grundlagen und Potentialmethoden sowie sechs Kategorien (Enabler, Daten, Mensch, Assistenzsysteme und Visualisierung, Vernetzung und Transparenz, Selbstorganisation und Dezentralisierung) unterteilt. Diese Methodensammlung ist Ausgangsbasis für ein mehrstufiges Implementierungsvorgehen, wobei zunächst mit Hilfe eines morphologischen Kastens die Methodenvielfalt eingegrenzt wird und anschließend mit Hilfe des Analytical Hierarchical Process (AHP) die umzusetzenden Methoden in eine Rangfolge gebracht und anschließend unternehmensindividuell in eine Implementierungsstrategie überführt werden. (Liebrecht et al. 2021; Liebrecht 2020)

**Bock & Höfer (2021)** beschreiben vier Entwicklungsstufen für den Übergang von analogem zu autonomen Shopfloor Management in Unternehmen. Hierbei definieren sie die vier Entwicklungsstufen analoges, digitales, smartes und autonomes Shopfloor Management und beschreiben für fünf Kernaufgaben des Shopfloor Management (Transparenz, Kurzyklische Veränderung, Operative Problemlösung, Kontinuierliche Verbesserung, Veränderungskultur) die technologische Veränderung gegenüber der Vorstufe. (Bock & Höfer 2021)

**Metternich et al. (2024)** stellt eine konkrete Implementierungshilfe für die Einführung von Digitalem Shopfloor Management für Unternehmen bereit. Dabei werden zunächst die Grundlagen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und des Shopfloor Managements erläutert und hierauf aufbauend eine SWOT-Analyse für das Digitale Shopfloor Management durchgeführt. Daran anknüpfend wird eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für das Digitale Shopfloor Management präsentiert und an insgesamt vier Industriebeispielen aufgezeigt. Abschließend werden die sechs Anwendungsbeispiele der Künstlichen Intelligenz im Digitalen Shopfloor Management erläutert. (Metternich et al. 2024)

### 3.3 Forschungsdefizit und Forschungsfragen

Insgesamt ergibt sich der gesamte Überblick über bestehende Forschungsarbeiten in den Bereichen des Digitalen Shopfloor Managements sowie zugehöriger Akzeptanzmodelle oder hierfür entwickelter Implementierungsvorgehen entsprechend der nachfolgenden Abbildung 3-2. Dabei fällt auf, dass derzeit noch keiner dieser Ansätze, die in Kapitel 3.1 definierten Anforderungen, vollumfänglich erfüllt.

Die bestehenden Forschungsarbeiten im Rahmen des (Digitalen) Shopfloor Managements thematisieren in besonders hohem Maß die Möglichkeit zur Gestaltung des Digitalen Shopfloor Managements (K1), die Beziehungen zwischen den einzelnen Gestaltungselementen (K2) und auch deren Einfluss auf die Ziele und Aufgaben des Führungssystems (K3). Besonders sticht das Werk von Brenner (2019) hervor, welches auch den Aspekt der Digitalisierung berücksichtigt. Allerdings thematisieren selbst die Standardwerke, um Brenner (2019) sowie Suzaki (1994) das Thema der Akzeptanz sowie konkreter Implementierungsvorgehen nur ungenügend.

Ein anderes Bild zeigt sich bei den existierenden Forschungsarbeiten im Kontext passender Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management. Bei diesen sind oftmals neben den Kriterien der Implementierungsvorgehen (K7 – K9) auch die Kriterien an ein Digitales Shopfloor Management (K1 – K3) teilweise erfüllt. Besonders die Ansätze von Asdonk (2015), Conrad et al. (2019), Metternich et al. (2024) und Ganninger (2019) stellen Implementierungshilfen für das Shopfloor Management (K8) zu Verfügung und geben gleichermaßen einen guten und umfassenden Überblick über dessen Gestaltungselemente (K1). Allerdings berücksichtigen diese Arbeiten nur bedingt technologische Abhängigkeiten und digitale Eigenschaften der einzelnen Gestaltungselemente (K2) des Shopfloor Managements. Ein Ausnahme bildet die Forschungsarbeit von Metternich et al. (2024), welche sechs Anwendungsbereiche von KI im Rahmen des Shopfloor Managements darstellt. Für die Digitalisierung des Shopfloor Managements sind jedoch die Forschungsarbeiten um Lanza et al. (2018b) und Bock & Höfer (2021) geeignet, welche auch eine wichtige Basis zur Erfassung des Reife-grads des Digitalen Shopfloor Managements (K7) darstellen. Obwohl bekannt ist, dass der Erfolg von Shopfloor Management von einer hohen Akzeptanz abhängig ist, berücksichtigen diese Arbeiten kaum die Kriterien eines Akzeptanzmodells für das Digitale Shopfloor Management (K4 – K6). Hier stellen nur die Arbeiten von Conrad et al. (2019) und Ganninger (2019) Erkenntnisse bereit, welche im Change Management bei der Shopfloor Management Einführung berücksichtigt werden können.

Die ausgewählten Forschungsarbeiten im Bereich der Akzeptanz stellen weitgehend alle geeignete Akzeptanzmodelle für das Digitale Shopfloor Management (K4) dar. Die Arbeiten von Long & Spurlock (2008), Bateh et al. (2013) und Ullrich et al. (2015) weisen zwar keinen Bezug zum Digitalen Shopfloor Management auf, trotzdem geben Sie einen guten Einblick in die Gestaltung organisationaler Veränderungsprozesse, wie es

die Einführung von Digitalem Shopfloor Management darstellt. Ullrich et al. (2015) berücksichtigt zudem die Besonderheiten der Digitalisierung, indem wichtige Akzeptanzfaktoren im Kontext der Industrie 4.0 erläutert und geeignete Maßnahmen für die Förderung der Akzeptanz einer technologischen und organisationalen Veränderung abgeleitet werden (K5). Besonders die beiden Forschungsarbeiten von Claussen (Clausen et al. 2020; Clausen et al. 2018) greifen den Aspekt des Zusammenhangs zwischen Digitalisierung und technologischer Akzeptanz auf (K4). In beiden Forschungsarbeiten wird ein fundierter Überblick über den Zusammenhang von Akzeptanz und der Digitalisierung des Shopfloor Managements gegeben und hierbei wichtige Akzeptanzfaktoren erläutert. Besonders die Arbeit von Jurburg Melnik (2016), welche ein Akzeptanzvorgehen für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess beinhaltet, liefert passende Akzeptanzmaßnahmen und wichtige Erkenntnisse für ein Akzeptanzmodell des Digitalen Shopfloor Managements. Allerdings vernachlässigen diese Forschungsarbeiten insgesamt die Gestaltungsvielfalt des Digitalen Shopfloor Managements und stellen zwar Ideen für ein begleitendes Change Management zu Verfügung, jedoch kein Vorgehen für die technologische Implementierung. Obwohl die Kompetenz der Shopfloor Moderatoren ein wichtiger Akzeptanzfaktor darstellt, bleibt dies in den ausgewählten Forschungsarbeiten weitgehend unberücksichtigt.

	Anforderungen an den Eigenen Ansatz								
	Digitales Shopfloor Management (DSFM)			Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management			Implementierungsvorgehen für das DSFM		
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
<b>Legende:</b>									
	○ nicht berücksichtigt								
	◐ teilweise berücksichtigt								
	● umfassend berücksichtigt								
Forschungsansatz	Übersicht über Digitale Shopfloor Management Elemente	Berücksichtigung technologischer Voraussetzungen und digitale Eigenschaften	Beitrag der Shopfloor Management Elemente zu den Zielen und Aufgaben des Führungssystems	geeignete Akzeptanzmodelle für das Digitale Shopfloor Management	Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Digitalen Shopfloor Management Einführung	Operationalisierung der Akzeptanz mittels geeigneter Umfragetechnik	Reifegradmodell und zugehöriges Reifegrad-Assessment	Methodik zur Herleitung Menschzentrierter Implementierungsstrategien	Kompetenzentwicklungsprogramm für das Digitale Shopfloor Management
Hanenkamp (2013)	◐	◐	●	○	○	○	○	○	○
Hertle et al (2017)	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Hertle (2018)	◐	●	●	●	●	○	○	●	●
Dombrowski et al. (2018)	◐	●	○	○	○	○	○	○	○
Brenner (2019)	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Meißner et al. (2020)	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Torres et al. (2020)	●	●	○	○	○	○	○	○	●
Long & Spurlock (2008)	○	○	○	●	●	○	○	○	○
Bateh, Castaneda und Farah (2013)	○	○	○	●	○	●	○	○	○
Ullrich et al. (2015)	○	○	○	●	●	●	○	●	○
Jurburg Melnik (2016)	○	○	○	●	●	●	○	●	●
Müller (2019)	○	○	○	●	●	○	○	○	○
(2018)	○	●	○	●	●	●	○	○	○
Peters (2009)	●	●	●	○	○	○	●	●	●
Asdonk (2015)	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Lanza et al. (2018)	●	●	○	○	○	○	●	○	○
Meissner et al. (2018)	●	○	○	○	○	○	○	○	○
Conrad et al. (2019)	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Ganninger (2019)	●	●	○	●	●	○	○	●	●
Helming et al. (2019)	●	○	●	○	○	○	○	○	●
Schumacher et al. (2019)	○	●	○	○	○	○	●	●	○
Liebrecht und Liebrecht et al. (2020)	○	●	○	○	○	○	●	●	○
Bock & Höfer (2021)	●	●	○	○	○	○	●	○	○
Metternich et al. (2024)	●	●	●	●	○	○	●	●	●

Abbildung 3-2: Übersicht über zentrale Forschungsarbeiten

Basierend auf den identifizierten Vorarbeiten im Bereich des (digitalen) Shopfloor Managements, zugehörigen Akzeptanzmodellen und Implementierungsvorgehen ist ein Forschungsdefizit in der Entwicklung eines menschzentriertem Implementierungsvorgehens sowie eines umfassenden modularen, digitalen Shopfloor Management erkennbar. Hieraus können die folgenden Forschungsfragen abgeleitet werden, welche im Rahmen dieses Promotionsvorhabens im Fokus stehen und auf den nachfolgenden Seiten erforscht werden:

1. Entwicklung eines modularen, Digitalen Shopfloor Management Modells zur Darstellung der vielfachen Gestaltungsmöglichkeit unterschiedlicher Digitalisierungsgrade
2. Formulierung eines Shopfloor Management spezifischen Akzeptanzmodells zur nachhaltigen und erfolgreichen Einführung von Digitalem Shopfloor Management
3. Entwicklung eines reifegradbasierten, menschzentrierten Implementierungsvorgehens, welches Führungskräfte bei der Einführung von Digitalem Shopfloor Management in der Praxis unterstützt und dabei ein Akzeptanz- und Kompetenzmodell bereitstellt.



Abbildung 3-3: Forschungsleitende Fragestellungen des Dissertationsvorhaben

## 4 Implementierungsvorgehen für ein Digitales Shopfloor Management

Der Ansatz wurde entsprechend der in Kapitel 1.4 erläuterten Forschungsmethodologie im Rahmen der beiden, vom BMBF geförderten, Verbundprojekte *teamIn – Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen* (Förderkennzeichen: 02L18A140) (Lanza et al. 2022) sowie *KARL – Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen in der Region Karlsruhe* (Förderkennzeichen: 02L19C250) sowie dem AiF geförderten Projektes *ShopfloorPulse – Zielgerichteter Einsatz echtzeitdatenbasierter Kennzahlen im Shopfloormanagement* (IGF-Vorhaben 19372) (Lanza et al. 2018b) entwickelt. Das Implementierungsvorgehen für ein Digitales Shopfloor Management besteht aus insgesamt vier Teilmodellen. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über den gesamten Ansatz und die zugrundeliegenden Modelle, welche in den zugehörigen Unterkapitel ausführlich erläutert werden.

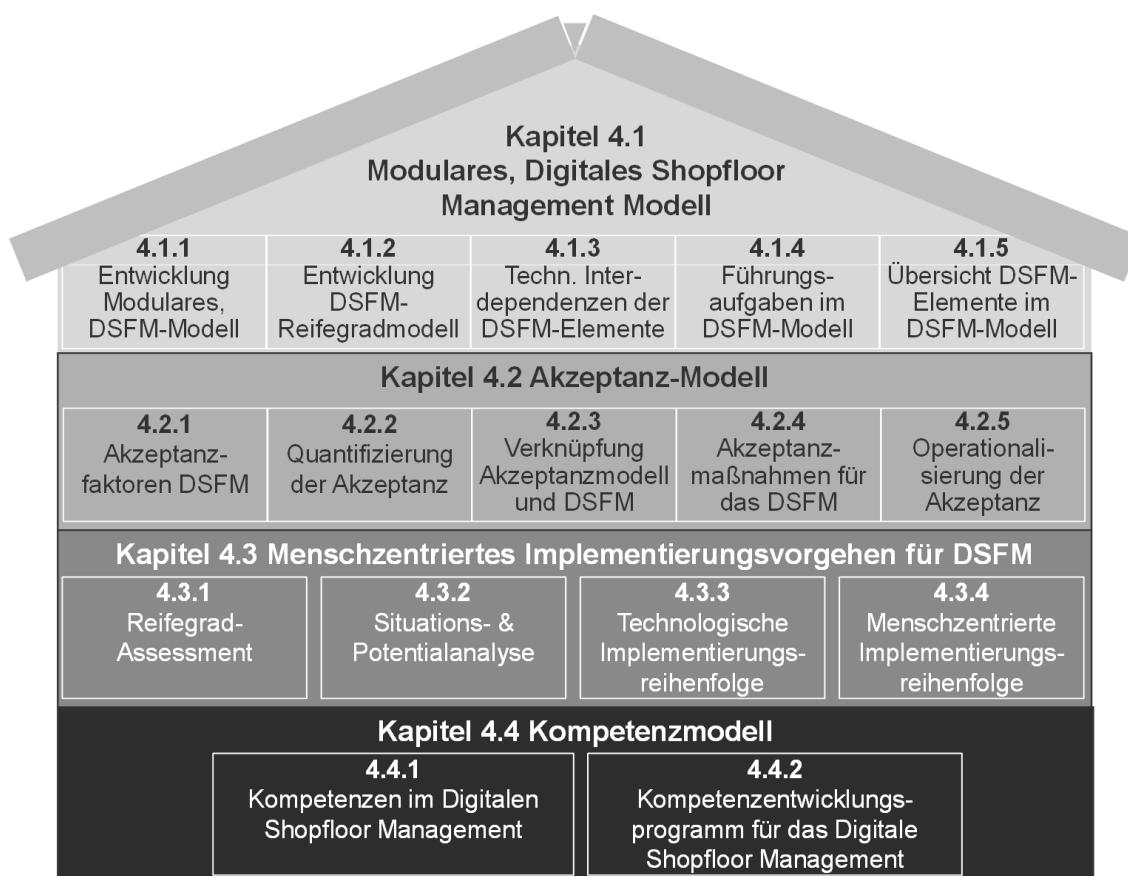


Abbildung 4-1: Übersicht der entwickelten Methodik

Zunächst wird in Kapitel 4.1 das modulare, Digitale Shopfloor Management Modell präsentiert. Dieses Modell wurde gemeinsam mit den Forschungsprojekt-Partnern, der

Sartorius SE, der Blanc und Fischer GmbH sowie der Youse GmbH entwickelt. Aufgrund der Gestaltungsvielfalt des Digitalen Shopfloor Managements umfasst dieses eine Sammlung verschiedener Digitaler Shopfloor Management Elemente (DSFM-Elemente). Diese einzelnen Elemente sind in standardisierten Steckbriefen beschrieben und geben einen Überblick über die wichtigsten Eigenschaften des dargestellten DSFM-Elements. Die einzelnen DSFM-Elemente werden abschließend im Reifegradmodel des modularen, Digitalen Shopfloor Management Modells eingesortiert.

Daran schließt sich die Vorstellung des Akzeptanzmodells in Kapitel 4.2 an, welches eine wichtige Basis bei der Einführung des Digitalen Shopfloor Management darstellt. Zunächst werden die, für das Digitale Shopfloor Management wichtigen, Akzeptanzfaktoren beschrieben. Anschließend werden passende Akzeptanzmaßnahmen vorgestellt, die mittels Mitarbeiterbefragungen situativ im Einführungsprozess genutzt werden können. Die Mitarbeiterumfragen berücksichtigen die Akzeptanzfaktoren des Akzeptanzmodells und ermöglichen somit die Bewertung des Einführungsprozesses.

Mit den beiden vorigen Modellen ist damit der Ausgangspunkt für das entwickelte Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management (vgl. Kapitel 4.3) vorhanden. Ausgehend von einem Reifegrad-Assessment wird der Umsetzungsstand des Digitalen Shopfloor Management in einem Unternehmen bewertet. Daran schließt eine Situations- und Potentialanalyse an, mit welcher Potentiale für eine Realisierung des Digitalen Shopfloor Management Modell aufgezeigt werden. Basierend auf der detaillierten Analyse wird anschließend eine technologische Implementierungsstrategie für die Umsetzung der Vision des Digitalen Shopfloor Management hergeleitet. Diese technologische Implementierungsstrategie wird abschließend um passende Akzeptanzmaßnahmen ergänzt, wodurch eine menschzentrierte Implementierungsstrategie für das Digitale Shopfloor Management entsteht.

Abschließend wird in Kapitel 4.4 ein Kompetenzentwicklungsprogramm zur Förderung der notwendigen Kompetenzen von Shopfloor Management Moderatoren und Führungskräften im Digitalen Shopfloor Management vorgestellt. Dieses beinhaltet zunächst ein Kompetenzmodell, welches gemeinsam mit dem Institut für Unternehmensführung und angewandte Betriebswirtschaftslehre (IBU) im Rahmen des BMBF-Projektes teamIn entwickelt wurde. Dieses Kompetenzmodell wurde anschließend in ein Kompetenzentwicklungsprogramm im Rahmen der am wbk etablierten Lernfabrik Globale Produktion überführt und erfolgreich erprobt.

## 4.1 Entwicklung eines modularen, Digitalen Shopfloor Management Modell

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Entwicklung eines modularen, Digitalen Shopfloor Management Modell, welches die Kernaufgaben des Digitalen Shopfloor Managements wiederspiegelt. Gleichzeitig stellt es die Vielfalt an Digitalen Shopfloor Management Elementen und Aufgaben dar und bietet damit eine Möglichkeit, ein unternehmensindividuelles Digitales Shopfloor Management zu gestalten.

Zunächst werden hierfür in Kapitel 4.1.1 die einzelnen Bestandteile des Digitalen Shopfloor Management Modells vorgestellt und erklärt. Zu diesen gehören die einzelnen Dimensionen des Modells als auch die einzelnen Kategorien. Den Dimensionen und Kategorien werden im späteren Verlauf einzelne Digitale Shopfloor Management Elemente (DSFM-Elemente) zugewiesen. Darauf aufbauend wird in Kapitel 4.1.2 das zugrundeliegende Reifegradmodell erklärt. Dieses wird genutzt, um die Entwicklung der Digitalisierung im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements aufzuzeigen und ist essentieller Bestandteil des Implementierungsvorgehens. Die einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Management unterstützen sich teilweise gegenseitig, oder sind sogar Voraussetzung füreinander. Diese technologischen Interdependenzen werden in Kapitel 4.1.3 erläutert. Basierend auf den Eigenschaften der Digitalen Shopfloor Management Elemente sowie deren technologischem Reifegrad, werden die DSFM-Elemente den einzelnen Reifegradstufen zugewiesen. Gleichzeitig können basierend auf den technologischen Abhängigkeiten die Implementierungsreihenfolgen hergeleitet werden. Aufgrund der vielfältigen Aufgaben und Ziele des Digitalen Shopfloor Management wird in Kapitel 4.1.4 erläutert, wie das Digitale Shopfloor Management bei der Wahrnehmung von Führungsaufgaben in der Produktion unterstützt. Hierbei tragen die DSFM-Elemente unterschiedlich bei, weswegen in Kapitel 4.1.4.1 zunächst die Lean Leadership Prinzipien erläutert werden und in Kapitel 4.1.4.2 die Zieldimensionen des Digitalen Shopfloor Management vorgestellt werden. Für jedes der DSFM-Elemente ist angegeben, wie dieses die Zieldimensionen des Digitalen Shopfloor Managements unterstützt. Damit sind die Zieldimensionen eine wichtige Grundlage für die Auswahl passender DSFM-Elemente im Zuge der Herleitung unternehmensspezifischer Implementierungsreihenfolgen. Nachdem alle Bestandteile des Digitalen Shopfloor Management Modells eingeführt sind, wird in Kapitel 4.1.5 eine Übersicht über die enthaltenen Digitalen

Shopfloor Management Elemente gegeben. Zusätzlich wird präsentiert, wie die einzelnen Digitalen Shopfloor Management Elemente standardisiert in Steckbriefen dargestellt werden. Diese Steckbriefe sowie die Zuordnung der DSFM-Elemente zu den einzelnen Reifegradstufen sind Basis für die spätere Entwicklung von Implementierungsreihenfolgen.

#### 4.1.1 Modulares, Digitales Shopfloor Management Modell

Zentrale Ausgangsbasis des Implementierungsvorgehens ist das modulare, Digitale Shopfloor Management Modell. Entsprechend den vielfältigen Ausprägungen muss das Modell geeignet sein, verschiedenste DSFM-Elemente wie beispielsweise die adaptive Visualisierung von Kennzahlen (vgl. Kapitel 4.1.5) zu berücksichtigen. Diese DSFM-Elemente werden genutzt, um die Kernaufgaben des Digitalen Shopfloor Managements umzusetzen (Brenner 2019; Kandler et al. 2022d).

Kernaufgabe des Digitalen Shopfloor Management ist die Umsetzung des **Lean Leadership**, einem Führungsstil der bei der Umsetzung der Lean Philosophie unterstützt. Zusätzlich fördert dieser Führungsstil die Realisierung dezentraler Entscheidungen in der Produktion durch die einzelnen Komponenten, welche in Kapitel 4.1.4 beschrieben sind und durch die einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Managements gefördert werden können.

Aufgrund der vielfältigen Ausprägungsmöglichkeiten des Digitalen Shopfloor Managements unterteilt sich das Modell in insgesamt sechs **Dimensionen** (siehe Abbildung 4-2). Diese vereinen sowohl die Ziele als auch die Aufgaben des Führungssystems und erfüllen dabei unterschiedliche Zwecke innerhalb des Führungssystems. Deswegen unterteilen sich die sechs Dimensionen in einen Enabler-Bereich sowie einen Potential-Bereich. Dem **Enabler-Bereich** sind die Dimensionen Daten, Infrastruktur und Kennzahlen zugewiesen, womit ausgedrückt wird, dass ein Digitales Shopfloor Management erst zielführend eingesetzt werden kann, wenn entsprechende Enabler, wie *Daten*, eine entsprechende *Infrastruktur* und verständliche *Kennzahlen* umgesetzt sind, um die erhofften und vielversprechenden Potentiale zu ermöglichen (Clausen et al. 2020; Lanza et al. 2018b; Peters 2009). Zu den **Potential-Dimensionen** zählen die Dimensionen *Meetings und Wissensaustausch*, *Maßnahmen und Problemlösung* sowie die Dimension *Ressourcensteuerung*. Mittels dieser drei Dimensionen und zugehörigen Kategorien kann die Selbstorganisation in der Produktion inklusive der dezentralen Entscheidungen realisiert werden.

Insgesamt sind diese sechs Dimensionen in elf **Kategorien** untergliedert, welche verschiedene Aufgaben des Digitalen Shopfloor Managements darstellen. Diesen Kategorien können die einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Managements entsprechend ihrer Zielsetzungen zugewiesen werden (Kandler et al. 2022d).

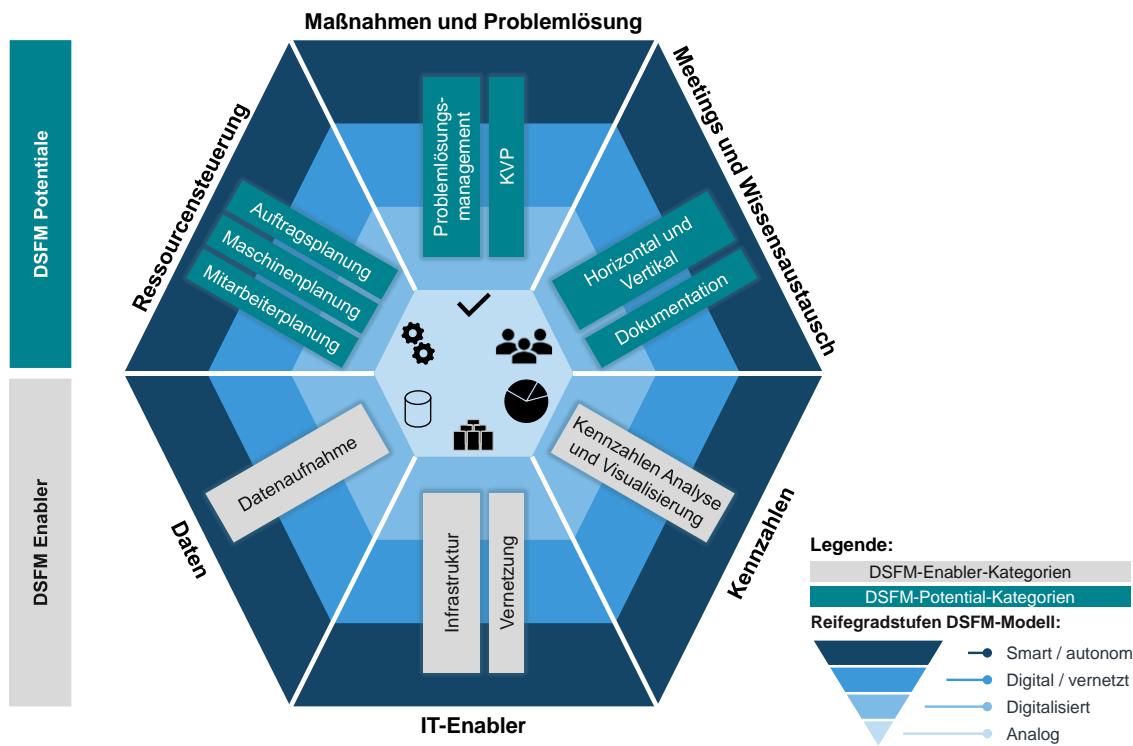


Abbildung 4-2 Modulares Digitales Shopfloor Management Modell

#### 4.1.1.1 Die Enablerbereiche des digitalen Shopfloor Management

Zu den Enablers des Digitalen Shopfloor Managements zählen die Dimensionen *Daten*, *IT-Enabler* und *Kennzahlen*. Diese einzelnen Dimensionen werden in den folgenden Seiten präsentiert und sind in gemeinsamer Zusammenarbeit mit den, von dem Autor angeleiteten Abschlussarbeiten, von A\_Gabriel (2021) und A-Schröttle (2021) entstanden.

##### 4.1.1.1.1 Daten

Als Enabler des Digitalen Shopfloor Managements werden Daten benötigt, die die Grundlage für eine Transparenz in Unternehmen darstellen (Conrad et al. 2019). Dabei ist es unabhängig ob es sich um ein analoges oder Digitales Shopfloor Management

handelt (Suzaki 1994). Hierbei müssen vor einer Einführung des Shopfloor Managements relevante Daten und ihre zugehörigen Quellen identifiziert werden, um diese später aufnehmen zu können (Hanenkamp 2013). Im Rahmen der Kategorie **Datenaufnahme** muss entschieden werden, welche Daten überhaupt generiert werden und in welcher Art und Weise diese erfasst werden müssen. Die Digitalisierung bietet dabei vielfache Vorteile bei der schnellen Aufnahme zahlreicher Daten. Im Vorfeld muss entschieden werden, welche Daten in welcher Art und Weise aufgenommen werden, um eine hohe Datenqualität zu ermöglichen. Damit wird die Voraussetzung für eine verlässliche Datenbasis und eine hohe Entscheidungsgüte geschaffen (Gardner et al. 2000; Longard et al. 2022a).

#### 4.1.1.1.2 IT-Enabler

Damit die notwendigen Daten überhaupt aufgenommen und gespeichert werden können, bedarf es einer gewissen **Infrastruktur**. Diese Infrastruktur beschreibt Technologien, wie z.B. Sensorik, Betriebsdatenerfassung oder Material Execution Systeme mit deren Hilfe Prozessdaten, Materialdaten, Anlagendaten oder Werkzeugdaten ermittelt werden können (Liebrecht 2020). Hierfür müssen jedoch die Prozesse, Maschinen und Anlagen aber auch Werkstücke und Werkzeuge mit entsprechenden Identifikations-technologien ausgestattet sein, damit entsprechende Datenmengen in der ausreichenden Qualität für echtzeitfähige Shopfloor Management Kennzahlen zu Verfügung stehen (Qian et al. 2019).

Eine weitere Kategorie an IT-Enablers fasst verschiedene Möglichkeiten der **Vernetzung** verschiedener Systeme, Plattformen und Technologien zusammen. Hierunter werden Technologien verstanden, die genutzt werden, um die erfassten Daten zu speichern, damit diese verarbeitet werden können sowie Technologien die benötigt werden, um verschiedene IT-Systeme miteinander zu verknüpfen, damit eine einheitliche Datenbasis (Single Source of Truth) realisiert werden kann (Liebrecht 2020). Dabei existieren verschiedene Möglichkeiten an Kommunikationsprotokollen, Datenbanksystemen, Speichertechnologien und Softwaresystemen, die durch Kombination ein echtzeitfähiges, Digitales Shopfloor Management ermöglichen (Hartner et al. 2020; Kandler et al. 2022d).

#### 4.1.1.1.3 Kennzahlen

Aufgenommene Daten sind die Ausgangsbasis für sowohl die **Visualisierung** als auch **Analyse von Kennzahlen**, ohne welche kein Wissensaustausch, keine Problemlösung

und keine Ressourcensteuerung im Rahmen der Shopfloor Besprechung erfolgen kann (Hartner et al. 2020).

In die Kategorie **Kennzahlen** fallen Shopfloor Management Elemente die zunächst relevante Kennzahlen für das Shopfloor Management definieren. Dabei ist es wichtig, dass Mitarbeitende den eigenen Einfluss auf diese erkennen und hierfür die Kennzahlen verständlich definiert, zusammengefasst und dargestellt sind (Posselt 2014). Für die **Analyse** und die Erkennung von Abweichungen ist es essentiell das geeignete Ziele und Vergleichsgrößen und -werte für Kennzahlen definiert werden (Obermaier & Grottke 2019). Hierfür müssen die Ziele SMART (Spezifisch, Messbar, Akzeptiert, Realistisch und Terminiert) sein (Conrad et al. 2019). Sind Regeln für die verschiedenen Kennzahlen formalisiert, können diese auch automatisch mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz analysiert werden (Longard et al. 2022b). Mit Hilfe einer intuitiven Kennzahlen-**Visualisierung** kann die Analyse dieser wesentlich vereinfacht werden, so dass Mitarbeitende bereits mit einem Blick auf die Kennzahlengraphen Abweichungen und Störungen erkennen, wodurch anschließend die Potentiale des Shopfloor Management realisiert werden können (Kandler et al. 2022d).

#### **4.1.1.2 Die Potentialbereiche des Digitalen Shopfloor Management**

Die Potentialbereiche des Digitalen Shopfloor Managements sind in Anlehnung an bereits existierende Shopfloor Management Modelle in die Dimensionen *Meeting und Wissensaustausch*, *Maßnahmen und Problemlösung* sowie *Ressourcensteuerung* zusammengefasst worden (Conrad et al. 2019; Meißner et al. 2018b). Innerhalb dieser Dimensionen existieren jedoch einzelne Kategorien die jeweils einzelne Aufgaben des Shopfloor Management übernehmen, welche auf den folgenden Seiten vorgestellt werden.

##### **4.1.1.2.1 Meetings und Wissensaustausch**

Zentrale Kategorie in dieser Domäne ist die **Dokumentation** von Wissen, Informationen, Maßnahmen und Besprechungsinhalten. Die Kategorie umfasst damit Shopfloor Management Elemente, wie besprochene Inhalte effizient dokumentiert werden können, damit Mitarbeitende diese Informationen während dem täglichen Arbeitsablauf oder der Schichtübergabe zu Verfügung gestellt bekommen.

Eine weitere Kernaufgabe der täglichen Shopfloor Besprechungen ist die **horizontale und vertikale** Weitergabe von **Informationen** und Wissen (Suzaki 1994). Hierunter

werden Elemente zusammengefasst, welche genutzt werden können, um die Kommunikations- und Informationsstruktur in einem Unternehmen zu entwickeln. Ein Beispiel hierfür ist zum Beispiel die Etablierung einer Shopfloor Management Kaskade. Für Unternehmenskonzerne finden sich hierin auch Elemente, die den Informationsfluss im Rahmen des Shopfloor Managements über Unternehmensgrenzen hinweg ermöglichen.

#### 4.1.1.2.2 Maßnahmen und Problemlösung

Die Dimension Maßnahmen und Problemlösungen beschreibt die Kategorien die mit der Festlegung von Maßnahmen zur Prozessoptimierung im Zusammenhang stehen. Im Rahmen der kurzfristigen Maßnahmendefinition zur Behebung von Störungen in den Produktionsprozessen oder bei auftretenden Problemen, welche die Zielerfüllung behindern steht das **Problemlösungsmanagement** im Fokus (Hertle 2018).

Werden hingegen Maßnahmen zur längerfristigen Prozessoptimierung im Sinne der KAIZEN-Kultur fokussiert, so geschieht dies im Rahmen der Kategorie **Kontinuierlicher Verbesserungsprozess** (Peters 2009). In beiden Fällen müssen die ergriffenen Maßnahmen auch dokumentiert werden, wodurch diese später analysiert und im Falle digitaler Systeme sogar Maßnahmen automatisch vorgeschlagen werden können.

#### 4.1.1.2.3 Ressourcensteuerung

Wesentlicher Entscheidungsraum dezentraler Entscheidungen im Shopfloor Management sind kurzfristige Entscheidungen der Produktionssteuerung und -planung, wie dies die **Maschinenplanung**, die **Mitarbeiterplanung** und die **Auftragssteuerung** darstellen (Kandler et al. 2021).

Die Kategorie **Maschinenplanung** umfasst dabei Elemente die eine kurzfristige Entscheidung und Steuerung von Produktionsanlagen in der Produktion zur Folge hat. Hierzu zählen zum Beispiel die Instandhaltungsplanung aber auch die Zuteilung von Mitarbeitenden an die einzelnen Produktionsstationen.

Im Rahmen der **Mitarbeiterplanung** stehen hingegen kurzfristige Entscheidungen der Personaleinsatzplanung, wie zum Beispiel Schichtpläne, Urlaubsvertretungen, Weiterbildungsplanung und Qualifikationsübersichten.

Weitere Entscheidungen die im Shopfloor Management getroffen werden können betreffen die **Auftragssteuerung**, wie z.B. die kurzfristige Änderung der Auftragsreihenfolge, oder die Einplanung von Produktionsaufträgen mittels Heijunka.

#### 4.1.2 Entwicklung des Reifegradmodells

Die Digitalisierung stellt vielfältige Möglichkeiten für die Weiterentwicklung der einzelnen Dimensionen, Kategorien und Elemente im Digitalen Shopfloor Management Modell dar. Aufgrund neuer technologischer Möglichkeiten, wie beispielsweise die Vernetzung verschiedener Softwarelösungen oder die Nutzung von Künstlicher Intelligenz, erfolgt die Digitalisierung des Shopfloor Management, wie bereits bei der Industrie 4.0, über verschiedene Entwicklungsstufen hinweg (Manzei et al. 2017; Schuh et al. 2020). Entsprechend wird im Rahmen dieses Teilkapitels ein Reifegradmodell entwickelt, welches das zuvor präsentierte Digitale Shopfloor Management Modell um vier Reifegradstufen der Digitalisierung erweitert (Kandler et al. 2022d). Damit das Digitale Shopfloor Management von nachhaltigem Erfolg geprägt ist, muss es an die jeweiligen Entwicklungsstufen im Unternehmen angepasst werden, weswegen im Rahmen des Implementierungsvorgehen (Kapitel 4.3) auf das Reifegradmodell zur Erfassung des Ist-Zustandes zurückgegriffen wird.

Das in dieser Arbeit zugrundeliegende Reifegradmodell (vgl. Abbildung 4-3) orientiert sich an dem Industrie 4.0-Reifegradmodell von Schumacher et al. (2016) sowie dem Shopfloor Management Entwicklungsmodell von Bock & Höfer (2021). Im Rahmen einer durchgeführten Literaturrecherche, im Rahmen der vom Autor angeleiteten Abschlussarbeit von A\_Schröttle (2022), wurden die beiden Reifegradmodelle kombiniert und spezifisch an das Digitale Shopfloor Management Modell angepasst. Für jede der Reifegradstufen *analog*, *digitalisiert*, *digital & vernetzt* sowie *smart & autonom* sind Kriterien zur Erfüllung definiert worden. Im Rahmen des BMBF geförderten Forschungsprojektes teamIn wurde das daraus resultierende Reifegradmodell für das Digitale Shopfloor Management Modell dieser Arbeit validiert.



*Abbildung 4-3 Reifegradstufen und deren Kurzbeschreibung des digitalen Shopfloor Management Modell*

Der **analoge** Reifegrad beschreibt ein Shopfloor Management welches ausschließlich unter Zuhilfenahme von Papier, Strichlisten oder Whiteboards durchgeführt wird (Kandler et al. 2022d). Dabei werden die zu visualisierenden Daten manuell täglich erhoben. Eine andere Alternative stellen tägliche Abfragen in den verwendeten Datenbanken beziehungsweise ERP-Systemen dar, welche anschließend zusammengefasst werden und per Hand oder per Ausdruck als Grafiken visualisiert werden (Lanza et al. 2018b).

Von einem **digitalisierten** Shopfloor Management wird hingegen gesprochen, wenn die zu visualisierenden Daten in Form von statischen Kennzahlen an digitalen Bildschirmen angezeigt werden. Die Aktualisierung der visualisierten Elemente erfolgt dabei nicht automatisch, sondern muss immer erneut manuell angestoßen werden (Kandler et al. 2022d). Die Dashboards können dabei zwar schon eine digitale Eingabefunktion ermöglichen, besitzen aber keine Schnittstellen, um die Daten in andere Systeme einzubinden.

Im Gegensatz zum digitalisierten Shopfloor Management sind beim **digitalen & vernetzten** Reifegrad die einzelnen eingesetzten Systeme miteinander verbunden (Kandler et al. 2022d; Lanza et al. 2018b). Die visualisierten Daten und Inhalte der Shopfloor Boards sind interaktiv und können sich automatisch aktualisieren, teilweise sogar in Echtzeit (Meißner et al. 2020). Gleichzeitig ermöglichen die interaktiven Dashboards die Eingabe von KVP-Ideen und Maßnahmen, welche über einen digitalen Workflow an zuständige Mitarbeitende automatisch weitergeleitet werden (Bock & Höfer 2021).

Der Reifegrad **Smart & autonom** bedeutet, dass weitgehend alle Systeme, welche im Digitalen Shopfloor Management eingesetzt werden, miteinander agieren können und zusätzlich bereits die Daten in einer ausreichenden Menge und Qualität vorliegen, so dass Technologien der Künstlichen Intelligenz genutzt werden können (Bock & Höfer 2021). Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz unterstützt dabei die Durchführung der Shopfloor Meetings aber insbesondere auch deren Vor- und Nachbereitung (Longard et al. 2022b; Müller et al. 2022). Beispielsweise ermöglicht die Künstliche Intelligenz die Prognose von Kennzahlenverläufen und die Identifikation präventiver Verbesserungsmaßnahmen basierend auf den Kennzahlen.

Nicht jedes Element des Digitalen Shopfloor Management Modells kann in jedem der Reifegradstufen sinnvoll umgesetzt werden. Deswegen ist für jedes DSFM-Element des modularen Digitalen Shopfloor Management Modells auf den entsprechenden Steckbriefen (siehe Kapitel 4.1.5) dargestellt, in welchen Reifegradstufen das DSFM-Element sinnvoll realisiert werden kann (Kandler et al. 2022d). Dabei wird für die DSFM-Elemente beschrieben, wie der entsprechende Reifegrad umgesetzt werden kann. Sind DSFM-Elemente in bestimmten Reifegraden nicht sinnvoll realisierbar, wird dies ebenfalls vermerkt.

#### **4.1.3 Technologische Interdependenzen zwischen Digitalen Shopfloor Management Elementen**

Zwischen den einzelnen DSFM-Elementen, welche das Digitale Shopfloor Management Modell (vgl. Abbildung 4-2) beinhaltet, bestehen technologische Abhängigkeiten. Diese Abhängigkeiten ergeben sich durch Voraussetzungen oder technische Eigenschaften, die eine Umsetzung anderer DSFM-Elemente erfordern. Dabei sind letztendlich alle DSFM-Elemente des Enabler-Bereichs eine technische Voraussetzung, um DSFM-Elemente des Potentialbereichs zu realisieren. Wie genau diese Abhängigkeiten zwischen den DSFM-Elementen existieren, ist in Form von gerichteten Verbindungen zwischen den einzelnen DSFM-Elementen beschreiben. Von Interesse sind hierbei, die von Liebrecht 2020 beschriebenen *voraussetzenden Elementbeziehungen*.

Eine *voraussetzende Elementbeziehung* (vgl. Abbildung 4-4) liegt vor, wenn ein Element eine unmittelbare, direkte Voraussetzung für ein weiteres Element darstellt. Dies ist zum Beispiel bei der „Visualisierung von Kennzahlen“ der Fall. Dieses Element ist eine direkte Voraussetzung für die Realisierung des „Abweichungsmanagements“, da ohne eine Visualisierung von Kennzahlen kaum Abweichungen im Rahmen der

Shopfloor Management Besprechungen identifiziert werden können. Im Rahmen der Ableitung der Implementierungsreihenfolgen wird davon ausgegangen, dass voraussetzende Elemente erst bis zu einem gewissen Grad realisiert sein müssen, bevor ein nachfolgendes Element umgesetzt werden kann.



Abbildung 4-4 Voraussetzende Beziehung zwischen zwei DSFM-Elementen

Die einzelnen Beziehungen zwischen den Elementen des Modells ergeben somit ein Netz an Shopfloor Management Elementen. An Hand derer Eigenschaften die Elemente in die vier Reifegradstufen (analog, digitalisiert, digital/vernetzt und smart/autonom) eingesortiert werden können. Gleichzeitig stellt das daraus entstehende Netz sinnvolle und technologische Entwicklungspfade zu einem Digitalen Shopfloor Management über die verschiedenen Reifegradstufen dar, welche im Rahmen von Kapitel 4.3.3.4 zur Bildung technischer Implementierungsreihenfolgen berücksichtigt werden. Allerdings muss hierbei berücksichtigt werden, dass die Realisierung einer analogen Ausbaustufe eines Elements keine Voraussetzung für die Realisierung der digitalen Ausbaustufe darstellt, sondern dessen Implementierung nur unterstützt.

Die Interdependenzen zwischen den einzelnen DSFM-Elementen sind im Anhang A2 zu finden.

#### 4.1.4 Unterstützung der Führungsaufgaben mittels den Zieldimensionen des Shopfloor Managements

Kernfunktion des Digitalen Shopfloor Managements ist die Ausübung von Führungsaufgaben in der Produktion, wobei wesentliche Prinzipien des Lean Leadership umgesetzt werden. In Kapitel 4.1.4.1 werden diese Lean Leadership Prinzipien zunächst erläutert. Die Lean Leadership Prinzipien unterstützen bei der Erfüllung der Führungsaufgaben des Digitalen Shopfloor Managements, welchen den drei Zieldimensionen des Digitalen Shopfloor Managements entsprechen. In Kapitel 4.1.4.2 werden zunächst die drei Zieldimensionen Prozessausführung, Prozessverbesserung und Mitarbeiterentwicklung erklärt. Zusätzlich wird beschrieben, welche Lean Leadership Prinzipien diese drei Zieldimensionen des Digitalen Shopfloor Managements jeweils unterstützen.

Abschließend wird eine Bewertung aller DSFM-Elemente hinsichtlich ihrer Unterstützung der drei Zieldimensionen vorgenommen, welche ebenfalls auf den Steckbriefen der DSFM-Elemente dargestellt wird (vgl. Kapitel 4.1.5)

#### 4.1.4.1 Lean Leadership als Basis

Das Digitale Shopfloor Management stellt ein Führungssystem dar, welches den Führungsstil des Lean Leadership ermöglicht. Es institutionalisiert damit das Lean Management und fördert somit dezentrale Entscheidungen in der Produktion, wodurch schnell, flexibel und unmittelbar auf Störereignisse reagiert werden kann. Abbildung 4-5 zeigt die wesentlichen Komponenten des Lean Leaderships. Diese sind die *Führung vor Ort*, *Hoshin-Kanri*, die *Kundenorientierung*, die *tägliche Feedbackkultur*, die *Verbesserungskultur* im Rahmen des KAIZEN, die *strukturierte Problemlösung*, das *Mentoring mittels Coachinghaltung*, und die *Einbeziehung aller Mitarbeitender*.



Abbildung 4-5 Übersicht über die Prinzipien des Lean Leaderships

**Führung vor Ort oder Go to Gemba** beschreibt die Präsenz von Führungskräften auf dem Shopfloor. Dies zeigt zum einen das Interesse der Führungskräfte an den täglichen Themen, Problemen und Lösungen der Produktion und zum anderen zeigt es Wertschätzung gegenüber den Mitarbeitenden durch das Management. Durch die Anwesenheit der Führungskräfte kann die Motivation der Mitarbeitenden gesteigert werden und es stellt für Mitarbeitende die Möglichkeit dar, Probleme und Forderungen an die

Vorgesetzten zu kommunizieren. Entsprechend unterstützen DSFM-Elemente der Dimension Wissensaustausch und Meetings dieses Lean Leaderships Prinzip.

Unter dem Begriff **Hoshin-Kanri** versteht man den Zielentwicklungsprozess sowie die Zielkaskadierung der Unternehmensziele in Bereichsziele, welche durch Mitarbeitende leicht verstanden und beeinflusst werden können. Damit wird sichergestellt, dass die Mitarbeitenden die Unternehmensziele verstehen sowie ihren individuellen Beitrag zur Zielerfüllung erkennen. Dies kann die Motivation von Mitarbeitenden steigern und die Identifikation mit dem Unternehmen und dessen Zielen. Wichtige Unterstützung erfährt der Führungsstil dabei durch DSFM-Elemente, welche eine sehr gute Datenbasis und den Kennzahlenfokus im Digitalen Shopfloor Management herstellen.

Zusätzlich wird durch das Hoshin Kanri die **Kundenorientierung**, ein weiterer Aspekt des Lean Leaderships, gefördert. Ziel dessen ist die Sensibilisierung der Shopfloor Teams und der Mitarbeitenden auf die Interessen der Kunden, wie beispielsweise kurze Lieferzeiten, eine hohe Qualität, geringe Produktionskosten und eine möglichst verschwendungsreie Produktion. Durch die Sensibilisierung achten die Mitarbeitenden vermehrt auf die Verschwendungsarten in der täglichen Arbeit, da ihnen im Rahmen der Shopfloor Besprechungen täglich die Kennzahlen widerspiegeln, ob im Sinne der Kunden agiert wird.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Lean Leaderships ist die **Feedbackkultur**. Die Etablierung dieser bezieht sich auf die Möglichkeit zum gegenseitigen Feedback zwischen Mitarbeitenden und Führungskräften, wozu täglich die Möglichkeit bestehen sollte. Dabei kann Feedback durch die Führungskraft bezüglich der Einhaltung von standardisierten Arbeitsprozessen und von Mitarbeitenden bezüglich der Möglichkeit zur Erfüllung der Ziele, also Feedback von Mitarbeitenden bezüglich der Arbeitsbedingungen verstanden werden. Bestandteil dieser Feedbackkultur sind die Kennzahlen. Diese ermöglichen eine faktenbasierte Kommunikation und geben dem Shopfloor Team, Feedback zu ihren getroffenen Entscheidungen und deren Auswirkungen auf die Produktionsziele. Damit unterstützen insbesondere die DSFM-Elemente der Dimensionen Daten, Kennzahlen als auch die Meetings und der Wissensaustausch dieses Führungsprinzip des Lean Leaderships.

Die zuvor beschriebene Feedbackkultur ist die Grundlage für die **Verbesserungskultur** des Lean Leaderships, worunter die Förderung der Kontinuierlichen Prozessver-

besserung verstanden wird. Durch das Digitale Shopfloor Management werden Mitarbeitende für Potentiale in den Produktionsprozessen sensibilisiert und hierdurch die tägliche Prozessoptimierung gefördert. Durch gezielten Wissensaustausch und die Besprechung von Verbesserungsideen kann zusätzlich die Innovation und Kreativität gesteigert werden. Gleichzeitig wird hierdurch Anerkennung durch die Führungskräfte für neue Verbesserungsideen gezeigt. Besonders die DSFM-Elemente in der Dimension Problemlösungsmanagement und KVP helfen die Verbesserungskultur im Digitalen Shopfloor Management zu integrieren.

Die **strukturierte Problemlösung** unterstützt die Verbesserungskultur. Ziel des Lean Leaderships hierbei ist die Identifikation von Problemursachen, sodass diese nachhaltig behoben werden können und die Produktionsziele erreicht werden. Dabei unterstützen die Führungskräfte durch ihr Wissen und leiten die Mitarbeitenden in den Methoden der Problemlösung und Ursachenanalyse an. Ishikawa-Diagramme, 5-Warum sowie der PDCA-Zyklus sind Beispiele für DSFM-Elemente der Dimension Problemlösungsmanagement und KVP, welche die strukturierte Problemlösung des Lean Leaderships ermöglichen.

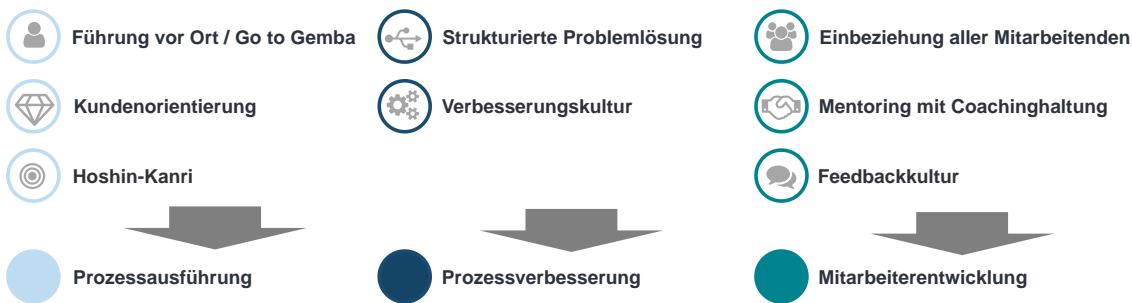
Eine weitere tragende Säule des Lean Leaderships zur Ermöglichung dezentraler Entscheidungen ist die Mitarbeiterentwicklung in Form eines **Mentoring mit einer Coachinghaltung** durch die Führungskräfte. Hierunter versteht man die Eigenschaft der Führungskraft, ihre Mitarbeitenden durch geschickte Fragen bei der Lösungsfindung zu unterstützen und nicht die Lösungen selbst vorzugeben. Durch diese Coachinghaltung werden die Fähigkeiten zur Problemlösung als auch zu dezentralen Entscheidungen gefördert. Besondere Unterstützung bieten dabei die Dimensionen Problemlösungsmanagement, Kennzahlen sowie Meetings und Wissensaustausch.

Eine wesentliche Komponente des Lean Leaderships ist die **Einbeziehung aller Mitarbeitenden**. Hierzu gehört neben den täglichen Besprechungen des Digitalen Shopfloor Managements auch die Beteiligung der Mitarbeitenden an der kurzfristigen Produktionssteuerung sowie bei der Lösung von Problemen. Gefördert wird dies insbesondere durch die Dimensionen Meetings und Wissensaustausch sowie Ressourcensteuerung des Digitalen Shopfloor Management Modells.

#### 4.1.4.2 Zieldimensionen des Shopfloor Managements

Das Digitale Shopfloor Management übernimmt wichtige Führungsaufgaben in der Produktion. Hertle et al. unterteilt diese in drei Zielstellungen: die *Sicherstellung der Prozessausführung*, die *Prozessverbesserung* und die *Mitarbeiterentwicklung* (Hertle et al. 2017). Die in Kapitel 4.1.4.1 beschriebenen Lean Leadership Prinzipien fördern die drei Ziele, weswegen neben einer Erklärung der drei Zieldimensionen in diesem Kapitel zusätzlich beschrieben wird, welche der Lean Leadership Prinzipien die Zieldimensionen fördern. Damit können im Rahmen der Implementierungsstrategie (vgl. Kapitel 4.3.3.3) beispielsweise DSFM-Elemente entsprechend ihres Beitrags zu den Zieldimensionen des Shopfloor Managements ausgewählt werden.

Die täglichen Besprechungen des Digitalen Shopfloor Managements erinnern täglich an die Zielerfüllung in der Produktion und damit an den Abgleich der Ziele innerhalb der Shopfloor Teams über alle Hierarchieebenen hinweg. Damit wird die Führungsaufgabe des Kontrollierens der Zielerreichung sowie die Steuerung der Produktion ausgeführt und somit die richtige **Prozessausführung** sichergestellt (Leyendecker & Pötters 2021). Daran knüpfen die Führungsaufgaben, Planung und Optimierung an. Durch verschiedene Elemente des Digitalen Shopfloor Managements werden täglich die Prozesse hinterfragt und es können Optimierungspotentiale identifiziert werden, wodurch die **Prozessverbesserung** täglich realisiert wird (Hertle et al. 2017). Voraussetzung für die Etablierung einer Verbesserungskultur ist die Sensibilisierung und die Entwicklung der Fähigkeiten der Mitarbeitenden zur Prozessoptimierung sowie zur Selbststeuerung. Damit birgt das Shopfloor Management auch die Chance zur **Mitarbeiterentwicklung** (Hertle et al. 2017). Abbildung 4-6 zeigt, wie die einzelnen Prinzipien des Lean Leaderships die Zieldimensionen des Shopfloor Managements unterstützen.



*Abbildung 4-6 Zusammenhang zwischen den Lean Leadership Prinzipien und den Zieldimensionen des Shopfloor Managements*

Gefördert wird die **Prozessausführung** besonders durch die drei Lean Leadership Prinzipien Go to Gemba (Führung vor Ort), Kundenorientierung und Hoshin-Kanri (vgl. Abbildung 4-6). Durch DSFM-Elemente, welche die Kundenorientierung als auch das Hoshin-Kanri (z.B. Kennzahlenvisualisierung, Bottleneck-Darstellung und Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung) realisieren, wird der aktuelle Status der Produktionsprozesse einfach und eindeutig visualisiert. Gleiches gilt für DSFM-Elemente, welche die Führung vor Ort fördern, wie dies beispielsweise für die Durchführung von SFM-Meetings als auch Gembawalks gilt, weil hierdurch die Führungskräfte automatisch Präsenz in der Produktion zeigen und damit die Einhaltung von gültigen Produktionsstandards für eine korrekte Prozessausführung kontrolliert werden können.

Die Lean Leadership Prinzipien der strukturierten Problemlösung und die Verbesserungskultur fördern besonders die Erfüllung der Zieldimension **Prozessverbesserung**. Besonders solche DSFM-Elemente, welche der Dimension Prozessverbesserung und KVP zugewiesen sind, haben somit einen starken Einfluss auf die Erfüllung dieser Zieldimension.

Die **Mitarbeiterentwicklung** wird besonders durch die Förderung von Mitarbeitenden, hin zu eigenständigen Entscheidungen im Rahmen der täglichen Produktionsarbeit sowie der Förderung eigenständiger Problemlösung und dem selbstständigen Entscheiden bei Abweichungen realisiert. Entsprechend besteht ein großer Zusammenhang zwischen den drei Lean Leadership Prinzipien „Einbeziehung aller Mitarbeitenden“, dem „Mentoring mit Coachinghaltung“ und der „Feedbackkultur“ sowie der Zieldimension der Mitarbeiterentwicklung. Soll gezielt die Mitarbeiterentwicklung im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements gefördert werden, so sind besonders DSFM-Elemente geeignet, die Mitarbeitenden Entscheidungsbefugnis zuweisen. Gleichzeitig sind

DSFM-Elemente, die das eigenständige Handeln fördern, wie z.B. die gezielte Ursachenanalyse, die Nutzung von 8D-Reports oder die Darstellung von Qualifikationsmatrizen für eine positive Mitarbeiterentwicklung hilfreich.

Die richtige und sinnvolle Kombination einzelner DSFM-Elemente sowie sehr gut modierte Shopfloor Besprechungen unterstützen die Umsetzung dieser drei Zielgrößen. Entsprechend ist es für Unternehmen hilfreich zu wissen, wie die einzelnen DSFM-Elemente bei der Realisierung der einzelnen Ziele des Shopfloor Managements unterstützen. Hierzu eignet sich die Bewertung der einzelnen DSFM-Elemente hinsichtlich ihres Beitrags zur Erfüllung der Zieldimensionen des Shopfloor Managements.



Abbildung 4-7: Bewertung des Einflusses auf Zieldimensionen des SFM

Abbildung 4-7 zeigt auf der linken Seite eine schematische Bewertung eines DSFM-Elements, welches in allen vier Reifegradstufen eine sinnvolle Ausprägung besitzt. Gibt es für ein DSFM-Element, wie beispielsweise das „Shopfloor Board“, aufgrund der technologischen Eigenschaften nicht in allen vier Reifegradstufen eine spezifische Ausprägung des DSFM-Elements, so wird die Bewertung nur für die Reifegradstufen vorgenommen, für die eine technologisch sinnvolle Ausprägung definiert werden kann. Die Bewertung erfolgt durch die Experten auf einer Skala von 0-kein Einfluss bis 4-sehr hoher Einfluss.

#### 4.1.5 Entwicklung einer Übersicht der Shopfloor Elemente

Im Rahmen der studentischen Arbeiten von A\_Schröttle (2022), A\_Gabriel (2022) und A\_Dierolf (2022), welche vom Autor angeleitet wurden sowie im Rahmen der beiden Forschungsprojekte Shopfloor Pulse (AiF) und teamIn (BMBF) sind basierend auf Literaturrecherchen sowie durch die Durchführung von Expertenworkshops insgesamt 42 DSFM-Elemente identifiziert worden (A\_Schröttle 2022). Die Ergebnisse der Recherche und die zugehörigen Informationen jedes DSFM-Elements sind in einer zentralen

Datenbank systematisch aufbereitet. Basierend auf dieser Datenbank können alle Informationen eines DSFM-Elements in den Steckbriefen visualisiert werden und gleichzeitig neue DSFM-Elemente der Sammlung hinzugefügt werden. Abbildung 4-8 zeigt eine Übersicht über die identifizierten DSFM-Elemente, welche in dem modularen, Digitalen Shopfloor Management Modell (Kapitel 4.1.1) und zugehörigen Reifegradmodell (Kapitel 4.1.2) eingeordnet sind.

	Analog	Digitalisiert	Digital / Vernetzt	Smart / Autonom
Ressourcen-steuerung			Definierte Zielkorridore Kennzahlen per mobiler App / Shopfloor Visualisierung Maschinenzuständen Wertstrombasierte Kennzahlen Bottleneck-Darstellung Drill-Down von Kennzahlen	
		Kennzahlendiagramme sortiert nach Kategorien		
		Shopfloor Board	Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	
	Kennzahlen, Design & Klassifizierung			
			Zukunftsfähige Kommunik.netzwerke MES (Manufacturing Execution System) SFOS (Shopfloor Operating System) Business Intelligence	
		ERP (Enterprise Resource Planning) - Anbindung Cyberschutz von gespeicherten Daten Homogenisierung Kommunik.-protokolle		
IT-Enabler		Eindeutige und sichere Identitätsnachweise		
			Wearables und mobile Endgeräte	
		Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	Zentrale Verfügbarkeit von Daten	
	Daten Design & Klassifizierung			Data Mining
	Analog	Digitalisiert	Digital / Vernetzt	Smart / Autonom
Ressourcen-steuerung	Schichtplan			
	Qualifikationsmatrix			
	Instandhaltungsplanung		Instandhaltungsplanung	
	Maschinenzuteilung		Maschinenzuteilung	
Maßnahmen & Problemlösung	Heijunka-Board		Heijunka-Board	
		Maßnahmenliste		
	Störmeldesystem		Störmeldesystem	
	Integration Problemanalysemethoden		Integration von Problemanalysemethoden	
	Ishikawa-Diagramm		Ishikawa-Diagramm	
	8D-Report			
	5 x Warum		5 x Warum	
	Abweichungsmanagement			
Meetings & Wissensaustausch	Kaizen-Event & KVP			
	KVP-Board mittels PDCA			
	Shopfloor Meeting		Shopfloor Meeting	
	Gemba-Walks	Dokumentation des Shopfloor Meetings	Digitale Kommunikation zw. Mitarbeiter	
	SFM Kaskade	SFM-Informationsplattform		

Abbildung 4-8 Übersicht über die im DSFM-Modell enthaltenen DSFM-Elemente

Ist für ein DSFM-Element, beispielsweise wie bei der *SFM-Kaskade* nur der analoge Reifegrad eingetragen, so bedeutet dies, dass das DSFM-Element trotzdem in den anderen drei Reifegradstufen genutzt werden kann. Eine Nennung nur im analogen Reifegrad bedeutet in diesem Fall, dass das DSFM-Element keine spezielle technologische Ausprägung in den anderen Reifegradstufen aufweist. Ist ein DSFM-Element über

mehrere Reifegradstufen eingesortiert, so bedeutet dies, dass das DSFM-Element jeweils unterschiedlich technologisch realisiert werden kann und entsprechend der genutzten Technologie unterschiedlichen Reifegraden zugewiesen ist. Dies gilt beispielsweise für die DSFM-Elemente *SFM Informationsplattform* und *Dokumentation des SFM-Meetings*. Ist ein DSFM-Element nur in einem der fortschrittlichen Reifegrade gepflegt, wie dies beispielsweise für die *Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitenden* gilt, so kann dieses DSFM-Element nur mit sehr großem Aufwand in der analogen Reifegradstufe realisiert werden und häufig übersteigt dabei der notwendige Aufwand den angestrebten Nutzen, weswegen die Implementierung eines digital/vernetzten DSFM-Elements auf einer analogen oder digitalisierten Reifegradstufe als technologisch nicht sinnvoll erachtet wird.

Die genauen Informationen, wie die einzelnen DSFM-Elemente technologisch realisiert werden und welchen Zweck diese erfüllen, ist in sogenannten Steckbriefen beschrieben. Abbildung 4-9 stellt die erste Seite eines DSFM-Element-Steckbriefs dar, welche einen Überblick über das DSFM-Element gibt und dieses ausführlich, unabhängig von den Reifegraden, beschreibt. Die erste Seite des Steckbriefes beinhaltet darüber hinaus Implementierungshinweise in Form technologischer Voraussetzungen anderer DSFM-Elemente (vgl. Kapitel 4.1.3). Zudem wird gezeigt, welche Akzeptanzfaktoren bei der Einführung des DSFM-Elements eine besondere Relevanz besitzen (siehe Kapitel 4.2) und in welche DSFM-Dimension des Digitalen Shopfloor Management sich das Element einordnet. Darüber hinaus gibt der Steckbrief aber auch an, wie es die drei Zieldimensionen des Digitalen Shopfloor Management (vgl. Kapitel 4.1.4) fördert.

Die zweite Seite der Steckbriefe (vgl. Abbildung 4-10, gezeigt am Beispiel des DSFM-Elements *Shopfloor Board*) enthält Informationen darüber, ob das DSFM-Element innerhalb der vier Reifegradstufen spezielle wesentliche Merkmale aufweist und wie das Element in den Reifegradstufen realisiert wird. Für die Reifegradstufen, in denen das DSFM-Element spezifisch ausgestaltet werden kann, wird mittels der Umsetzungsgrade die technologische Ausgestaltung beschrieben.

Alle 42 DSFM-Elemente sowie ihre zugehörigen Steckbriefe finden sich in Anhang A1.

## Shopfloor Board 1/2

### Beschreibung

Das Shopfloor Board ist das zentrale DSFM-Element aller Shopfloor Management Besprechungen. An dem Board werden die täglichen Shopfloor Meetings durchgeführt und es dient damit zum einen als Agenda im Rahmen der Shopfloor Besprechungen und zum anderen auch als Möglichkeit zur Dokumentation der besprochenen Inhalte sowie zur Visualisierung und Bereitstellung der Informationen.

Die wichtigste Eigenschaft der Shopfloor Boards ist die Visualisierung der Kennzahlen, welche in Abhängigkeit des Reifegrads an Metaplantafeln, Bildschirmen oder interaktiven Dashboard erfolgt. Alle Inhalte die im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, sollten entsprechend an den Shopfloor Boards visualisiert und dokumentiert werden. Für ein erfolgreiches Shopfloor Management empfiehlt es sich, die Shopfloor Boards einheitlich im Unternehmen zu gestalten und diese so in den Shopfloor Management Bereichen zu platzieren, dass diese von allen Mitarbeitenden gut eingesehen werden können.

Im digitalisierten Reifegrad, stellen die Shopfloor Boards Bildschirme dar, welche allerdings keine Eingabe ermöglichen, sondern nur eine Anzeigefunktion besitzen. Im digital/vernetzten Reifegrad ermöglichen die Bildschirme eine Interaktion und sind mit weiteren DSFM-Elementen (z.B. KVP-Board) digital verknüpft.

### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren

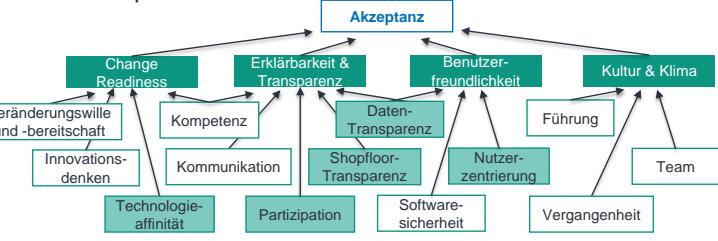


Abbildung 4-9: Übersicht über die DSFM-Elemente am Beispiel „Shopfloor Board“, Seite 1

## Shopfloor Board Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Es werden alle Informationen, welche im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, in Papierform an Whiteboards oder Metaplantafeln bereitgestellt und auf ausgelegten Listen dokumentiert.	Es werden alle Informationen, welche im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, an einem Bildschirm visualisiert. Besprochene Maßnahmen werden in Listen erfasst und anschließend digitalisiert..	Es werden alle Informationen, im Rahmen der Shopfloor Meetings, an einem digitalen Smart- oder Dashboard visualisiert. Durch eine direkte Eingabemöglichkeit können Inhalte direkt protokolliert werden, oder Ansichten gewechselt werden.	Es werden alle Informationen, im Rahmen der Shopfloor Meetings, an einem digitalen Smart- oder Dashboard visualisiert. Durch eine direkte Eingabemöglichkeit können Inhalte direkt protokolliert werden, oder Ansichten gewechselt werden.
0%	DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Es gibt keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen SFM.
25%	Der Einsatz eines analogen Shopfloor Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.	Der Einsatz eines digitalisierten Shopfloor Boards ist geplant, Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung werden erarbeitet. Es werden die Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine digitale Eingabemöglichkeit der Kennzahlen, sowie eine Software für deren Visualisierung.	Der Einsatz eines digitalen Shopfloor Boards ist geplant, Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung werden erarbeitet. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, besonders eine Software zur atm. Visualisierung von Kennzahlen basierend auf digital übermittelten Daten.	
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines analogen Shopfloor Boards ist definiert und es findet erste Anwendungen auf dem Shopfloor. Leistungskennzahlen werden zunehmend durch handgezeichnete Grafiken und Diagramme visualisiert.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines digitalisierten Shopfloor Boards ist definiert und es findet Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Übergangsphase beginnt, in der die Kennzahlen nicht mehr von Hand, sondern von Software, nach manueller Eingabe visualisiert werden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines digitalen Shopfloor Boards ist definiert es findet Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Übergangsphase beginnt, in der die Kennzahlen zunehmend nicht mehr manuelle, sondern automatisch visualisiert und aktualisiert werden.	
75%	Das analoge Shopfloor Board wird umfassend für die Kennzahlenvisualisierung auf dem Shopfloor eingesetzt und bildet das Grundgerüst für die Shopfloor Meetings. Das analoge Shopfloor Board macht Kennzahlen für alle Mitarbeitenden zugänglich.	Das digitalisierte Shopfloor Board wird umfassend für die Kennzahlenvisualisierung eingesetzt und bildet das Grundgerüst für die Shopfloor Meetings. Das digitalisierte Shopfloor Board macht Kennzahlen für alle zugänglich und die Aktualisierung der Kennzahlendiagramme effizienter.	Das digitale Shopfloor Board wird umfassend für die automatische Kennzahlen-visualisierung auf dem Shopfloor eingesetzt und steigert die Effizienz des SFM. Das digitale Shopfloor Board stellt in Echtzeit Kennzahlen zur Verfügung und erlaubt eine interaktive Bearbeitung	
100%	Kennzahlen werden optimal am analogen Shopfloor Board visualisiert, sodass sie für alle Mitarbeitenden intuitiv verständlich sind und die Shopfloor Meetings effizienter machen.	Das digitalisierte Shopfloor Board wird optimal für die Kennzahlenvisualisierung und die Strukturierung des Shopfloor Meetings eingesetzt. Visualisierte Kennzahlen sind durch die effizientere Aktualisierungsmöglichkeit aktueller als am analogen Shopfloor Board.	Das digitale Shopfloor Board wird optimal für die automatische Kennzahlenvisualisierung in Echtzeit und die Strukturierung des Shopfloor Meetings eingesetzt. Bei Bedarf wird das digitale Shopfloor Board um zusätzliche Funktionalitäten und externe Schnittstellen zum digitalen Zugriff erweitert.	

Abbildung 4-10: Umsetzungsgrad der DSFM-Elemente am Beispiel „Shopfloor Board“, Seite 2

## 4.2 Akzeptanzmodell für ein Digitales Shopfloor Management

Wesentlicher Erfolgsfaktor für ein nachhaltiges, Digitales Shopfloor Management sind zum einen eine sehr gute Durchführung der Shopfloor Besprechungen und eine hohe Akzeptanz des Führungssystems Shopfloor Management bei allen Beteiligten im Unternehmen (Kandler et al. 2022b). Die Akzeptanz für das Führungssystem hängt von den Moderatoren und Führungskräften ab, aber auch von vielen weiteren Faktoren bei der Implementierung sowie der Durchführung des Digitalen Shopfloor Managements. Im Rahmen dieses Kapitels wird ein Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management vorgestellt und in ein Vorgehen überführt, welches während der Einführung sowie Durchführung des Digitalen Shopfloor Management genutzt werden kann, um die Akzeptanz der Mitarbeitenden für das Führungssystem zu erfassen. Dieses Akzeptanzmodell ist gemeinsam mit der vom Autor betreuten Abschlussarbeit von A\_Dierolf (2022) entstanden.

Das Akzeptanzmodell umfasst dabei neben Akzeptanzfaktoren auch geeignete Akzeptanzmaßnahmen, welche genutzt werden können, um die Ausprägung der Akzeptanzfaktoren zu verbessern.

### 4.2.1 Akzeptanzfaktoren des digitalen Shopfloor Management

Die Akzeptanzfaktoren des Modells sind in Zusammenarbeit mit A\_Dierolf (2022) mittels Literaturrecherche identifiziert und mittels Experteninterviews priorisiert und validiert worden. Dabei wurde zunächst allgemein nach Akzeptanzmodellen und anschließend spezifischer nach Akzeptanzmodellen für das Digitale Shopfloor Management und die Industrie 4.0 gesucht (A\_Dierolf 2022). Die hierbei identifizierte Literatur wurde anschließend auf relevante Akzeptanzfaktoren mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse durchsucht, wobei Akzeptanzkriterien codiert wurden und anschließend entsprechend ihrer Häufigkeit ausgewertet wurden (Mayring & Fenzl 2019). Als Codes dienten hierbei Faktoren, die mit der Akzeptanz und der Einstellung von Mitarbeitenden gegenüber einem Veränderungsprozess in Verbindung stehen, wie zum Beispiel die Benutzerfreundlichkeit, die Veränderungsbereitschaft oder die Erklärbarkeit. Nachfolgende

Tabelle 1 zeigt die genannten Akzeptanzfaktoren und deren zugehörige Häufigkeit entsprechend der durchgeföhrten Literaturrecherche.

*Tabelle 1 Akzeptanzfaktoren und deren ermittelte Häufigkeit in der Literaturrecherche*

Akzeptanzfaktor	Häufigkeit
Veränderungsbereitschaft	13
Veränderungswille	7
Innovationsdenken	3
Technologieaffinität	4
Kompetenz	14
Erklärbarkeit & Transparenz	2
Kommunikation	16
Partizipation	18
Shopfloor-Transparenz	10
Daten-Transparenz	7
Benutzerfreundlichkeit	8
Software-Sicherheit	3
Nutzerzentrierung	6
Kultur & Klima	8
Führung	14
Team	7
Vergangenheit	4

Anschließend wurden die genannten Kriterien in Beziehung zueinander gesetzt, woraus sich das Zielsystem für die Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management in vier wesentliche Regelgrößen aufteilt. Das zugrundeliegende Akzeptanzmodell ist in Abbildung 4-11 mit den vier Regelgrößen (*Veränderungsbereitschaft, Erklärbarkeit & Transparenz, Benutzerfreundlichkeit und Kultur & Klima*) dargestellt und wird auf den anschließenden Seiten erläutert. Dabei werden auch die jeweiligen Stellgrößen und Zusammenhänge zwischen den Akzeptanzfaktoren beschrieben.

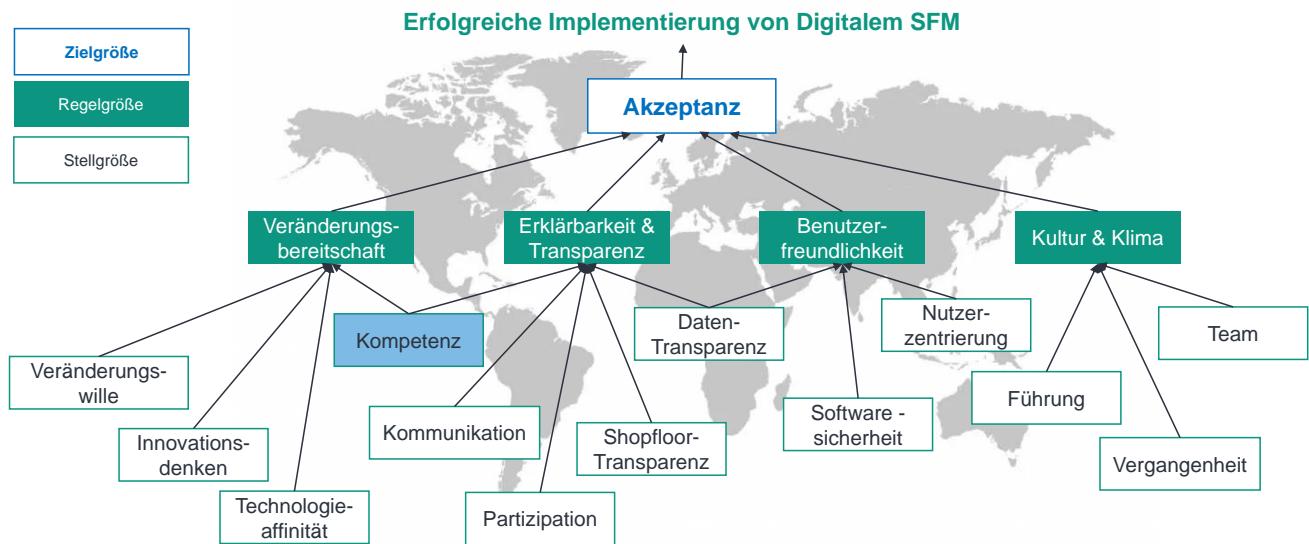


Abbildung 4-11 Überblick über das Zielsystem der Akzeptanz, in Anlehnung an (Kandler et al. 2022b)

#### 4.2.1.1 Veränderungsbereitschaft

Veränderungsbereitschaft beschreibt die Überzeugungen, Einstellungen, Absichten und Haltungen der Mitarbeitenden, welche dem Veränderungsprozess ausgesetzt sind sowie die Fähigkeit der beteiligten Organisation diesen Veränderungsprozess zu gestalten und durchzuführen und dabei die Haltungen und Absichten der Mitarbeitenden zu adressieren (Rafferty et al. 2013). Die Ausprägung der Veränderungsbereitschaft kann sich entsprechend während des Veränderungsprozesses durch die Gestaltung und dessen Auswirkung auf die Mitarbeitenden verändern (Holt et al. 2007). Einflussfaktoren der Veränderungsbereitschaft sind der *Veränderungswille* jeder einzelnen Person, das *Innovationsdenken*, die *Technologieaffinität* und die *Kompetenz* (A\_Dierolf 2022).

Der **Wille zur Veränderung** hängt dabei von jedem einzelnen Mitarbeitenden ab, wird aber auch durch das Akzeptanzobjekt und dessen Auswirkungen auf die Organisation und die Akzeptanzsubjekte und deren Arbeitsprozesse und Verhaltensweisen bestimmt (Abel et al. 2019). Zusammenfassend bestimmt sich damit der Veränderungswille durch die Motivation zur Veränderung der Akzeptanzsubjekte, der wahrgenommenen Notwendigkeit, Dringlichkeit und Umsetzbarkeit der Veränderung (Long & Spurlock 2008; Sorko et al. 2020). Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt dabei auch die **Kompetenz** der Organisation und insbesondere der Mitarbeitenden hinsichtlich ihrer Fähigkeit

zur Veränderung und zur Nutzung der neuen Technologie (vgl. Kapitel 4.4) (Leiter & Harvie 1998).

Die Veränderungsbereitschaft hängt zudem von dem **Innovationsdenken** der Akzeptanzsubjekte, also der Organisation und den Mitarbeitenden ab. So sind Individuen mit einem hohen Innovationsdenken, welches sich durch Neugierde und Kreativität zeigt, häufig einfacher von der Digitalisierung des Shopfloor Managements überzeugt als Mitarbeitende mit einem geringen Innovationsdenken. Der Grund hierfür liegt in einer grundsätzlich offeneren Haltung dieser Mitarbeitenden gegenüber Neuerungen und Veränderungen, weswegen diese häufig auch direkt in die Gestaltung und Entwicklung der technologischen Veränderung einbezogen werden können (Choi 2011; Fu et al. 2016; Sorko et al. 2020).

In ähnlicher Weise beeinflusst auch die **Technologieaffinität** die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeitenden. Diese leitet sich von der persönlichen Einstellung der Mitarbeitenden gegenüber neuen Technologien ab. Eine entscheidende Rolle spielen dabei der wahrgenommene Nutzen sowie die Sinnhaftigkeit der Veränderung, aber auch der Wert der Daten und der Systemsicherheit der eingesetzten Softwareprogramme für das Digitale Shopfloor Management (Marangunić & Granić 2015; Molino et al. 2020; Ullrich et al. 2015).

#### **4.2.1.2 Erklärbarkeit und Transparenz**

Die Erklärbarkeit und Transparenz beschreibt die Einflüsse durch die Nachvollziehbarkeit und Interpretierbarkeit von Sachverhalten und dem geplanten Veränderungsprozess durch die Mitarbeitenden (Hasselmann et al. 2018). Hierunter fallen damit Kriterien, wie eine plausible Erklärung für die Durchführung und Notwendigkeit der Veränderung aber auch die korrekte Darstellung und Durchführung eines aussagekräftigen Zeit-, Umsetzungs- und Kommunikationsplan der geplanten Shopfloor Management Einführung. Damit dieser Einflussfaktor ideal berücksichtigt wird, müssen die Mitarbeitenden alle Informationen über die geplante Veränderung besitzen. Hierzu zählen Informationen über die Planung, die Notwendigkeit, die Vorgehensweise und die technische Umsetzung sowie deren Vor- und Nachteile, welche die Mitarbeitenden von den Führungskräften beziehungsweise Change Managern erhalten (McKay et al. 2013; Rogiest et al. 2015). Die wesentlichen Stellgrößen sind somit die *Kompetenz*, die *Kommunikation*, die *Partizipation*, die *Shopfloor Transparenz* und die *Datentransparenz* (Hasselmann et al. 2018).

Besitzen die Mitarbeitenden die wesentliche **Kompetenz** hinsichtlich dem Shopfloor Management sowie dessen Umsetzung und Zielsetzung, so beeinflusst dies die Akzeptanz für die Anwendung von Shopfloor Management positiv (A\_Dierolf 2022). In gleicherweise gilt dies auch für die Digitalisierung des Shopfloor Managements (Kandler et al. 2022b). Allerdings spielt es eine Rolle, ob die Mitarbeitenden ausreichend über die geplanten Maßnahmen zur Umsetzung von Digitalem Shopfloor Management informiert wurden (Sorko et al. 2020). Entsprechend ist die **Kommunikation** der geplanten Shopfloor Management Einführung ein entscheidender Akzeptanzfaktor, wobei hierbei vor allem die Kommunikation durch die Entscheidungsträger, also der Führungskräfte, gemeint ist (A\_Dierolf 2022). Es spielt dabei eine Rolle, wie etwas kommuniziert wird, um die Mitarbeitenden hinsichtlich der geplanten Veränderung zu informieren, weshalb eine Kommunikationsarchitektur ein Bestandteil eines erfolgreichen Change Managements darstellt. Die Kommunikation sollte dabei über den geplanten Zielzustand, den Grund der Umsetzung und dem Unterschied zwischen den Veränderungen informieren sowie dabei insbesondere die Erwartungen und Ängste der beteiligten Mitarbeitenden adressieren (McKay et al. 2013; Rehouma et al. 2020; Ullrich et al. 2015).

Damit Shopfloor Management allgemein erfolgreich verläuft, ist es ebenfalls wichtig, dass eine hohe **Shopfloor Transparenz** als auch **Datentransparenz** vorliegt (Kandler et al. 2022b). Unter der Shopfloor Transparenz versteht man die Informationen über die einzelnen Ansprechpartner, Rollen, Kommunikationsprozesse und Zuständigkeiten sowie Zugehörigkeiten des Shopfloor Managements (A\_Dierolf 2022; Kandler et al. 2022e). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass sich Mitarbeitende vor allem dann mit den Kennzahlen identifizieren, wenn diese klar in ihren Wirkungsbereich fallen und diese Kennzahlen sowie alle anderen Informationen eine hohe Datentransparenz aufweisen (Kandler et al. 2022a). Die Datentransparenz beschreibt den Informationsgehalt (Marangunić & Granić 2015), die Informationsqualität (Wu 2012), den Detailierungsgrad sowie die Datenverfügbarkeit und Datenqualität (Clausen et al. 2020; Ullrich et al. 2015).

Neben der Kommunikation und Kompetenz sowie der Transparenz gilt auch die **Partizipation** der Mitarbeitenden an der Shopfloor Management Einführung als wichtiger Faktor der Erklärbarkeit und Transparenz (Kandler et al. 2022b). Dabei ist es logisch, dass Mitarbeitende besser den Sinn und Zweck einer Veränderung, z.B. der Digitalisierung des Shopfloor Managements, verstehen, wenn Sie an deren Einführung und Umsetzung direkt in Form der Mitgestaltung und Mitbestimmung beteiligt werden (Choi

2011; Elmasllari 2019). Insbesondere durch eine frühe Beteiligung in Form der Erstellung einer gemeinsamen Vision und Zielstellung für die Einführung des Shopfloor Managements kann eine hohe Akzeptanz für das Digitale Shopfloor Management geschaffen werden, indem die Mitarbeitenden Ihre Wünsche und Anforderungen einbringen können und diese berücksichtigt werden (Bretz et al. 2022). Allerdings muss im Zuge der Partizipation auch berücksichtigt werden, dass diese vom Grad der Umsetzung der Mitarbeiterwünsche abhängt. Werden die Wünsche zwar aufgenommen, aber nicht adressiert und den Mitarbeitenden auch nicht erklärt, warum die Anforderungen nicht umgesetzt werden können, so kann dies zu einer geringen Akzeptanz aufgrund von Unverständnis und Frustration führen (Lanza et al. 2022). Es ist selbstverständlich, dass nicht alle Mitarbeitende in Workshops berücksichtigt werden können, jedoch können auch schon Feedbackgespräche oder überhaupt die Möglichkeit Feedback zu geben, als kleinste Form der Partizipation positiv auf die Akzeptanz einwirken.

#### **4.2.1.3 Benutzerfreundlichkeit**

Benutzerfreundlichkeit bedeutet, dass etwas einfach und angenehm in der Bedienung gegenüber dem Benutzer ist. Dies wird erreicht, indem ein System oder eine Technologie entsprechend den Bedürfnissen des Nutzenden entwickelt wird und somit einen hohen Nutzen für diesen, aufgrund einfacher Bedienbarkeit, geringer Fehlerquellen und geringen Hürden in der Anwendung und Erlernbarkeit aufzeigt (Fred D.; Meißner et al. 2019).

Ein wesentliches Kriterium für eine hohe Benutzerfreundlichkeit des Shopfloor Managements ist entsprechend die **Nutzerzentrierung** im Rahmen der Ausgestaltung des Shopfloor Management Systems. Hierbei spielen Kriterien wie Aufgabenangemessenheit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit, Steuerbarkeit sowie die Erfüllung von Nutzeranforderungen eine große Rolle (Fred D.; Meixner & Görlich 2008). Die Aufgabenangemessenheit beschreibt die notwendigen Funktionen zur Aufgabenerfüllung und deren Umsetzung zur Vereinfachung der Aufgaben des Nutzenden, wobei das System eine möglichst einfache Bedienung (Steuerbarkeit) aufweisen sollte. Die Aufgabenerfüllung geht einher mit gewissen Erwartungen des Nutzenden an die neue Technologie. Sind die technologischen Ausprägungen des Systems konform zu den Erwartungen der Nutzenden, so liegt eine hohe Erwartungskonformität und damit

ein positiver Einfluss auf die Akzeptanz vor. In gleicherweise gilt dies für die Individualisierbarkeit, wobei hiermit die Erwartungen des Nutzenden an eine mögliche Anpassung des Systems an seine Bedürfnisse beschrieben wird. (A\_Dierolf 2022)

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Benutzerfreundlichkeit des Shopfloor Managements ist die **Datentransparenz** (vgl. Kapitel 4.2.1.2), da nur mit verlässlichen Daten gute dezentrale Entscheidungen getroffen werden können. Entsprechen die visualisierten Daten nicht den Anforderungen der Nutzenden oder sind sie sogar veraltet oder verfälscht, können die Potentiale des Shopfloor Managements nur schwer realisiert werden. Werden im Shopfloor Management nur veraltete Daten besprochen, so wird häufig der Nutzen der täglichen Besprechungen durch die Mitarbeitenden angezweifelt, was einer niedrigen Benutzerfreundlichkeit gleich kommt und entsprechend zu Demotivation, einer geringen Zufriedenheit und somit zu einer geringen Akzeptanz führt. (A\_Dierolf 2022)

Ein wesentlicher Faktor der Benutzerfreundlichkeit ist auch die **Softwaresicherheit**. Diese beschreibt die Sicherheit einer Software gegenüber falscher Verwendung, Datenschutz und Zugriff durch Dritte (Schuldt & Friedemann; Ullrich et al. 2015). Gerade im Zuge des Shopfloor Managements werden Daten übersichtlich visualisiert, weswegen hierbei sichergestellt sein muss, dass die Daten nicht durch Fremdzugriff manipuliert werden und somit falsche Entscheidungen durch die Mitarbeitenden getroffen werden. (A\_Dierolf 2022)

#### 4.2.1.4 Kultur und Klima

Unter Kultur und Klima versteht man die im Unternehmen vorherrschende Unternehmenskultur sowie der Umgang zwischen Führungskräften und Mitarbeitenden als auch zwischen den Mitarbeitenden untereinander (Zettl et al. 2020). In Bezug auf die Einführung von Shopfloor Management sind vor allem drei Stellgrößen, die die Akzeptanz beeinflussen, von Bedeutung. Dies sind das *Führungssystem*, die *Teamkultur* und die *Vergangenheit* (Kandler et al. 2022b).

**Führung** beschreibt die zwischenmenschliche Beziehung zwischen Mitarbeitenden und Führungskräften, welche durch die Elemente des Lean Leaderships und einer wertebasierten Unternehmenskultur geprägt sind. Verläuft diese Beziehung auf einer Ebene des gegenseitigen Vertrauens, so werden Mitarbeitende später im Rahmen des Shopfloor Managements häufiger und offener über Probleme und Herausforderungen

in der täglichen Arbeit sprechen, da sie aufgrund einer ausgeprägten Fehler-, Feedback- und Wertekultur keine Bestrafungen sowie keine negativen Kommentare fürchten müssen (Netland et al. 2019). Die Führungskraft agiert hierbei häufig entsprechend einer Coachinghaltung und fordert sowie fördert Mitarbeitende. Dabei berücksichtigt die Führungskraft die sieben Werte einer wertebasierten Unternehmenskultur (Zettl et al. 2020).

Der Erfolg eines Shopfloors ist immer ein Zusammenwirken einzelner Mitarbeitender in einem **Team** und hängt wesentlich von den zwischenmenschlichen Beziehungen der Mitarbeitenden untereinander ab. Dabei wirkt es sich positiv aus, wenn klare Rollen und Verantwortlichkeiten herrschen, wodurch Missverständnisse vermieden werden können, aber auch eine hohe Identifikation mit den Kennzahlen und Inhalten der Shopfloor Besprechungen erreicht werden können (Oakland & Tanner 2007; Sterrer 2014). Agieren die Mitarbeitenden im Team können sie gemeinsam wichtige und kurzfristige Entscheidungen treffen. Dabei lösen die Mitarbeitenden selbst, mittels der ausgebildeten Problemlösekompetenz, Herausforderungen in der Produktion und übernehmen gegebenenfalls kurzfristige Aufgaben der Produktionssteuerung, wie zum Beispiel die Priorisierung von Aufträgen oder die Maschinenplanung, wodurch die Selbstorganisation (Autonomie) gesteigert wird (Molino et al. 2020). Gerade in der heutigen Zeit, in der mehr und mehr Mitarbeitende der Generation Y und Z in den Beruf einsteigen, kann dies ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber der Konkurrenz sein, da gerade diese beiden Gruppen mehr und mehr Verantwortung übernehmen möchten und nicht nur ausschließlich mittels eines finanziellen Anreizes geworben werden können.

**Vergangenheit** beschreibt die vergangenen Erfahrungen der Mitarbeitenden mit den bisherigen Veränderungsprozessen im Unternehmen (Marangunić & Granić 2015). Dabei beeinflusst der Umgang mit den Mitarbeitenden, in Zeiten geringer Akzeptanz, die jetzige. Aber auch die vergangene Führungsarbeit beeinflusst die Einstellung der Mitarbeitenden zu einem Führungssystem, wie beispielsweise dem Digitalen Shopfloor Management. Haben die Führungskräfte bereits in der Vergangenheit gute Führungsarbeit geleistet, so wird sich das Shopfloor Management leichter einführen lassen als wenn zuvor ein geringeres Vertrauensverhältnis im Unternehmen vorzufinden war.

#### 4.2.2 Quantifizierung der Akzeptanz

Damit die Akzeptanz während der Veränderung quantifiziert werden kann, müssen die einzelnen Akzeptanzfaktoren des Modells zu einander in Verbindung gesetzt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht jeder Akzeptanzfaktor die gleiche Bedeutung besitzt und diese eine unterschiedliche Relevanz für die Akzeptanz darstellen. Zur Ermittlung der Relevanz der einzelnen Akzeptanzfaktoren werden paarweise Vergleiche, sowohl auf Ebene der Regelgrößen als auch auf der Ebene der Stellgrößen, durchgeführt (Riedl 2005). Mittels der paarweisen Vergleiche werden die einzelnen Akzeptanzfaktoren entsprechend ihres Einflusses auf die darüber liegende Kenngröße sortiert, wodurch ein gewichteter Graph entsteht. Dieser stellt neben den Einflussbeziehungen die Bedeutung der einzelnen Akzeptanzfaktoren als Stell- und Regelgrößen der Akzeptanz des Digitalen Shopfloor Managements dar (Riedl 2005). Die Durchführung der Paarweisen Vergleiche erfolgt mit der Neun-Punkte-Skala der Saaty-Methodik (vgl. Abbildung 4-12) durch insgesamt acht Experten (vgl. Anhang A.5) aus der Industrie und Forschung (A\_Dierolf 2022; Saaty 2008; Saaty 1977).

Skalenwert	Definition	Interpretation
1	Gleiche Bedeutung	Beide verglichenen Kriterien haben die gleiche Bedeutung für das nächsthöhere Kriterium.
3	Etwas größere Bedeutung	Erfahrung und Einschätzung sprechen für eine etwas größere Bedeutung eines Kriteriums im Vergleich zu einem anderen.
5	Erheblich größere Bedeutung	Erfahrung und Einschätzung sprechen für eine erheblich größere Bedeutung eines Kriteriums im Vergleich zu einem anderen.
7	Sehr viel größere Bedeutung	Die sehr viel größere Bedeutung eines Kriteriums hat sich in der Vergangenheit klar gezeigt.
9	Absolut dominierend	Es handelt sich um den größtmöglichen Bedeutungsunterschied zwischen zwei Kriterien.
2,4,6,8	Zwischenwerte	
Wenn ein Kriterium eine geringere Bedeutung hat, ist der Kehrwert des Skalenwerts zu verwenden		

*Abbildung 4-12 Neun-Punkte-Skala nach Saaty (Saaty 2008)*

Dabei bestimmten die Experten jeweils für die einzelnen Hierarchieebenen die Rangfolge der Akzeptanzfaktoren, entsprechend ihrer Bedeutung für die übergeordnete Regelgröße. Zunächst wird eine Matrix erstellt, mit welcher die Rangfolge der vier Regelgrößen (*Veränderungsbereitschaft, Erklärbarkeit & Transparenz, Benutzerfreundlichkeit, Kultur & Klima*) auf die Akzeptanz ermittelt wird. Anschließend wird für jede Regelgröße die Relevanz der einzelnen Stellgrößen analog mittels eigener Matrizen durch die Experten bestimmt (Saaty 2008). Anschließend wird der Mittelwert aus den jeweiligen Matrizen der Experten bestimmt und in jeweils einer Matrix für jede Regelgröße zusammengeführt. Anschließend wird dem AHP folgend, mittels der Eigenvektormethode (vgl. Ronniger (2014)), die Gewichtung der einzelnen Stellgrößen bestimmt (Riedl 2005). Die nachfolgende Abbildung 4-13 zeigt die Gewichte innerhalb des DSFM-Akzeptanzmodells, welches sich aus den insgesamt acht Expertenbewertungen ergibt.

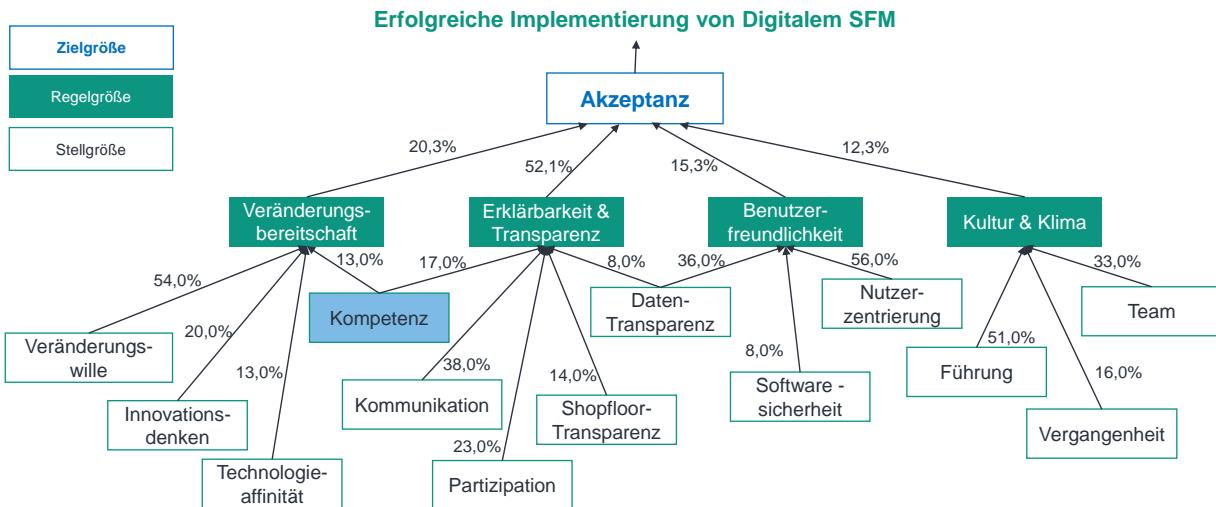


Abbildung 4-13 Gewichtete Regel- und Stellgrößen der DSFM-Akzeptanz

Aus Abbildung 4-13 ist ersichtlich, dass bei den vier Regelgrößen die größte Bedeutung der Erklärbarkeit und Transparenz zukommt, gefolgt von der Veränderungsbereitschaft, Benutzerfreundlichkeit und Kultur. Zudem ist der Einfluss der einzelnen Akzeptanzfaktoren auf die vier Regelgrößen ersichtlich. Beispielsweise ist erkennbar, dass die Benutzerfreundlichkeit am ehesten durch Akzeptanzmaßnahmen der Nutzerzentrierung verbessert werden kann.

Normiert man die einzelnen Gewichte der Akzeptanzfaktoren (Stellgrößen), unter Berücksichtigung der Gewichte der vier Regelgrößen, so erhält man die Wichtigkeit der einzelnen Stellgrößen für die Akzeptanz einer erfolgreichen DSFM-Implementierung (Ronniger 2014). Abbildung 4-14 zeigt die Stellgrößen der Akzeptanz in absteigender Reihenfolge.

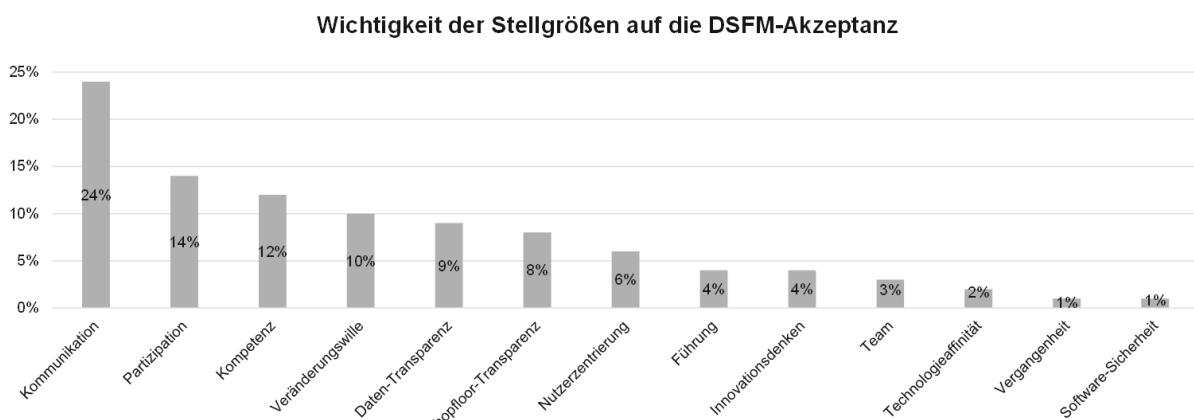


Abbildung 4-14 Ergebnis des AHP

#### 4.2.3 Verknüpfung zwischen Akzeptanzmodell und DSFM-Elementen

Im Rahmen dieses Kapitels wird aufgezeigt, wie die einzelnen Akzeptanzfaktoren (vgl. Kapitel 4.2.1) in Verbindung mit den DSFM-Elementen des Digitalen Shopfloor Management Modells stehen (vgl. Kapitel 4.1.5). Aus dieser Verknüpfung lassen sich anschließend passende Akzeptanzmaßnahmen (vgl. Kapitel 4.2.4) zur Begleitung der Einführung von Digitalem Shopfloor Management auswählen, wodurch sich anschließend ein menschzentrierter Implementierungsprozess ableiten lässt (vgl. Kapitel 4.3).

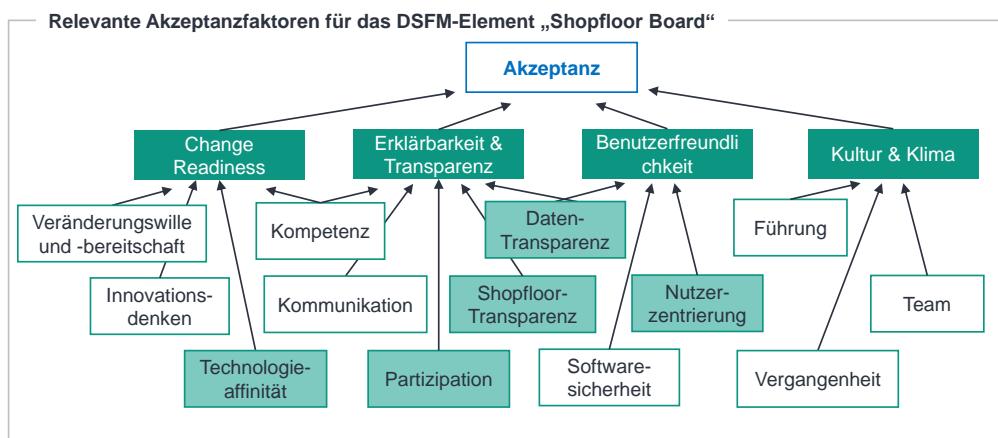


Abbildung 4-15 Relevante Akzeptanzfaktoren für das DSFM-Element „Shopfloor Board“

Für jedes der DSFM-Elemente wurde die Relevanz der einzelnen Akzeptanzfaktoren des Akzeptanzmodells bewertet (vgl. Abbildung 4-15). Die Bewertung erfolgte im Rahmen der studentischen Arbeit von A\_Dierolf und wurde im Rahmen eines Workshops mit Experten des Digitalen Shopfloor Managements validiert. Die daran beteiligten Experten sind im Anhang A.5 aufgeführt. Die relevanten Akzeptanzfaktoren werden auf den DSFM-Elementen grün hervorgehoben, wodurch ersichtlich ist, welche Akzeptanzfaktoren bei der Einführung beziehungsweise Umsetzung des DSFM-Elements berücksichtigt werden müssen. Durch Vergleich der zu berücksichtigenden Akzeptanzfaktoren der DSFM-Elemente und den durch die Akzeptanzmaßnahmen beeinflussenden Akzeptanzfaktoren können damit passende Akzeptanzmaßnahmen (vgl. Anhang A.3) zur Gestaltung des begleitenden Veränderungsmanagements bestimmt werden.

Abbildung 4-15 zeigt die Bewertung der Akzeptanzfaktoren für das DSFM-Element des Shopfloor Boards. Entsprechend dieser Akzeptanzfaktoren eignen sich beispielsweise das nutzerzentrierte Design, die Fokusgruppe und die Zukunftsreise als begleitende Akzeptanzmaßnahmen für die Einführung von Shopfloor Boards.

#### 4.2.4 Akzeptanzmaßnahmen

Akzeptanzmaßnahmen stellen Aktivitäten dar, mit dessen Hilfe die Akzeptanz für das Digitale Shopfloor Management, unabhängig vom Reifegrad, bei den Mitarbeitenden hergestellt werden kann (Kandler et al. 2022b). Insgesamt umfasst das Modell 26 Akzeptanzmaßnahmen, welche im Anhang A.3 beschrieben sind. Hierbei handelt es sich mehrheitlich um gezielte Maßnahmen aus dem Change Management, der Organisationsentwicklung aber auch aus dem Design Thinking und dem User Centred Design. Gerade die Maßnahmen des Design Thinking und User Centred Design eignen sich für die partizipative Gestaltung des Veränderungsprozess (Meißner et al. 2019). Sie binden Mitarbeitende unmittelbar in den Veränderungsprozess ein und stellen somit geeignete Aktivitäten für einen menschzentrierten Einführungsprozess dar (Kandler et al. 2022e; Meißner et al. 2019). Die nachfolgende Abbildung 4-16 zeigt eine Übersicht der 26 Akzeptanzmaßnahmen.

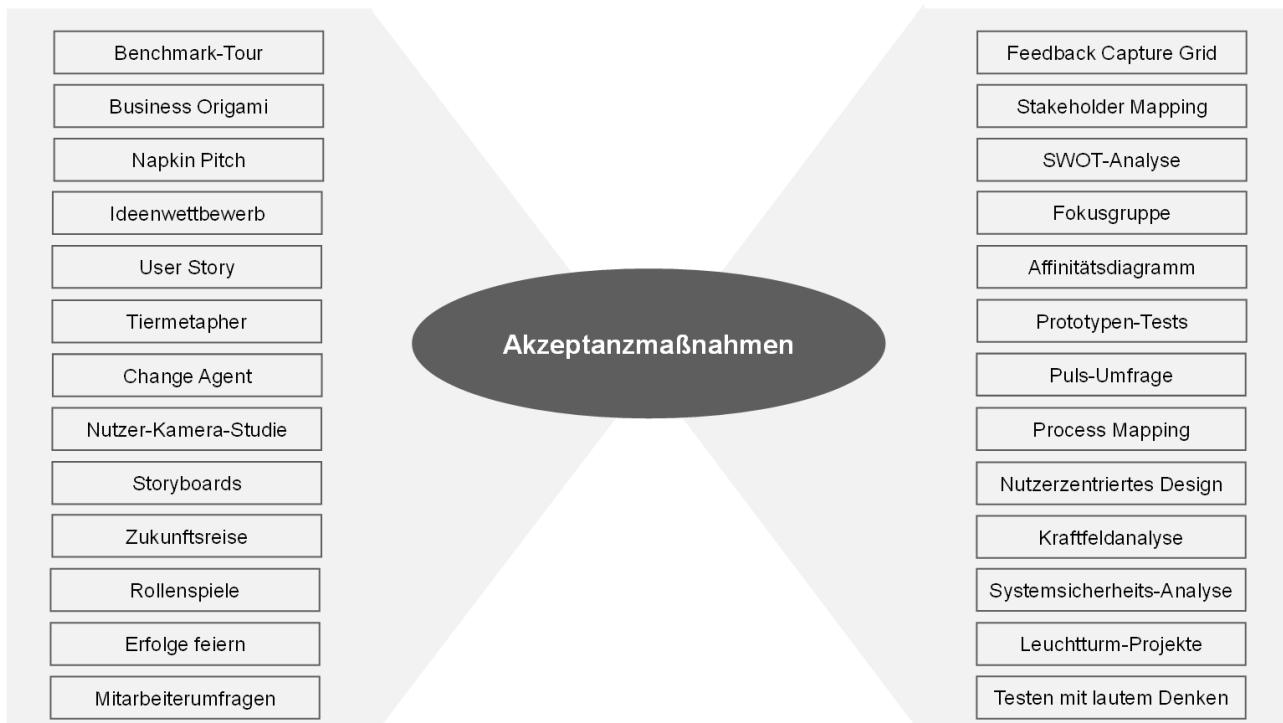


Abbildung 4-16 Übersicht über die im Akzeptanzmodell enthaltenen Maßnahmen

Zur besseren Übersichtlichkeit sind die einzelnen Maßnahmen standardisiert in Steckbriefen beschrieben (Kandler et al. 2022b). In den Akzeptanzsteckbriefen sind alle notwendigen Informationen enthalten, um diese während der Einführung von Digitalem

Shopfloor Management zu nutzen (Kandler et al. 2022b). Allerdings bieten die Steckbriefe und das Akzeptanzmodell nur die grundlegenden Informationen zur Unterstützung während der Einführung und ersetzen keinesfalls einen ausgebildeten Organisationsentwickler oder Change Manager. Trotzdem helfen diese, insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen, zur menschzentrierten Gestaltung des Einführungsprozesses für das Digitale Shopfloor Management (Kandler et al. 2022e).



### Business Origami (Sandbox Session)

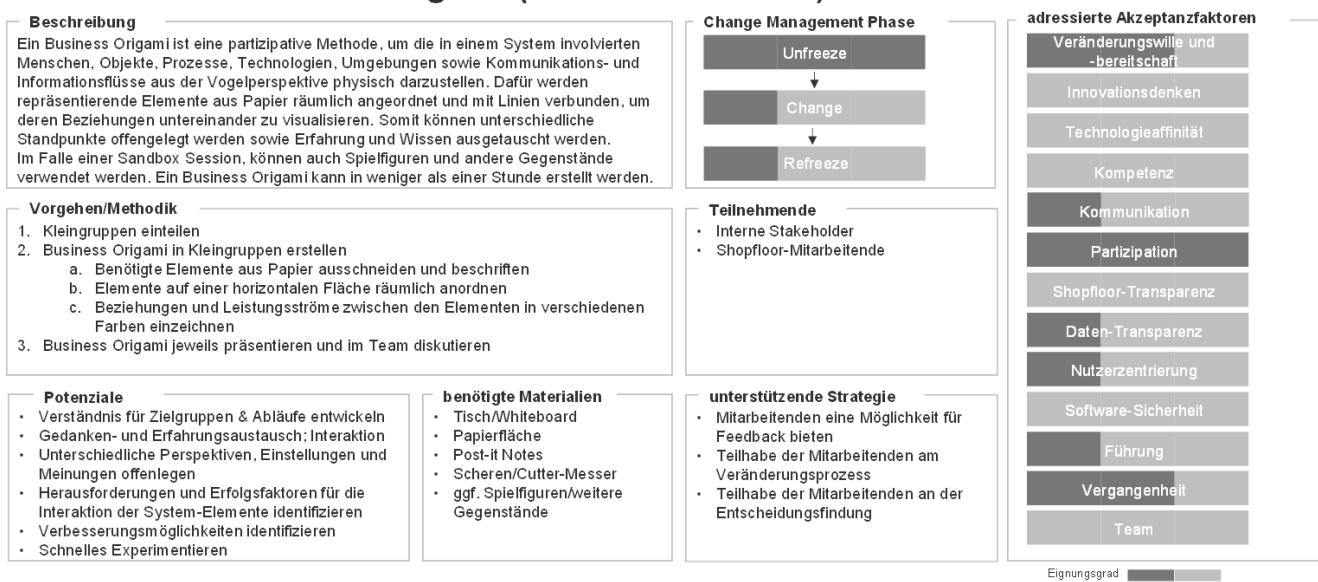


Abbildung 4-17 Steckbrief einer Akzeptanzmaßnahme

Die Steckbriefe, wie dieser beispielhaft in Abbildung 4-17 für das „Business Origami“ dargestellt ist, geben zunächst einen Überblick darüber, welche Ziele die Akzeptanzmaßnahme verfolgt und zu welchem Zweck diese im Einführungsprozess genutzt werden kann. Hierzu werden die Maßnahme und deren Einsatz beschrieben sowie die notwendigen Teilnehmenden und Materialien zur Nutzung dargelegt. Darüber hinaus wird für jede Maßnahme auch dargestellt, in welchen Change Phasen von Levin sich die Maßnahmen am sinnvollsten einsetzen lassen und welche Stell- und Regelgrößen durch die Maßnahme tangiert und damit verbessert werden kann. Dabei geben die Steckbriefe an, ob eine Maßnahme nicht geeignet, wenig geeignet, mittel gut geeignet oder sehr gut geeignet für die Optimierung der einzelnen Akzeptanzfaktoren ist. Vollständig grau gefärbte Akzeptanzfaktoren, bedeuten, dass die Akzeptanzmaßnahmen

keine Eignung zur Optimierung der Akzeptanz darstellen, während vollständig grün gefärbte Akzeptanzfaktoren eine sehr gute Eignung der Maßnahme zur Optimierung dieses Akzeptanzfaktors darstellen. (A\_Dierolf 2022; Kandler et al. 2022b)

Die Zuordnung zu den Change Management Phasen von Levin sowie die Eignung der Akzeptanzmaßnahmen zur Verbesserung der Akzeptanzfaktoren basiert auf der Einschätzung der selben acht Experten, welche bei der Gewichtung der Akzeptanzfaktoren mitgewirkt haben (vgl. Kapitel 4.2.2). Hierzu haben die Experten jeweils für die Akzeptanzmaßnahmen angegeben, ob diese zur Optimierung der Akzeptanzfaktoren geeignet ist (vgl. Abbildung 4-18). Die relativen Häufigkeiten der Expertenmeinungen für die Eignung der Maßnahmen bilden die Grundlage für die Einteilung in die vier Abstufungen (keine Eignung, leichte Eignung, mittlere Eignung, starke Eignung). Anhand des Maximums der Expertenmeinungen können so drei Intervalle aufgespannt werden, deren Grenzen bestimmt werden, indem der Wertebereich zwischen null Prozent und dem Maximum (100 Prozent) gedrittelt wird. Die Variable X steht hierbei für die relative Häufigkeit der Expertenmeinung und ist die Grundlage für die Bestimmung des Eignungsgrades. (Kandler et al. 2022b)

Akzeptanzmaßnahme	Affinitätsdiagramm		Benchmark-Tour		Bestimmung der Relativen Häufigkeit
	Anzahl Zuordnung	Rel. Häufigkeit	Anzahl Zuordnung	Rel. Häufigkeit	
Akzeptanzfaktoren					
Veränderungswille	4	20%	3	25%	
Innovationsdenken	1	5%	1	8%	
Technologieaffinität	0	0%	1	8%	
Kompetenz	1	5%		0%	
Kommunikation	5	25%		0%	
Partizipation	0	0%		0%	
Shopfloor-Transparenz	2	10%	1	8%	
Daten-Transparenz	2	10%	1	8%	
Nutzerzentrierung	2	10%		0%	
Software-Sicherheit		0%		0%	
Führung	1	5%	1	8%	
Team	1	5%	3	25%	
Vergangenheit	1	5%	1	8%	
Gesamt Zuordnung	20		12		
<b>MAX-Intervall</b>	25%		25%		
<b>2/3*MAX-Intervall</b>	17%		17%		
<b>1/3*MAX-Intervall</b>	8%		8%		
keine Zuordnung	0%		0%		

Bestimmung der Relativen Häufigkeit
$\frac{\text{Anzahl Zuordnung je Akzeptanzfaktor}}{\text{Gesamtanzahl Zuordnung Akzeptanzmaßnahme}}$
<b>Relativen Häufigkeit Affinitätsdiagramm/Veränderungswille</b>
$\frac{4}{20} = 20\%$
Bestimmung der Intervalle
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Keine Eignung:</b> <math>x = 0\%</math></li> <li><b>Leichte Eignung:</b> <math>0\% &lt; x \leq 1/3 * \text{Max. Anzahl Zuordnung}</math></li> <li><b>Mittlere Eignung:</b> <math>1/3 * \text{Maximum} &lt; x \leq 2/3 * \text{Max. Anzahl Zuordnung}</math></li> <li><b>Starke Eignung:</b> <math>2/3 * \text{Maximum} &lt; x \leq 100\%</math></li> </ul>

Abbildung 4-18 Bewertung von Akzeptanzmaßnahmen zur Optimierung der Akzeptanzfaktoren

Für die Eignung der Akzeptanzmaßnahmen für die einzelnen Change Management Phasen nach Levin wird die gleiche Verrechnungsfunktion genutzt (A\_Dierolf 2022). Wobei wieder die relativen Häufigkeiten der Experten aus dem Workshop genutzt werden.

#### 4.2.5 Operationalisierung des Akzeptanzmodells

Zur Operationalisierung des Akzeptanzmodells werden Mitarbeiterumfragen eingesetzt. Diese werden genutzt, um während der Einführung des Digitalen Shopfloor Managements die einzelnen Stell- und Regelgrößen des Akzeptanzmodells zu quantifizieren (Kandler et al. 2022e). Um jedoch psychologischen Effekten vorzubeugen und möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, werden Item-Checks verwendet. Ein Item stellt dabei Ausprägungen, Merkmale oder Eigenschaften des Akzeptanzfaktors dar und kann somit verwendet werden, um die Ausprägung dessen zu beschreiben. Die Mitarbeitenden beantworten somit keine Fragen direkt zu den einzelnen Stell- und Regelgrößen, sondern nehmen Stellung zu einzelnen Ausprägungen, den sogenannten Items, der Stell- und Regelgrößen. Hierdurch wird vermieden, dass die Mitarbeitenden zum Beispiel Fragen zur Benutzerfreundlichkeit oder zum Führungsverhalten nicht wahrheitsgemäß beantworten, weil diese Konsequenzen von z.B. Führungskräften fürchten. (Kandler et al. 2022e)

Zur Durchführung der Mitarbeiterumfragen muss das Akzeptanzmodell geeignete psychologische Items zu Verfügung stellen. Hierzu wurden für die einzelnen Akzeptanzfaktoren geeignete Items recherchiert und in Item-Katalogen aufbereitet (A\_Dierolf 2022). Die einzelnen Item-Kataloge, wie dieser beispielhaft für den Akzeptanzfaktor Partizipation in Abbildung 4-19 dargestellt ist, befinden sich in Anhang A.4. Aus diesen können geeignete Items für die Umsetzung in den Mitarbeiterumfragen ausgewählt werden. Die Items werden dabei in Fragen formuliert, welche anschließend in den Umfragen von den Mitarbeitenden beantwortet werden müssen. Um einem Mittelwert-Bias vorzubeugen sind die Umfragen als 6-stufige Likert-Skala aufgebaut, bei welcher die Mitarbeitenden bewerten müssen, ob Sie eher der positiven oder eher der negativen Ausprägung des psychologischen Items zustimmen. Die 6-stufige Likert-Skala ergibt sich aus den Erkenntnissen der Anwendung bei der Firma Sartorius, bei welcher noch mit einer 4-stufigen Skala die Akzeptanzfaktoren erhoben wurden. Dabei zeigte sich, dass eine 4-stufige Skala aufgrund der geringen Spannweite nur bedingt Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Akzeptanzmaßnahmen zulässt (vgl. Kapitel 5.1.2). Ob während der Einführung alle Akzeptanzgrößen oder nur einzelne in die Umfragen eingebunden werden sollen, ist unternehmensindividuell und hängt insbesondere von der Bereitschaft der Mitarbeitenden zur Beantwortung von Mitarbeiterumfragen ab. (Kandler et al. 2022e)

**Item-Katalog: Partizipation**

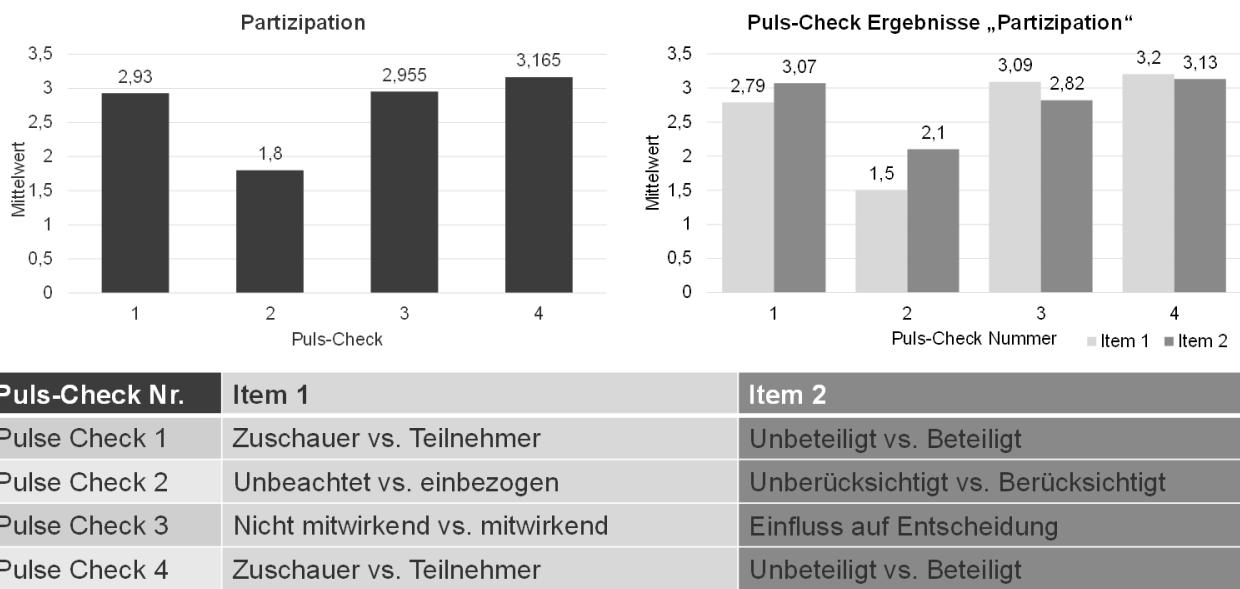
<b>In Bezug auf die Einführung von dSFM bin ich...</b>							
unbeachtet	1	2	3	4	5	6	einbezogen
Zuschauer	1	2	3	4	5	6	Teilnehmer
unberücksichtigt	1	2	3	4	5	6	berücksichtigt
ausgegrenzt	1	2	3	4	5	6	integriert
ausgeschlossen	1	2	3	4	5	6	eingebunden
unbeteiligt	1	2	3	4	5	6	beteiligt
Außen vor	1	2	3	4	5	6	involviert
isoliert	1	2	3	4	5	6	eingegliedert
<b>In Bezug auf die Einführung von dSFM bin ich...</b>							
nicht mitwirkend	1	2	3	4	5	6	mitwirkend
<b>Ich habe Einfluss auf kurfristige Entscheidungen.</b>							
trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
<b>Ich bin bei kurzfristigen Entscheidungen involviert.</b>							
trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
<b>Ich empfinde den Führungsstil als partizipativ.</b>							
trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
<b>Ich habe die Möglichkeit frei und offen mein Feedback zu kommunizieren.</b>							
trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu

*Abbildung 4-19 Beispielhafter Item-Katalog zur Erfassung des Akzeptanzfaktors Partizipation*

Damit die Umfragen genutzt werden können, um situativ den Veränderungsprozess bei der Einführung des Digitalen Shopfloor Managements zu gestalten, müssen die Umfragen während der Einführung regelmäßig wiederholt werden. Um einer geringen Beteiligung aufgrund der Wiederholung gleicher Fragen vorzubeugen bieten die Item-Kataloge genügend Items, um mit verschiedenen Fragen die Ausprägung der einzelnen (Bretz et al. 2022) Stell- und Regelgrößen der Akzeptanz zu bestimmen. Durch die zyklischen Befragungen können anschließend situativ passende Akzeptanzmaßnahmen ergriffen werden, um den Veränderungsprozess menschzentriert zu gestalten. (A\_Dierolf 2022)

Abbildung 4-20 zeigt eine exemplarische Darstellung der Umfrageergebnisse mittels Puls-Checks bei denen Item-Kataloge verwendet werden. In diesem Fall wird der Akzeptanzfaktor *Partizipation* bei der Einführung eines digitalen Shopfloor Boards mit insgesamt sechs verschiedenen Items über einen Zeitraum von vier Puls-Checks erfasst und dargestellt. Der vierte Puls-Check verwendet die gleichen Items des ersten Puls-Checks. Mittels unterschiedlichen Items kann so nun über einen längeren Verlauf die *Partizipation* überprüft werden. Wird im zeitlichen Verlauf deutlich, dass sich der Akzeptanzfaktor über den zeitlichen Verlauf negativ ändert (beispielsweise zwischen Puls-Check 1 und Puls-Check 2), können gezielt Akzeptanzmaßnahmen wie zum Beispiel

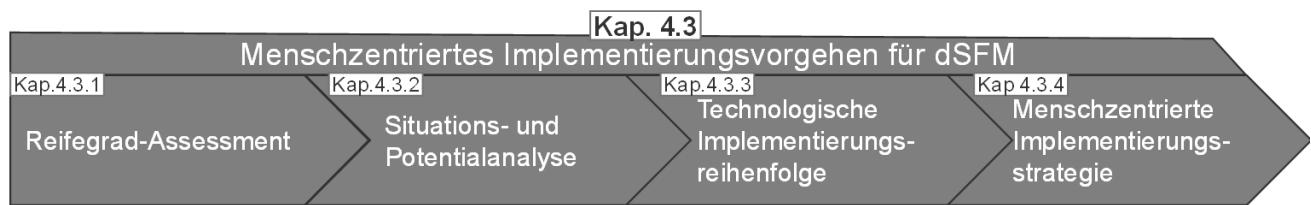
User-Story, Fokusgruppe oder Nutzerzentriertes-Design zur Steigerung des Akzeptanzfaktors angewendet werden.



*Abbildung 4-20 Darstellung der Umfrageergebnisse*

## 4.3 Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das modulare Digitale Shopfloor Management

Das Implementierungsvorgehen (vgl. Abbildung 4-21) für das modulare, Digitale Shopfloor Management verknüpft das modulare, Digitale Shopfloor Management Modell (Kapitel 4.1) mit dem Akzeptanzmodell (Kapitel 4.2), welche zusammen Basis für die Ableitung der Implementierungsfolgen im praktischen Einsatz sind.



*Abbildung 4-21 Die Phasen des menschzentrierten Implementierungsvorgehens*

Insgesamt besteht das menschzentrierte Implementierungsvorgehen aus vier Phasen die nacheinander durchlaufen werden. Ergebnis des Vorgehens ist eine Implementierungs-Roadmap für das Digitale Shopfloor Management für ein Unternehmen oder einen Unternehmensbereich.

Ausgangsbasis für das Implementierungsvorgehen ist ein **Reifegrad-Assessment** (vgl. Kapitel 4.3.1), mit dessen Hilfe der Ist-Zustand des Unternehmens hinsichtlich des Digitalen Shopfloor Managements bewertet wird. Zusätzlich liefert das Assessment eine Vision für den angestrebten Zielzustand am Ende des Implementierungshorizonts für das Digitale Shopfloor Management des Unternehmens.

Das Reifegrad-Assessment ist Ausgangspunkt für die sich anschließende **Situations- und Potentialanalyse** (Kapitel 4.3.2), mit deren Hilfe der exakte Umsetzungsgrad der einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Managements bestimmt werden kann, wodurch die derzeitige Situation bei der Umsetzung erfasst wird und entsprechend die Potentiale sichtbar werden. Neben dem Umsetzungsgrad der Elemente wird die Analyse, um eine Erhebung der aktuellen Akzeptanz für das Digitale Shopfloor Management ergänzt, wodurch passende und begleitende Akzeptanzmaßnahmen bestimmt werden können. Die Situation- und Potentialanalyse kann wiederkehrend, während der Umsetzung der Implementierungs-Roadmap, genutzt werden, um erneut die nächsten Handlungsschritte auszuwählen.

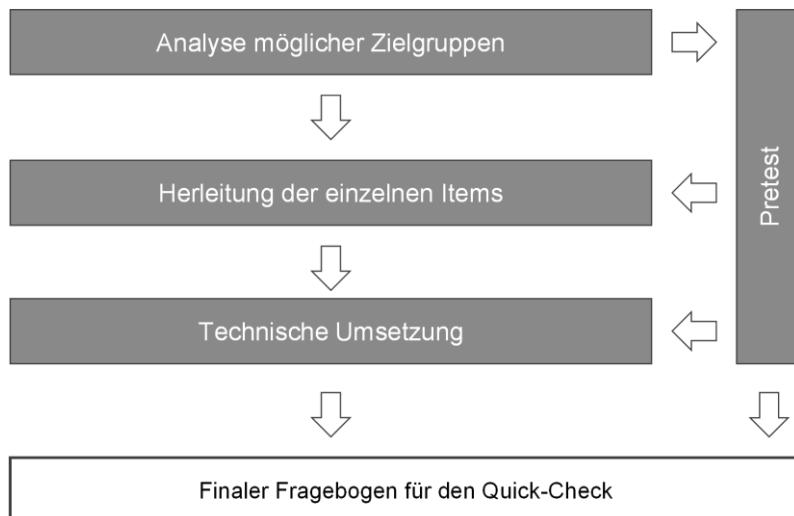
Im Folgenden wird dann in Kapitel 4.3.3 die **technologische Implementierungsreihenfolge** zur Erreichung des Zielzustandes für das Digitale Shopfloor Management gebildet. Hierbei stehen den Unternehmen verschiedene Strategien zur Auswahl, welche genutzt werden können, um basierend aus den technologischen Beziehungen der Digitalen Shopfloor Management Elemente eine technologisch sinnvolle Implementierungsreihenfolge zu bestimmen.

Abschluss des **menschzentrierten Implementierungsvorgehens** (Kapitel 4.3.4) stellt die Ergänzung der technologischen Implementierungsreihenfolge um passende Akzeptanzmaßnahmen dar. Hierdurch wird aus der technologischen Implementierungsreihenfolge eine menschzentrierte. Diese menschzentrierte Implementierungsreihenfolge ähnelt somit einem detaillierten Change-Management, bestehend aus Elementen des Digitalen Shopfloor Managements und passender Akzeptanzmaßnahmen.

#### **4.3.1 Reifegrad Assessment zur Ermittlung der DSFM-Reife**

Anknüpfend an das, in Kapitel 4.1.1 entwickelte, modulare Digitale Shopfloor Management Modell und an das entwickelte Reifegradmodell in Kapitel 4.1.2, wird innerhalb dieses Kapitels ein Reifegrad-Assessment vorgestellt. Das Reifegrad-Assessment ist so konzipiert, dass Unternehmen damit den aktuellen Ist-Zustand hinsichtlich des Digitalen Shopfloor Managements in den sechs Dimensionen sowie elf DSFM-Kategorien bewerten können. Darüber hinaus kann mittels dem Reifegrad-Assessment der angestrebte Zielzustand eines Unternehmens für ein Digitales Shopfloor Management erfasst werden (Kandler et al. 2022d).

Die Vorgehensweise zur Entwicklung des Reifegrad-Assessments lehnt sich an ein vierstufiges Vorgehensmodell an, welches in Abbildung 4-22 dargestellt ist. Dieses wurde gemeinsam mit der, vom Autor angeleiteten, studentischen Arbeit von Herrn Schröttle angewendet (A\_Schröttle 2022) und orientiert sich an der Entwicklung des Industrie 4.0-Reifgrad Assessment von Schuhmacher (Schumacher et al. 2016).



*Abbildung 4-22 Vorgehen zur Entwicklung des DSFM-Reifegrad-Assessment*

Damit die Fragebögen zielgerichtet entwickelt werden können, müssen diese entsprechend ihres Verwendungszwecks und entsprechend ihrer Zielgruppen definiert werden (Baur & Blasius 2019). Eine essentielle Eigenschaft dabei ist die Verständlichkeit der Fragen sowie damit verbunden eine möglichst eindeutige Formulierung der verwendeten Fragen, Skalen und Items (A\_Schrötle 2022).

Das Reifegrad-Assessment dieser Arbeit richtet sich entsprechend Abbildung 4-23 insbesondere an Führungskräfte, Lean Manager sowie Projektleiter im Rahmen des Shopfloor Managements, weswegen ein hoher Wissensstand über das Shopfloor Management sowie die Lean Management Philosophie vorausgesetzt wird. Trotzdem werden im Fragebogen Fachbegriffe möglichst sparsam verwendet und sofern möglich, die Fragen so gestellt, dass diese auch von Laien beantwortet werden können. Hierzu wurde auf Fachbegriffe wie Abweichungsmanagement oder Problemlösungsmanagement oder der Abfrage gezielter Shopfloor Management Elemente verzichtet, da diese einer Erklärung bedürften, um allgemein verständlich zu sein.

Im zweiten Schritt des Vorgehens gilt es die einzelnen Kategorien, Fragearten und eigentlichen Fragen in Form von Items für den Fragebogen festzulegen. Aufgrund der Anforderungen eines einfachen und verständlichen Fragebogens sind die Fragen möglichst einfach und anschaulich zu formulieren. Aus diesem Grund verfolgt das Reifegrad-Assessment ein zwei-stufiges Vorgehen zur Ermittlung des Zielzustandes und des Reifegrads. Anfang bildet die Erhebung der angestrebten Vision im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements (Kandler et al. 2022d). Daran anknüpfend wird der tatsächliche Reifegrad des Unternehmens im Digitalen Shopfloor Management bestimmt

(Kandler et al. 2022d). Dieser ermittelte Reifegrad gilt als Ausgangsbasis für die Implementierung des Digitalen Shopfloor Management.

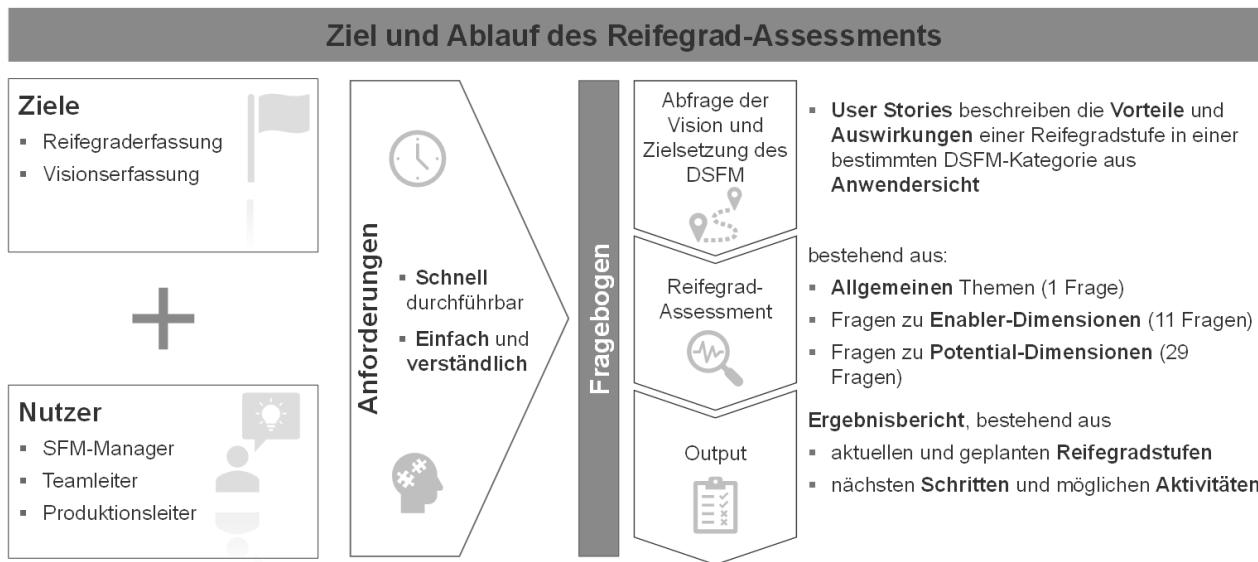


Abbildung 4-23 Aufbau des Reifegrad-Assessment (A\_Schröttle 2022))

Für die Bestimmung der Vision des betrieblichen Shopfloor Managements wird auf die Methodik von User Stories zurückgegriffen (Lanza et al. 2018b). Hierbei werden zunächst für die einzelnen Kategorien des DSFM-Modells für jeden Reifegrad passende User-Stories formuliert (siehe Anhang A.3). Hierzu werden die Kriterien der Reifegradstufen für jede DSFM-Kategorie spezifiziert und aus diesen sowie den zugewiesenen DSFM-Elementen User-Stories formuliert (A\_Schröttle 2022). Diese sind für alle DSFM-Kategorien im Anhang A.6 zu finden. Bei der Formulierung der User-Stories ist zu beachten, dass diese möglichst verständlich sind und ein klares Bild des realisierten Reifegrades in der DSFM-Kategorie wiedergegeben wird. Entsprechend sind diese mittels Mitarbeitenden des BMBF geförderten Forschungsprojektes teamIn erprobt und iterativ verbessert worden und abschließend in den Fragebogen aufgenommen worden.

Bei der Erfassung des Ist-Zustandes werden hingegen, statt User-Stories, übliche geschlossene Frageformen verwendet. Teilweise handelt es sich dabei um Auswahlfragen, um Ja-Nein-Fragen oder um Skalen. Die Verwendung von Skalen ist insbesondere hilfreich, um den Reifegrad bei der Datenaufnahme zu erfassen. Die Schwierigkeit hierbei ist jedoch, dass die Skalen möglichst einfach gewählt sein müssen, um aussagekräftige Ergebnisse bei gleichzeitig geringer Beantwortungszeit zu erhalten. Aus diesem Grund wurden hierfür vierstufige Skalen von „1“ bis „4“ gewählt, wobei „1“ für die

schlechteste Ausprägung, wie zum Beispiel „gar nicht“ steht und „4“ hingegen das zugehörige Gegenteil darstellt. Diese vierstufige Skala verhindert somit einen Mittelwert-Bias, da die auszufüllenden Personen somit zu mindestens eine Tendenz hinsichtlich der aktuellen Ist-Situation angeben müssen. (Kandler et al. 2022d)

Für das Reifegrad-Assessment innerhalb der einzelnen DSFM-Kategorien müssen zunächst die einzelnen Reifegradkriterien je DSFM-Kategorie in den einzelnen Reifegradstufen bestimmt werden. Diese Reifegradkriterien leiten sich von den DSFM-Elementen ab, welche den einzelnen Reifegradstufen innerhalb der DSFM-Kategorien zugewiesen sind (Kandler et al. 2022d). Die genaue Definition der einzelnen Reifegradkriterien erfolgte aufgrund von Literaturrecherchen sowie der vom Autor betreuten Abschlussarbeiten von A\_Schrötle (2022) und A\_Gabriel (2022). Abbildung 4-24 zeigt die Reifegradkriterien für die DSFM-Kategorie *Datenaufnahme* der DSFM-Dimension *Daten*. Aus den definierten Reifegradkriterien wird anschließend ein standardisierter Fragenkatalog hergeleitet. Dabei werden nicht alle DSFM-Elemente hinsichtlich ihrer Umsetzung überprüft, sondern stattdessen anhand der definierten Reifegradkriterien der Umsetzungsstand ermittelt, wodurch sich der Reifegrad im Rahmen des DSFM-Modells in relativ kurzer Zeit ermitteln lässt (Schnell 2019).

Der verwendete Fragebogen für das Reifegrad-Assessment findet sich im Anhang A.6.

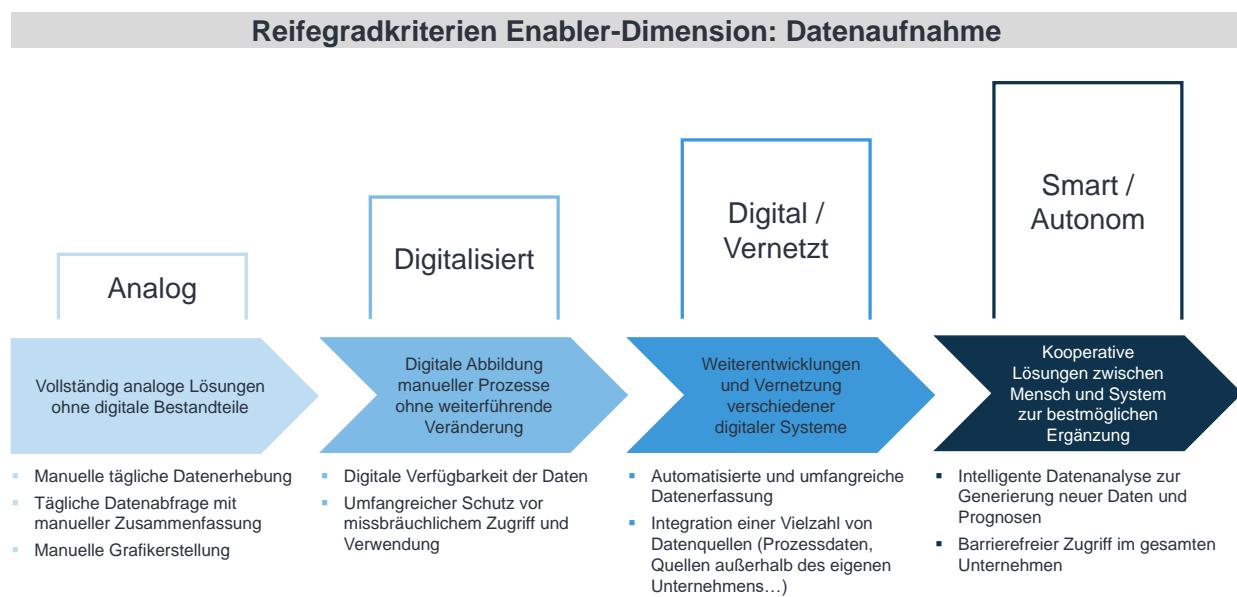


Abbildung 4-24 Reifegradkriterien der DSFM-Kategorie Daten

Das Ergebnis des Reifegrad-Assessments wird in anschaulichen Spinnennetzgrafiken dargestellt, wie dies die nachfolgende Abbildung 4-25 zeigt. Damit kann auf einen Blick der Ist-Zustand und Ziel-Zustand des analysierten Digitalen Shopfloor Managements

eines Unternehmens erfasst werden. Darüber hinaus bieten die Grafiken den Vorteil, dass bereits dringende Handlungsfelder direkt ersichtlich werden, aber auch bereits fortschrittliche DSFM-Kategorien sich zeigen. Hierdurch kann in den anschließenden Phasen zielgerichtet an der Einführung des Digitalen Shopfloor Managements gearbeitet werden.

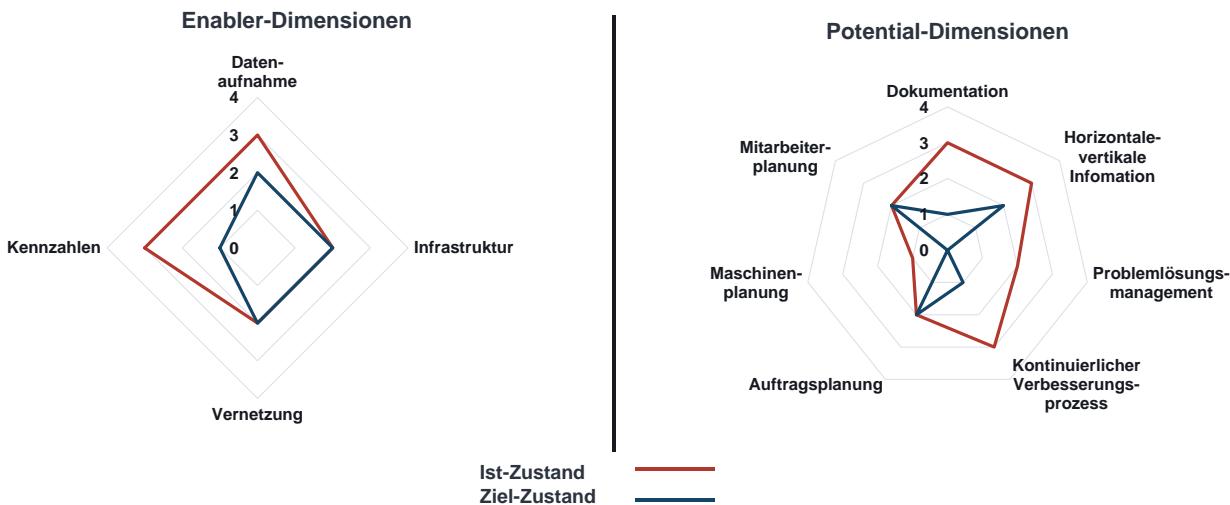
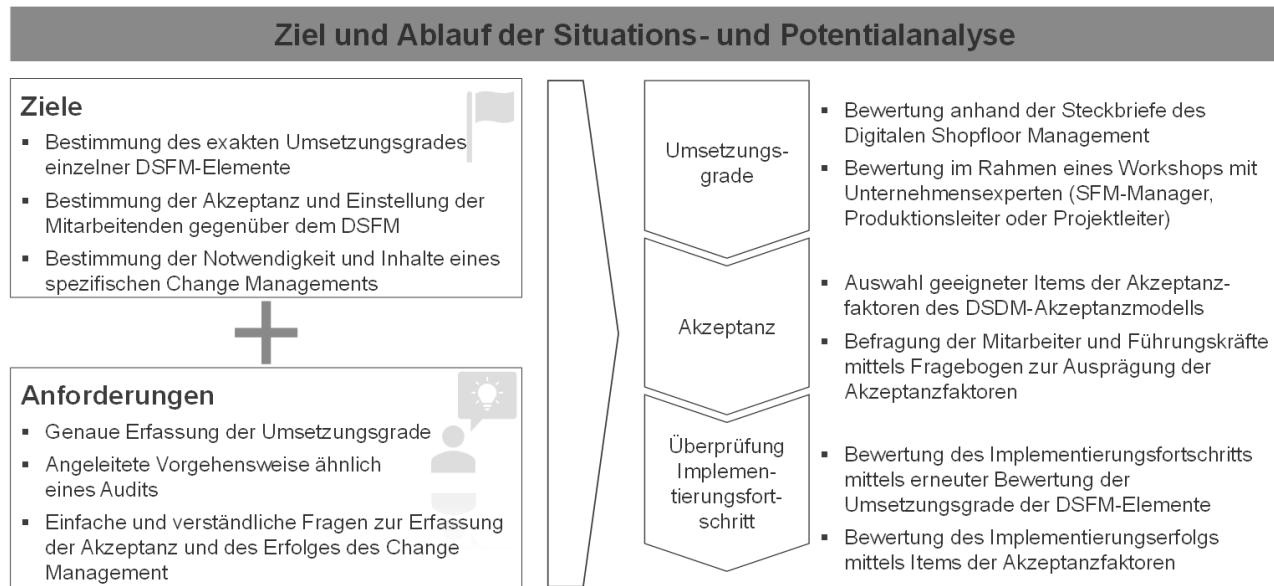


Abbildung 4-25 Beispielhaftes Ergebnis des Reifegrad-Assessments (A\_Schrötle 2022))

### 4.3.2 Situations- und Potentialanalyse

Die in Abbildung 4-26 dargestellte Situations- und Potentialanalyse bewertet die exakte Ausgangslage des Unternehmens für eine Einführung oder Weiterentwicklung des betrieblichen Digitalen Shopfloor Managements. Die Analyse ist somit eine Konkretisierung des ermittelten Reifegrades mittels des Reifegrad-Assessments (Kandler et al. 2021). Darüber hinaus wird die Situations- und Potentialanalyse genutzt, um die Akzeptanz der Mitarbeitenden und Führungskräfte gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management zu erfassen (A\_Seibert 2023). Neben der initialen Analyse kann die Situations- und Potentialanalyse wiederkehrend während der Umsetzung der vorgeschlagenen Implementierungsreihenfolge genutzt werden, um den Implementierungsfortschritt zu überprüfen (A\_Seibert 2023).



*Abbildung 4-26 Ziel und Ablauf der Situations- und Potentialanalyse*

Die genaue und detaillierte Bewertung der Umsetzungsgrade der DSFM-Elemente erfasst die exakte Ausgangslage für die Umsetzung der DSFM-Implementierung. Aus der Bewertung der Akzeptanzfaktoren, mittels ausgewählter Items des Akzeptanzmodells (vgl. Kapitel 4.2.5), lässt sich die Notwendigkeit für die zu ergreifenden Akzeptanzmaßnahmen sowie die notwendigen Inhalte für das begleitende Change-Management ableiten. Während der Umsetzung einer bereits hergeleiteten Implementierungsreihe folge erfüllt die Situations- und Potentialanalyse das Projektcontrolling, wobei der fortlaufende Implementierungsfortschritt sowie der Erfolg des durchgeföhrten Change-Managements überprüft wird. Hierzu wird ebenfalls der Umsetzungsgrad der einzelnen DSFM-Elemente, welche implementiert werden sollen überprüft. Darüber hinaus werden, die vom Unternehmen bestimmten, Akzeptanzfaktoren überprüft, womit der Erfolg des begleitenden Change Managements bestimmt werden kann. Damit kann die Implementierungsreihe gegebenenfalls angepasst und falls nötig, um weitere Akzeptanzmaßnahmen erweitert werden.

Die Bewertung der Umsetzungsgrade, also die Bestimmung der exakten Ausgangslage, im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements, orientiert sich an der Systematik zur Bestimmung der Umsetzungsgrade der Industrie 4.0-Grundlagenmethoden von Liebrecht (2020) sowie die von Peter (2009) angewendete Bewertung des Umsetzungsstandes einzelner Lean Management Methoden in Unternehmen. Diese Bewertungssystematik wurde hierzu, in den vom Autor angeleiteten studentischen Arbeiten von A\_Seibert (2023) und (A\_Dierolf 2023), an die Elemente des Digitalen Shopfloor

Managements angepasst. Die von Peter (2009) formulierten Bewertungsstufen (initial, geplant, definiert, definiert & messbar oder optimierend) sind zunächst an das Digitale Shopfloor Management angepasst worden. Für alle, im modularen, Digitalen Shopfloor Management Modell, enthaltenen DSFM-Elemente ist für die jeweiligen Reifegradstufen, (analog, digitalisiert, digital und vernetzt, smart und autonom) beschrieben, wie eine Umsetzung des DSFM-Elements entsprechend des Reifegrades realisiert sein sollte, um einen bestimmten Umsetzungsgrad zu erreichen (vgl. Abbildung 4-27). Einige DSFM-Elemente, wie beispielsweise die *Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board*, besitzen keine spezifische Ausgestaltung in manchen Reifegradstufen. So kann eine adaptive Visualisierung am Shopfloor Board entsprechend nur in den Reifegradstufen digitalisiert bis smart/autonom erfolgen. Wie entsprechend das DSFM-Element in den einzelnen Reifegradstufen umgesetzt wird, ist auf der vertikalen Achse, des DSFM-Element Steckbriefs mittels der Umsetzungsgrade beschrieben (vgl. Kapitel 4.1.5).

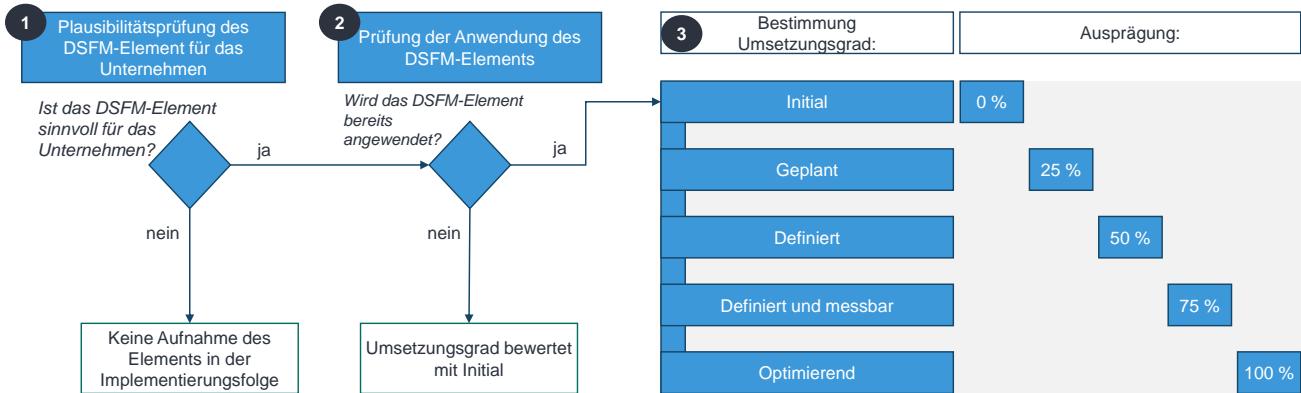
Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)				
Merkmales je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management ist eine adaptive Visualisierung von Kennzahlen und eine bedarfsgerechte Anzeige von Informationen nicht technisch realisierbar..	Im digitalisierten Shopfloor Management ist eine adaptive Visualisierung von Kennzahlen und eine bedarfsgerechte Anzeige von Informationen nicht technisch realisierbar..	An den digital/vernetzten Shopfloor Boards können mittels Filterfunktionen und Regeln bestimmte Informationen bedarfsgerecht angezeigt werden. Zudem können nach Nutzereingabe verschiedene Kennzahlen angezeigt werden..	Im Rahmen des smart/autonomen SFM werden Kennzahlen adaptiv visualisiert. Dabei werden die Kennzahlen automatisch, basierend auf ihrer Zielabweichung oder ihres Verlaufs, hervorgehoben.
25%	Es gibt keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Es gibt keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
50%			Die bedarfsgerechte Filterung von Informationen auf dem Shopfloor ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung & Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere werden Benutzerkonten für Mitarbeitenden eingeführt.	Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die KI eingeführt.
75%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung ist definiert. Es ist ein Filterkonzept definiert, das aufzeigt, welche Informationen für welchen Bereich oder Mitarbeitenden relevant sind. Die Übergangsphase beginnt.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung ist definiert und es finden erste Anwendungen auf dem Shopfloor statt. Der Übergang beginnt, in der basierend auf dem automatischen Soll-ist-Abgleich häufig abweichende Kennzahlen visuell am digitalen Shopfloor Board hervorgehoben werden.
100%			Informationen werden flächendeckend auf dem Shopfloor bedarfsgerecht gefiltert. Dargestellte Informationen sind auf die Bedürfnisse und Aufgaben der Mitarbeitenden abgestimmt.	Die adaptive Visualisierung wird für alle Kennzahlen des digitalen Shopfloor Boards eingesetzt und erhöht die Transparenz von Abweichungen im Produktionsprozess. Die Effizienz des Shopfloor Meetings steigt, da abweichungsanfällige Kennzahlen zu Beginn besprochen werden.
			Optimaler Einsatz von bedarfsgerechter Filterung von Informationen. Bei Bedarf werden die Filter an die Bedürfnisse der Mitarbeitenden und Gegebenheiten/Veränderungen auf dem Shopfloor angepasst.	Optimaler Einsatz der adaptiven Visualisierung am Shopfloor Board. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf das digitale Shopfloor Board und damit auf die häufig abweichenden Kennzahlen geschaffen.

Abbildung 4-27 Beschreibung der Umsetzungsgrade im DSFM-Modell am Beispiel des DSFM-Elements Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board

Die Bewertung eines DSFM-Elements mittels der Stufe *Initial* (0%) beschreibt allgemein, dass dieses noch nicht im Unternehmen eingesetzt wird und der Einsatz bisher noch nicht geplant ist (vgl. Abbildung 4-27). Im Falle einer bereits umfassenden, vollständigen Umsetzung des DSFM-Elements über Pilotbereiche hinweg beschreibt einen *definierten und messbaren* Umsetzungsgrad von 75%. Bei einer *optimierenden* (100%)

Umsetzung wird das DSFM-Element bereits eigenständig weiterentwickelt oder eine Erweiterung in einen der nachfolgenden DSFM-Reifegrade angestrebt (A\_Seibert 2023). Aus dem Beispiel in Abbildung 4-27 ist damit erkennbar, dass im Falle einer digital/vernetzten adaptiven Visualisierung für eine vollständige Umsetzung (75% - definiert und messbar) Informationen flächendeckend auf dem Shopfloor bedarfsgerecht gefiltert werden und diese Informationen mittels Mitarbeiter-ID an die Bedürfnisse und Aufgaben der Mitarbeitenden abgestimmt werden, wodurch sich Mitarbeitende individuelle Informationen an den Shopfloor Tafeln anzeigen lassen können. Bei einem smarten/autonomen Reifegradlevel müssten sich hingegen, für eine vollständige Erfüllung (75% - definiert und messbar), die Kennzahlen in Abhängigkeit ihrer Priorität, ihrer Abweichung vom Soll-Wert oder anderen definierten Regeln adaptiv an die Visualisierungsregeln anpassen. Hierdurch kann zum Beispiel sichergestellt werden, dass die Kennzahl mit den größten Abweichungen immer an erster Stelle vom digitalen Shopfloor Board erscheint, um die größte Herausforderung im Produktionsbetrieb als erstes zu besprechen.

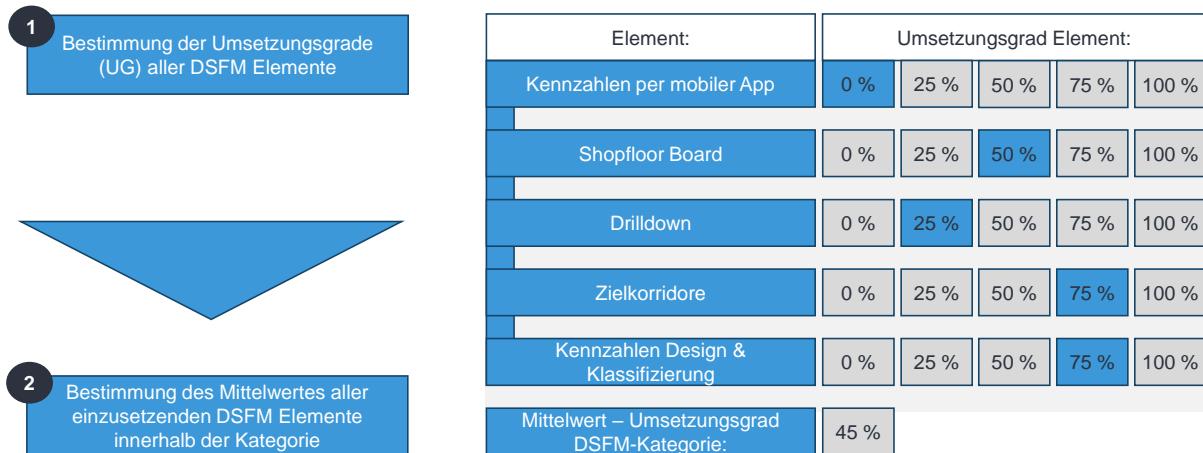
Die nachfolgende Abbildung 4-28 zeigt das Konzept zur exakten Ermittlung des Umsetzungsgrades einzelner DSFM-Elemente. Basierend auf den DSFM-Steckbriefen wird für das zu analysierende Unternehmen bewertet, welchem beschriebenen Umsetzungsgrad die tatsächliche Realisierung des DSFM-Elements im Unternehmen entspricht. Hierzu wird für jedes DSFM-Element zunächst bestimmt, ob es sinnvoll im zu analysierenden Unternehmen eingesetzt werden kann, oder die Umsetzung des DSFM-Elements ausgeschlossen werden kann. Wird die Umsetzung des DSFM-Elements als sinnvoll erachtet, wird für dieses DSFM-Element der Umsetzungsgrad entsprechend der genannten Beschreibung auf den DSFM-Steckbriefen bestimmt. Befindet sich das DSFM-Element im Unternehmen noch nicht im Einsatz, wird aber für sinnvoll zur Realisierung erachtet, wird ein Umsetzungsgrad von 0% auf der untersten DSFM-Reifegradstufe festgesetzt.



*Abbildung 4-28 Vorgehen zur Bestimmung der Umsetzungsgrade einzelner DSFM-Elemente innerhalb der Situations- und Potentialanalyse*

Basierend auf dieser Ermittlung des Umsetzungsgrades einzelner DSFM-Elemente wird anschließend der durchschnittliche Umsetzungsgrad für eine gesamte DSFM-Kategorie ermittelt. Der durchschnittliche Umsetzungsgrad einer DSFM-Kategorie ergibt sich als Mittelwert aller Umsetzungsgrade der DSFM-Elemente innerhalb einer DSFM-Kategorie. Dabei werden allerdings nur DSFM-Elemente berücksichtigt, welche auch sinnvoll im Unternehmen umgesetzt werden sollen. Das Vorgehen ist übersichtlich in der nachfolgenden Abbildung 4-29 dargestellt.

#### Bestimmung des Umsetzungsgrades einer DSFM Kategorie:



*Abbildung 4-29 Bestimmung des Umsetzungsgrad einer DSFM-Kategorie*

Neben der Erfassung der aktuellen Ausgangslage ist ein weiterer Bestandteil der Analyse, die Ermittlung der Einstellung von Mitarbeitenden und Führungskräften gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management. Hierzu werden die Akzeptanz-Items des Akzeptanzmodells für das Digitale Shopfloor Management (vgl. Kapitel 4.2.2) genutzt, um die grundlegende Haltung der Belegschaft gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management sowie gegenüber Veränderungsprozessen zu erfassen. Bei der Analyse werden

allerdings nicht alle Items, wie diese in Anhang A.4 dargestellt sind abgefragt, sondern es wird sich auf eine Auswahl eingeschränkt. Die Auswahl der abzufragenden Akzeptanz-Items erfolgt durch Unternehmensexpererten. Der Grund hierfür liegt im Zeitumfang der ansonsten notwendigen Umfragen bei den Mitarbeitenden und Führungskräften.

Ergebnis der Analyse der Akzeptanzfaktoren ist ein Stimmungsbild der Belegschaft hinsichtlich des Nutzens, der Transparenz, den Potentialen und der bisherigen Akzeptanz gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management. Darüber hinaus wird erfasst, welche Erfahrungen die Mitarbeitenden bisher im Rahmen von Veränderungsprozessen gemacht haben. Zentral hierbei ist zum Beispiel, wie die Mitarbeitenden bisher beteiligt wurden, wie sie über Veränderungen informiert wurden und wie ihre Wünsche und Anregungen bisher berücksichtigt wurden. Die Antworten geben damit Aufschluss, durch welche Faktoren des Akzeptanzmodells eventuell Hürden entstehen können. Hierdurch wird es möglich, die zu ergreifenden Akzeptanzmaßnahmen gezielt, entsprechend der Erfahrungen der Mitarbeitenden, auszuwählen, um damit einen erfolgreichen Veränderungsprozess zu gestalten.

Im Rahmen der Umsetzung einer Implementierungsreihenfolge für das Digitale Shopfloor Management stellt die Situations- und Potentialanalyse ein Diagnose-Instrument zur Überprüfung des Implementierungsfortschritts und -erfolges dar (Kandler et al. 2022e). Dabei ähnelt die Analyse einem Quality Gate, an dessen Punkt die Qualität, beziehungsweise in diesem Fall der Fortschritt der Implementierung überprüft wird. Zur Überprüfung des Erfolgs werden erneut die Umsetzungsgrade der DSFM-Elemente bewertet. Wird bei den, bis zu diesem Zeitpunkt umzusetzenden, DSFM-Elementen ein Umsetzungsgrad von 75% erzielt, so wird die Implementierung des DSFM-Elements als erfolgreich bewertet. Liegt der Umsetzungsgrad zwischen 0% und 74%, so war die bisherige Implementierung nicht erfolgreich und es müssen weitere Maßnahmen zur vollständigen und erfolgreichen Implementierung ergriffen werden.

Eine weitere Funktion kommt der Situations- und Potentialanalyse bei der Bewertung der Akzeptanz während der Realisierung der Implementierungsfolge zu. Dabei wird die Akzeptanz anhand vorher ausgesuchter Akzeptanzitems wiederkehrend erfasst. Dabei werden von Implementierungsgate zu Implementierungsgate idealerweise die gleichen Akzeptanz-Items erfragt, wodurch die Veränderungen über den Zeitverlauf erfasst werden können. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Veränderungen in den Akzeptanz-Items ebenfalls durch andere Prozesse ausgelöst werden können, welche nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Umsetzung der DSFM-Implementierung

stehen müssen. Entsprechend müssen die Ergebnisse der Analyse mit den Unternehmensexpertern analysiert und diskutiert werden, um hieraus passende Möglichkeiten zur Anpassung des begleitenden Change Managements abzuleiten.

An die detaillierte Situations- und Potentialanalyse knüpft im weiteren Verlauf die Entwicklung der Implementierungsreihenfolge zur Erreichung des angestrebten Zielzustand im Digitalen Shopfloor Management Modell an.

#### **4.3.3 Entwicklung der Implementierungsreihenfolge**

Bei der Entwicklung von Implementierungsstrategien für das Digitale Shopfloor Management unterscheiden sich die Zielsetzungen der Unternehmen häufig, wie dies in Abbildung 4-30 skizziert ist. Unternehmen können bei der Bestimmung der Implementierungsreihenfolge entsprechend verschiedene Strategien wählen, wodurch verschiedene umzusetzende DSFM-Elemente priorisiert werden, um die größten Verbesserungen möglichst effizient zu erreichen (Schumacher et al. 2019).

Einigen Unternehmen ist es wichtig, das digitale Shopfloor Management möglichst umfassend und ganzheitlich Schritt für Schritt umzusetzen, um so eine hohe Akzeptanz sicherzustellen (*Step-By-Step-Strategie* Kapitel 0). Anderen Unternehmen hingegen ist es wichtig, möglichst schnell gewisse Reifegradstufen zu erzielen, um hiermit als Best-Practice wahrgenommen zu werden (*Fast-Mover-Strategie* Kapitel 4.3.3.2). Wiederum andere Unternehmen erhoffen sich von der Einführung jedoch bestimmte Potentiale, weswegen diese nach einer detaillierten Analyse, insbesondere Elemente einführen, die möglichst schnell zu den Zielen des Shopfloor Managements wie Mitarbeiterentwicklung, Sicherung der Prozessausführung oder die Ermöglichung von Prozessverbesserung führen (*Goal-Strategie* Kapitel 4.3.3.3). Ergebnis dieser drei Strategien ist jeweils eine Rangfolge an zu implementierenden Shopfloor Management Elementen.



*Abbildung 4-30: Überblick über die Implementierungsstrategien*

Nachdem, mittels einer der drei Strategien, eine Rangfolge für die Implementierung der umzusetzenden Shopfloor Management Elemente entwickelt wurde, muss diese abschließend auf Korrektheit, hinsichtlich der logischen Reihenfolge, besonders auf die technologischen Voraussetzungen, überprüft werden. Das Verfahren hierzu wird in Kapitel 4.3.3.4 präsentiert.

#### 4.3.3.1 Step-By-Step Strategie: Reifegrade ganzheitlich erreichen

Diese Strategie fokussiert die ermittelten Ist-Reifegrade der einzelnen Digitalen Shopfloor Management Kategorien und zielt auf eine *schrittweise und ganzheitliche Entwicklung im Digitalen Shopfloor Management* ab. Dabei werden die umzusetzenden DSFM-Elemente so gewählt, dass nach und nach die Reifegradstufen des Digitalen Shopfloor Management Modells von „analog“ zu „smart & autonom“ in allen DSFM-Kategorien zeitgleich erreicht werden.

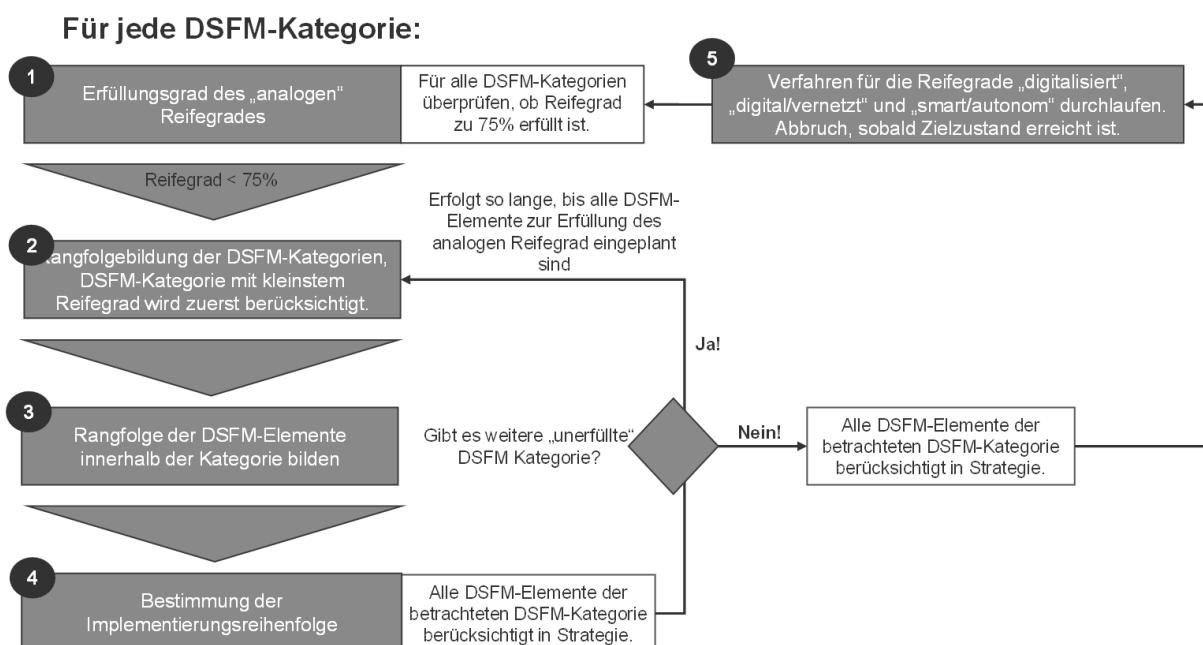


Abbildung 4-31: Schematisches Vorgehen zur Entwicklung der Step-By-Step Strategie

Wählt ein Unternehmen diese Strategie aus, so wird basierend auf dem Ergebnis des durchgeföhrten Reifegrad-Assessments geprüft, ob bereits alle Digitalen Shopfloor Management Kategorien den analogen Reifegrad erfüllen (vgl. Abbildung 5-33). Ist dies der Fall, so wird wiederum überprüft, ob alle DSFM-Kategorien bereits den digitalisierten Reifegrad erreicht haben oder nicht. Dies wird so lange fortgesetzt, bis mindestens eine DSFM-Kategorie den Ziel-Reifegrad nicht mehr erfüllt.

Sobald eine DSFM-Kategorie den aktuell betrachteten Reifegrad nicht erfüllt, wird innerhalb dieser DSFM-Kategorie überprüft, welche DSFM-Elemente in welcher Reihenfolge umgesetzt werden müssen, um den nächst höheren Reifegrad zu erfüllen (vgl. Abbildung 5-33). Im Falle, dass mehrere DSFM-Kategorien noch nicht die Reifegradstufe erreicht haben, so werden zunächst die DSFM-Elemente der DSFM-Kategorie mit der größten Abweichung umgesetzt. Damit wird von dem Verfahren berücksichtigt,

dass DSFM-Elemente, welche sich bereits in Umsetzung befinden, häufig beiläufig mit einem geringen Aufwand bis zu einem Umsetzungsgrad von „Stufe 4 – definiert & messbar“ eingeführt werden können. Besonders bei DSFM-Elementen, welche sich noch gar nicht in Umsetzung befinden, oder erst einen Umsetzungsgrad von „Stufe 0 initial“ aufweisen, ist der Aufwand zur erfolgreichen Umsetzung meistens hoch, weshalb diese zuerst zu berücksichtigen sind.

Basierend auf dieser Logik werden die einzelnen umzusetzenden Digitalen Shopfloor Management Elemente in den einzelnen DSFM-Kategorien in eine Rangfolge gebracht. Diese Rangfolge stellt anschließend die Basis für die technologische Implementierungssequenz zur Erreichung der Digitalen Shopfloor Management Vision dar. Im nächsten Schritt muss diese Ausgangsreihenfolge hinsichtlich der technologischen Interdependenzen der darin enthaltenen DSFM-Elemente überprüft werden und gegebenenfalls um zusätzliche, technologisch notwendige DSFM-Elemente ergänzt werden (vgl. 4.3.3.4). Abschließend wird die entwickelte technologische Implementierungssequenz von den Unternehmensexpererten spezifisch angepasst, wobei die Reihenfolge und die Anzahl parallel einzuführender DSFM-Elemente justiert werden kann.

#### **4.3.3.2 Fast-Mover Strategie: Die Vision schnellstmöglich erreichen**

Bei dieser Strategie steht die schnelle *Erreichung der angestrebten Reifegradziele* im Digitalen Shopfloor Management im Vordergrund. Basis für diese Strategie ist die durchgeführte Situations- und Potentialanalyse. Dabei werden die DSFM-Kategorien mit der größten Differenz zwischen Ist-Zustand und Ziel-Zustand, aus dem Reifegrad-Assessment und der Situations- und Potentialanalyse, mit der höchsten Priorität bei der Implementierung berücksichtigt.



*Abbildung 4-32 Schematisches Vorgehen der Fast-Mover Strategie*

Im ersten Schritt (vgl. Abbildung 4-32) wird aufgezeigt, in welchen digitalen Shopfloor Management Kategorien die größten Handlungsbedarfe vorliegen, um eine schnellstmögliche Erreichung der angestrebten Digitalen Shopfloor Management Vision zu ermöglichen. Dabei werden die jeweiligen Differenzen zwischen dem korrigierten Umsetzungsgrad der DSFM-Kategorie und dem angestrebten korrigierten Umsetzungsgrad ermittelt. Der durchschnittliche Umsetzungsgrad der DSFM-Kategorie wird hierzu um die tatsächliche bzw. angestrebte Reifegradstufe korrigiert, indem der Umsetzungsgrad um einen Reifegradfaktor addiert wird. Der Reifegradfaktor entspricht dabei einer 0, wenn noch kein Reifegrad erzielt wurde, einer 1 bei Erfüllung der analogen Reifegradstufe und einer 2 bei Erfüllung des digitalisierten Reifegrads. Für die Erfüllung des digitalen/vernetzten bzw. smart/autonomen Reifegrads wird analog der Faktor 3 bzw. 4 addiert. Eine negative Differenz bedeutet, dass der Zielzustand bereits überschritten wird und somit kein Handlungsbedarf innerhalb dieser DSFM-Kategorie vorliegt.

Positive Differenzen bedeuten hingegen einen zu ergreifenden Handlungsbedarf. Dabei werden zunächst die Handlungsbedarfe in den DSFM-Kategorien mit den größten Abweichungen priorisiert. Um sich jedoch nicht in kleinen Abweichungen zu verlieren, wird, wie bei Schuhmacher et al. (2019), erst ab einer Differenz von 0,5 ein Handlungsbedarf gesehen. Kleinere Differenzen sind somit zunächst zu vernachlässigen, oder können beiläufig ergriffen werden, da nur noch der Einsatz, also der Umsetzungsgrad, einzelner DSFM-Elemente durch zum Beispiel einen Roll-Out in andere Produktionsbereiche erreicht werden kann.

Nachdem die DSFM-Kategorien entsprechend ihrer Reifegraddifferenz in eine Rangfolge gebracht wurden, werden die einzelnen umzusetzenden DSFM-Elemente, basierend auf den Ergebnissen der Situations- und Potentialanalyse, in eine Implementierungsrangfolge gebracht. Dabei bleiben DSFM-Elemente, welche bereits einen Umsetzungsgrad von „definiert & messbar“ erreichen unberücksichtigt, weil deren vollständige Umsetzung beiläufig erfolgen kann. DSFM-Elemente mit den niedrigsten Umsetzungsgraden werden mit einer höheren Priorität in die Implementierungsreihenfolge aufgenommen, als DSFM-Elemente, welche bereits einen hohen Umsetzungsgrad erreichen.

Die Abbildung 5-35 stellt das Vorgehen der Fast-Mover Strategie nochmals exemplarisch an einem Beispiel dar. Zunächst sind die durchschnittlichen Umsetzungsgrade der DSFM-Kategorien aus dem Ergebnis der Situations- und Potentialanalyse (SPA) zu ermitteln. Am Beispiel der DSFM-Kategorie *Horizontale und vertikale Information* und *Dokumentation* ist dies verdeutlicht. Für die *Horizontale und vertikale Information* liegt

der durchschnittliche Umsetzungsgrad bei 0,25. Dieser Wert ergibt sich aus dem Mittelwert der Umsetzungsgrade aller DSFM-Elemente innerhalb der DSFM-Kategorie, wobei nur die DSFM-Elemente bis zur angestrebten Reifegradstufe von digital/vernetzt zu berücksichtigen sind, wodurch der UG von 0% für das DSFM-Element der *Intelligenten Shopfloor Management Agenda* nicht berücksichtigt werden darf. Anschließend wird der UG von durchschnittlich 25% um den korrespondierenden Wert der niedrigsten, bereits erfüllten Reifegradstufe addiert. Da in diesem Fall, aufgrund der noch nicht ausreichend Umsetzung der analogen DSFM-Elemente innerhalb der DSFM-Kategorie, noch kein Reifegradlevel erfüllt wird, entspricht der aktuelle Ist-Reifegrad der Stufe 0, wodurch sich ein korrigierter Umsetzungsgrad von 0,25 ( $UG+0 = 0,25 + 0 = 0,25$ ) ergibt. Bei der DSFM-Kategorie *Dokumentation* werden bereits alle analogen DSFM-Elemente erfüllt, weswegen der korrigierte Umsetzungsgrad 1,31 beträgt ( $UG + 1 = 0,31 + 1 = 1,31$ ).

Fast-Mover Implementierungsstrategie						
DSFM-Kategorien zugehörige DSFM Elemente	Umsetzungs- grad	Ist-Reifegrad	korrigierter Umsetzungs- grad	Zielzustand	Differenz	Rang
Datenaufnahme	75%	digital/vernetzt	3,75	digital/vernetzt	4	0,25
Infrastruktur	50%	digitalisiert	2,50	digital/vernetzt	4	1,50
Vernetzung	25%	digital/vernetzt	3,25	digital/vernetzt	4	0,75
Kennzahlen Analyse und Visualisierung	50%	digital/vernetzt	3,50	digital/vernetzt	4	0,50
Horizontale und vertikale Information	25%	unerfüllt	0,25	digital/vernetzt	4	3,75
Gemba Walks	25%	analog	1,25	analog	2	0,75
SFM-Kaskade	0%	analog	1	analog	2	1,00
Shopfloor Meeting	75%	analog	1,75	analog	2	0,25
Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitern	0%	digital/vernetzt	3	digital/vernetzt	4	1,00
Digitales Shopfloor Meeting	25%	digital/vernetzt	3,25	digital/vernetzt	4	0,75
Intelligente Shopfloor Management Agenda	0%	smart/autonom	Über dem Zielniveau - nicht zu beachten.	-	-	-
Dokumentation	31%	analog	1,31	digital/vernetzt	4	2,69
Analoge Dokumentation	75%	analog	1,75	analog	2	0,25
Digitalisierte Dokumentation	25%	digitalisiert	2,25	digitalisiert	3	0,75
Digitale Informationsplattform	25%	digital/vernetzt	3,25	digital/vernetzt	4	0,75
Digitale Dokumentation	0%	digital/vernetzt	3	digital/vernetzt	4	1,00
Autonome Dokumentation (Spracherkennung)	0%	smart/autonom	Über dem Zielniveau - nicht zu beachten.	-	-	-
Problemlösungsmanagement	50%	digitalisiert	2,50	digital/vernetzt	4	1,50
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	75%	digital/vernetzt	3,75	digital/vernetzt	4	0,25
Auftragsplanung	75%	digitalisiert	2,75	digital/vernetzt	4	1,25
Maschinenplanung	100%	digital/vernetzt	4,00	digital/vernetzt	4	0,00
Mitarbeiterplanung	75%	digital/vernetzt	3,75	digital/vernetzt	4	0,25

Abbildung 4-33 Prinzip der Fast-Mover Strategie

Basierend auf den Umsetzungsgraden der DSFM-Kategorien werden diese nun entsprechend ihrer Differenz zum angestrebten Zielzustand in eine Rangfolge gebracht. In dem Beispiel in Abbildung 4-33 besitzt die DSFM-Kategorie *Horizontale und vertikale Information* den größten Handlungsbedarf. Deswegen werden innerhalb dieser DSFM-Kategorie nun die enthaltenen DSFM-Elemente, welche noch keinen Umsetzungsgrad von 75% (definiert und messbar) aufweisen, entsprechend ihrer Differenz zum Zielzustand sortiert und in die Implementierungsreihenfolge aufgenommen.

Diese Rangfolge stellt die Basis für die technologische Implementierungssequenz zur Erreichung der Digitalen Shopfloor Management Vision dar. Im nächsten Schritt muss diese Ausgangsreihenfolge ebenfalls hinsichtlich der technologischen Interdependenzen der darin enthaltenen DSFM-Elemente überprüft werden und gegebenenfalls um zusätzliche, technologisch notwendige DSFM-Elemente ergänzt werden (vgl. 4.3.3.4). Abschließend wird die entwickelte technologische Implementierungssequenz von den Unternehmensexpererten spezifisch angepasst, wobei die Reihenfolge und die Anzahl parallel einzuführender DSFM-Elemente justiert werden kann.

#### 4.3.3.3 Goal Strategie: Ziele im Shopfloor Management erreichen

Kern dieser Strategie sind die *Zieldimensionen des Shopfloor Managements*, wobei die DSFM-Elemente entsprechend ihres Einflusses auf die Ziele Prozessausführung, Prozessverbesserung und Mitarbeiterentwicklung ausgewählt werden. Damit die DSFM-Elemente entsprechend ihres Beitrags zur Zielerreichung des Shopfloor Managements ausgewählt werden können, wird eine Nutzwertanalyse angewendet, wobei zuvor die drei Zieldimensionen und der Umsetzungsgrad mittels des Analytical Hieracle Process (AHP) unternehmensspezifisch gewichtet werden (vgl. Abbildung 5-36).

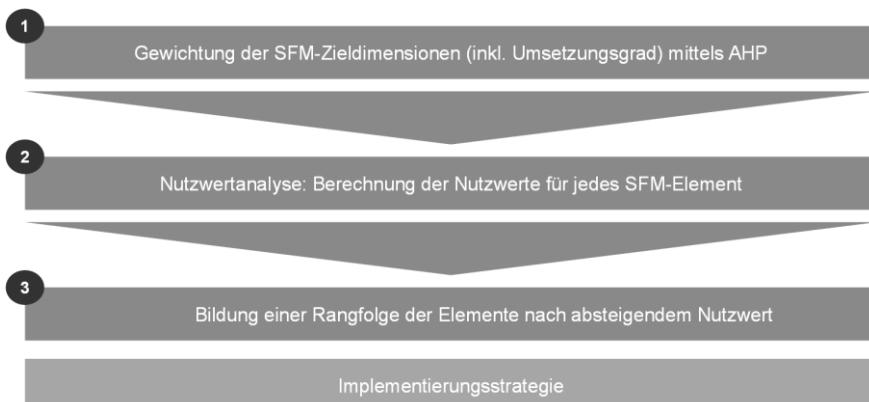


Abbildung 4-34 Schematisches Vorgehen zur Entwicklung der Goal Strategie

Im ersten Schritt erfolgt die unternehmensspezifische Gewichtung mittels AHP. Hierzu werden die einzelnen Ziele und der Umsetzungsgrad jeweils in einem paarweisen Vergleich zueinander ins Verhältnis gesetzt, um so eine Rangfolge unter den vier Kriterien, mittels der relativen Wichtigkeit, zu bilden. Zur Bewertung wird die Neun-Punkte-Skala von Saaty verwendet. Dabei wird für jedes Kriterium von den Unternehmensexpertern bestimmt, ob dieses gleich wichtig (1), eine größere Bedeutung (Werte von 2 bis 9) oder eine kleinere Bedeutung (Werte von 1/2 bis 1/9), im Vergleich zu den jeweils an-

deren Zielkriterien aufweist (vgl. Kapitel 4.2.2). Dabei ergibt sich für jeden Wert oberhalb der Hauptdiagonalen, bei Spiegelung entlang der Hauptdiagonalen, der korrespondierende Wert unterhalb der Hauptdiagonalen als Reziprokerwert des ursprünglichen Werts (vgl Abbildung 4-35). Anschließend wird das geometrische Mittel jeder Zeile berechnet, aus welcher die Rangfolge mittels der lokalen Gewichtung der Kriterien ermittelt wird (Saaty 2008). Die 9 Punkte-Skala und die Anwendung des AHP lässt dabei eine diversifizierte und objektive Betrachtung zu und steigert damit die Güte der Entscheidung (Riedl 2005).

Paarweiser Vergleich der Kriterien	PA	PV	ME	UG	Geom. Mittel	Gewichtung Nutzwert-analyse
Prozessausführung (PA)	1	1/5	4	1/6	0,60	13,94%
Prozessverbesserung (PV)	5	1	5	1/5	1,50	34,49%
Mitarbeiterentwicklung (ME)	1/4	1/5	1	6	0,74	17,07%
Umsetzungsgrad (UG)	6	5	1/6	1	1,50	34,49%

Kehrwert

PV hat eine „sehr viel größere Bedeutung“ als PA

Abbildung 4-35 Gewichtung Shopfloor Management Zielkriterien

Im zweiten Schritt (vgl. Abbildung 4-36) werden die Nutzwerte für jedes DSFM-Element berechnet. Hierzu wird zunächst die Bewertung der Kriterien für jedes zu realisierende DSFM-Element vorgenommen. Die Bewertung der drei Zieldimensionen (Prozessausführung, Prozessverbesserung und Mitarbeiterentwicklung) entstammt den Informationen auf den Steckbriefen der DSFM-Elemente (vgl. Kapitel 4.1.5). Der Umsetzungsgrad der Elemente wird aus der zuvor durchgeföhrten Situations- und Potentialanalyse (vgl. Kapitel 4.3.2) übernommen. Ein Umsetzungsgrad von 0% korrespondiert dabei mit einem Wert von 1 während ein Umsetzungsgrad von 75% einen Wert von 4 bedeutet. Hierdurch kann in der Implementierungsreihenfolge berücksichtigt werden, dass die Fortführung bereits vorbereiteter oder pilotaft eingeföhrter Digitaler Shopfloor Management Elemente sich schneller umsetzen lässt, als die Einföhrung komplett neuer DSFM-Elemente, über deren Einsatz bisher noch nicht vom Unternehmen nachgedacht wurde. (Saaty 2008)

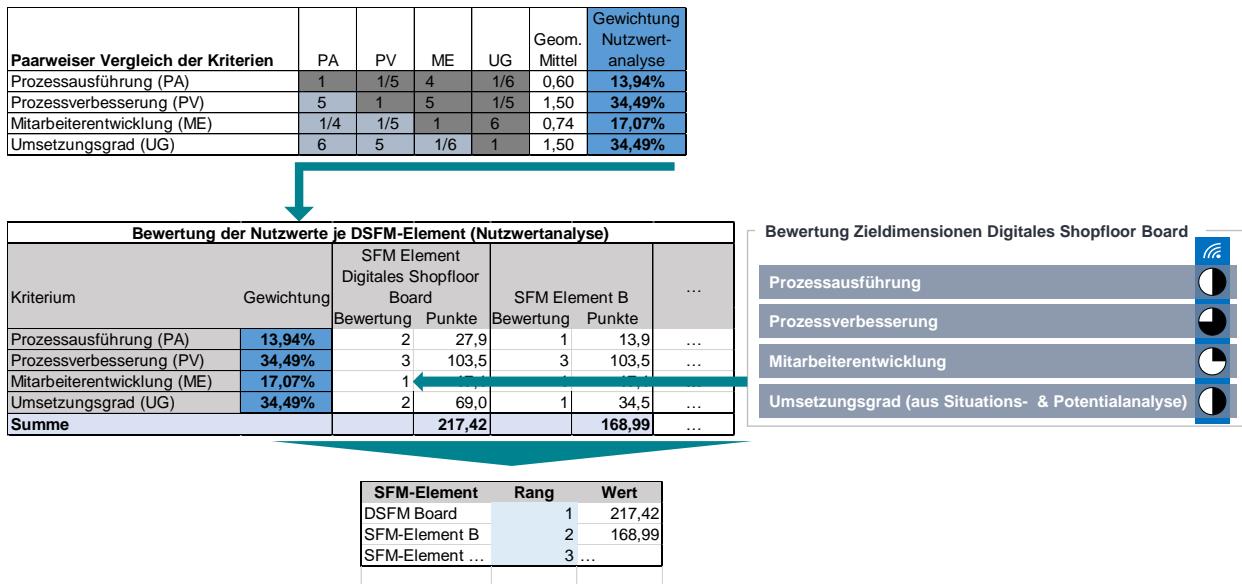


Abbildung 4-36 Rangfolgebildung bei der Goal-Strategie mittels Nutzwertanalyse

Abschließend erfolgt die Bestimmung einer möglichen Rangfolge zur Implementierung der DSFM-Elemente. Hierfür werden zunächst die Nutzwerte jedes DSFM-Elements berechnet, indem für jedes Kriterium der DSFM-Elemente, die Bewertung des DSFM-Elements mit der Gewichtung der Kriterien multipliziert wird (Riedl 2005). Die Summe der Gesamtpunktzahl über alle Kriterien hinweg eines DSFM-Elements ergibt den Nutzwert des DSFM-Elements. Anhand der absteigenden Sortierung der DSFM-Elemente, an Hand ihrer Nutzwerte, ergibt sich eine mögliche Digitale Shopfloor Management Implementierungsstrategie.

Die, mittels der Goal-Strategie, hergeleitete Implementierungsreihenfolge muss anschließend hinsichtlich der Interdependenzen zwischen den DSFM-Elementen analysiert und gegebenenfalls angepasst werden (vgl. Kapitel 4.3.3.4). Abschließend kann diese noch von den Unternehmensexpererten individualisiert werden.

#### 4.3.3.4 Herleitung der technischen Implementierungsreihenfolge

Ergebnis der vorangegangenen Phase ist eine Empfehlung für die Implementierungsreihenfolge der ausgewählten Elemente des modularen Digitalen Shopfloor Management Modells. Bei der Rangfolgebildung mittels der drei Strategien (0

Step-By-Step Strategie: Reifegrade ganzheitlich erreichen, 4.3.3.2 Fast-Mover Strategie: Die Vision schnellstmöglich erreichen, 4.3.3.3 Goal Strategie: Ziele im Shopfloor Management erreichen) wurden die technologischen Interdependenzen zwischen den einzelnen DSFM-Elementen bisher noch nicht berücksichtigt. Entsprechend müssen die hergeleiteten Rangfolgen noch in eine logische, insbesondere technologisch sinnvolle, Implementierungsreihenfolge überführt werden.

Hierzu werden zunächst alle DSFM-Elemente in der Rangfolge auf technologische Voraussetzungen (Interdependenzen) hin überprüft. Hierzu muss überprüft werden, ob für jedes DSFM-Element bereits voraussetzende Elemente umgesetzt wurden oder ob diese bereits rechtzeitig vor der Implementierung eines DSFM-Elements in der Implementierungsreihenfolge enthalten sind. Hierzu wird, mittels der im Anhang A.2 dargestellten Tabelle, für jedes DSFM-Element die voraussetzenden Beziehungen zwischen den DSFM-Elementen überprüft. Beinhaltet die Implementierungsreihe DSFM-Elemente für die noch nicht alle voraussetzenden DSFM-Elemente einen Umsetzungsgrad von mindestens 50% (definiert) aufweisen, so werden diese Elemente unmittelbar davor in die Implementierungsreihe aufgenommen.

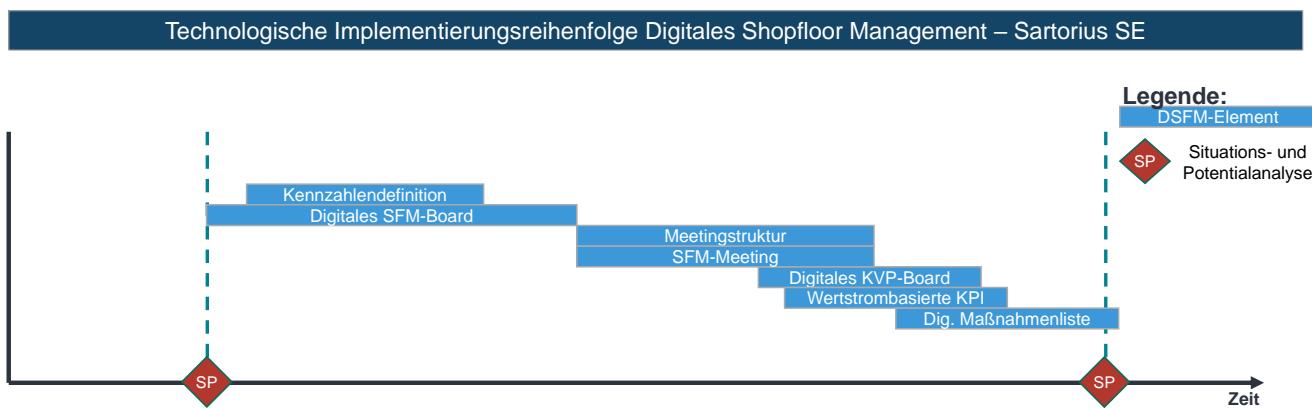
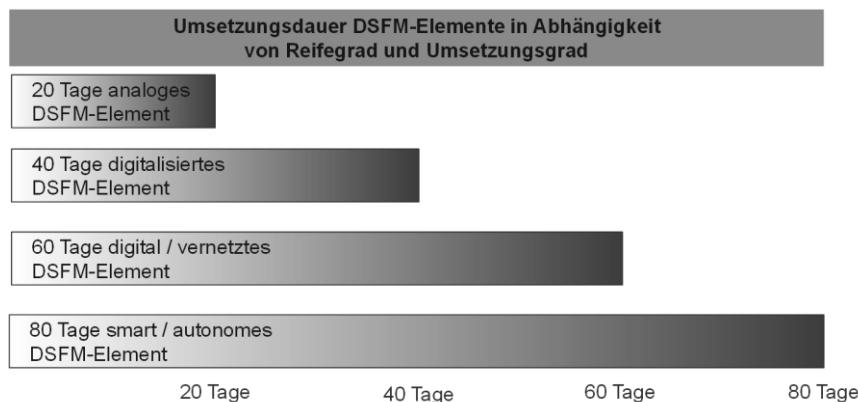


Abbildung 4-37 Beispielhafte technologische Implementierungsreihenfolge der Sartorius SE

Für die hinzugefügten Elemente muss ebenfalls wieder überprüft werden, ob für diese alle voraussetzenden DSFM-Elemente erfüllt sind, oder bereits in der Implementierungsfolge rechtzeitig berücksichtigt werden. Die Implementierungsreihe ist erst dann final, wenn aufgrund der technischen Interdependenzen zwischen den DSFM-Elementen keine weiteren Voraussetzungen vernachlässigt werden.

Unternehmen sind im Rahmen strategischer Veränderungsprojekte, wie es die Einführung von Digitalem Shopfloor Management darstellt, häufig an einer Schätzung der zeitlichen Implementierungsdauer interessiert. Aus diesem Grund kann die technologische Implementierungssequenz, mittels angenommener Zeitvorgaben, in einen zeitlichen Bezug gebracht werden. Die Zeit, welche für die Realisierung eines DSFM-Elements angenommen wird, hängt von dessen aktuellen Umsetzungsgrad und der zugewiesenen Reifegradstufe des DSFM-Elements ab. Abbildung 4-38 zeigt die unterschiedliche Dauer zur Realisierung der DSFM-Elemente in Abhängigkeit der Reifegradstufen. So wird für analoge DSFM-Elemente eine Umsetzungsdauer von 20 Tagen für die vollständige Umsetzung (100%) und für DSFM-Elemente der smart/autonomen Reifegradstufe von 80 Tagen angenommen. Befindet sich ein DSFM-Element bereits in Umsetzung, beziehungsweise wird im Rahmen der Situations- und Potentialanalyse (vgl. Kapitel 4.3.2) mit einem Umsetzungsgrad zwischen 25% und 75% bewertet, so reduziert sich die verbleibende Umsetzungsdauer anteilmäßig. Beispielhaft wird bei einem digital/vernetzten DSFM-Element, welches einen Umsetzungsgrad von 25% aufweist eine verbleibende Umsetzungsdauer von 45 Tagen angenommen.

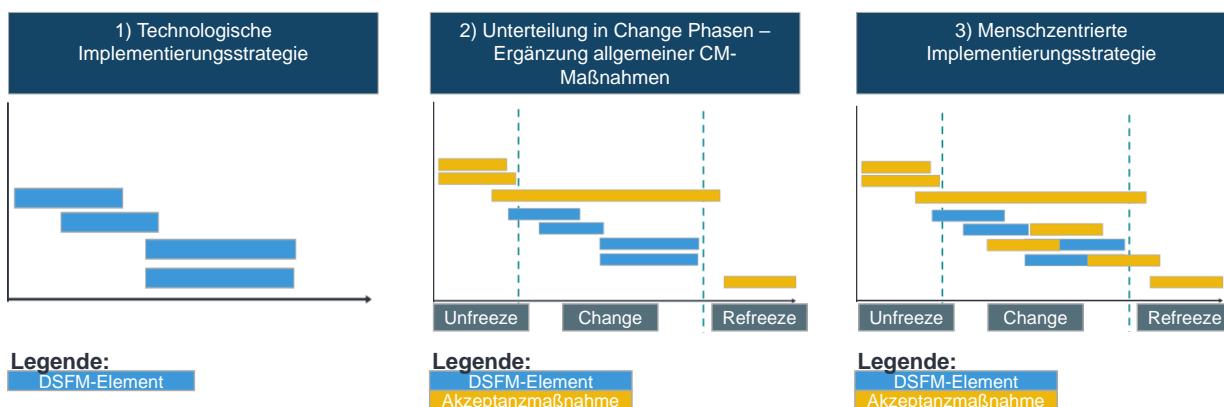


*Abbildung 4-38 Aangenommene Umsetzungsdauer für die Realisierung von DSFM-Elementen in Abhängigkeit von Reifegrad und Umsetzungsgrad*

Abschließend wird diese technologische Implementierungsfolge (vgl. Abbildung 4-37) zur Erreichung der Zielsetzung im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements den Unternehmensexpererten präsentiert. An dieser Stelle erhalten die Unternehmensexpererten, wie auch im Verfahren zur Bildung von Implementierungsstrategien für Industrie 4.0 von Liebrecht (2020), die Möglichkeit die gebildete technologische Implementierungsreihe individuell anzupassen.

#### 4.3.4 Entwicklung des menschzentrierten Implementierungsvorgehen

In diesem Kapitel wird dargestellt wie die in Kapitel 4.3.3 hergeleitete technologische Implementierungsstrategie des Digitalen Shopfloor Managements in ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen überführt wird. Ausgangspunkt hierfür stellt die technologische Implementierungsreihenfolge dar, welche bereits mit den Unternehmensexpertern bereinigt und individuell angepasst wurde. Das menschzentrierte Implementierungsvorgehen berücksichtigt neben der technologisch und zeitlich sinnvollen Reihenfolge der umzusetzenden DSFM-Elemente des modularen Digitalen Shopfloor Management Modells zusätzlich das Akzeptanzmodell (Kandler et al. 2022e). Dieses ist im vorigen Kapitel 4.2 Akzeptanzmodell für ein Digitales Shopfloor Management vorgestellt worden.



*Abbildung 4-39 Vorgehen zur Herleitung der menschzentrierten Implementierungsreihenfolge*

Entsprechend Abbildung 4-39 bildet die Herleitung der technologischen Implementierungsstrategie den Ausgangspunkt zur Herleitung der menschzentrierten Implementierungsstrategie (Schritt 1 und Schritt 3). Im zweiten Schritt wird die technologische Implementierungsreihenfolge zunächst in die drei Change Management Phasen (die Unfreeze, die Change und die Refreeze-Phase) unterteilt. Hierbei wird sich am Change Management Prozess von Lewin orientiert (Lewin 1951). Die technologische Implementierungsreihenfolge bildet das Zentrum des Change Management Prozesses und entspricht der Change-Phase. Anschließend werden erste Akzeptanzmaßnahmen ergänzt, die allgemein die Einführung der DSFM-Elemente unterstützen sollen (Unfreeze Phase). Dabei handelt es sich um Akzeptanzmaßnahmen, die die Mitarbeitenden auf den Veränderungsprozess einstimmen oder die Einführung der DSFM-Elemente abschließend festigen. Es werden somit Akzeptanzmaßnahmen in der Unfreeze-Phase und Refreeze-Phase ergänzt, welche keinen direkten Bezug zu einem DSFM-Element

besitzen (Kandler et al. 2022e; Ullrich et al. 2015). Damit werden die flankierenden Akzeptanzmaßnahmen, wie die Information der Belegschaft, das Einholen von Feedback oder die Bestellung eines Change Agenten gemeint, welche generell die Akzeptanz eines Veränderungsprozesses unterstützen.

Nachdem nun allgemeine Akzeptanzmaßnahmen den Rahmen für die Einführung der DSFM-Elemente vorgeben, werden nun im dritten Schritt, mit Hilfe des Akzeptanzmodells, passende Akzeptanzmaßnahmen zur Gestaltung der Change-Phase der einzelnen DSFM-Elemente gesucht. Dieser Prozess ist systematisch und beispielhaft in der Abbildung 4-40 dargestellt. Hierfür sind die Akzeptanzfaktoren zentral, welche sowohl bei den Akzeptanzmaßnahmen als auch bei den DSFM-Elementen auf den Steckbriefen genannt werden. Zunächst werden, basierend auf den ausgewählten DSFM-Elementen, die tangierten Akzeptanzfaktoren ermittelt (vgl. Abbildung 4-40). Für die beiden DSFM-Elemente Digitales Shopfloor Management Board und Shopfloor Management Meeting sind beispielsweise die beiden Akzeptanzfaktoren Partizipation und Nutzerzentrierung zu berücksichtigen. Über die ermittelten Akzeptanzfaktoren werden anschließend die geeigneten Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Einführung des DSFM-Elements bestimmt. Die rechts dargestellten Akzeptanzmaßnahmen können beispielsweise bei der Einführung der beiden links dargestellten DSFM-Elemente vor, parallel oder nach der Einführung angewendet werden, um eine hohe Akzeptanz sicherzustellen.

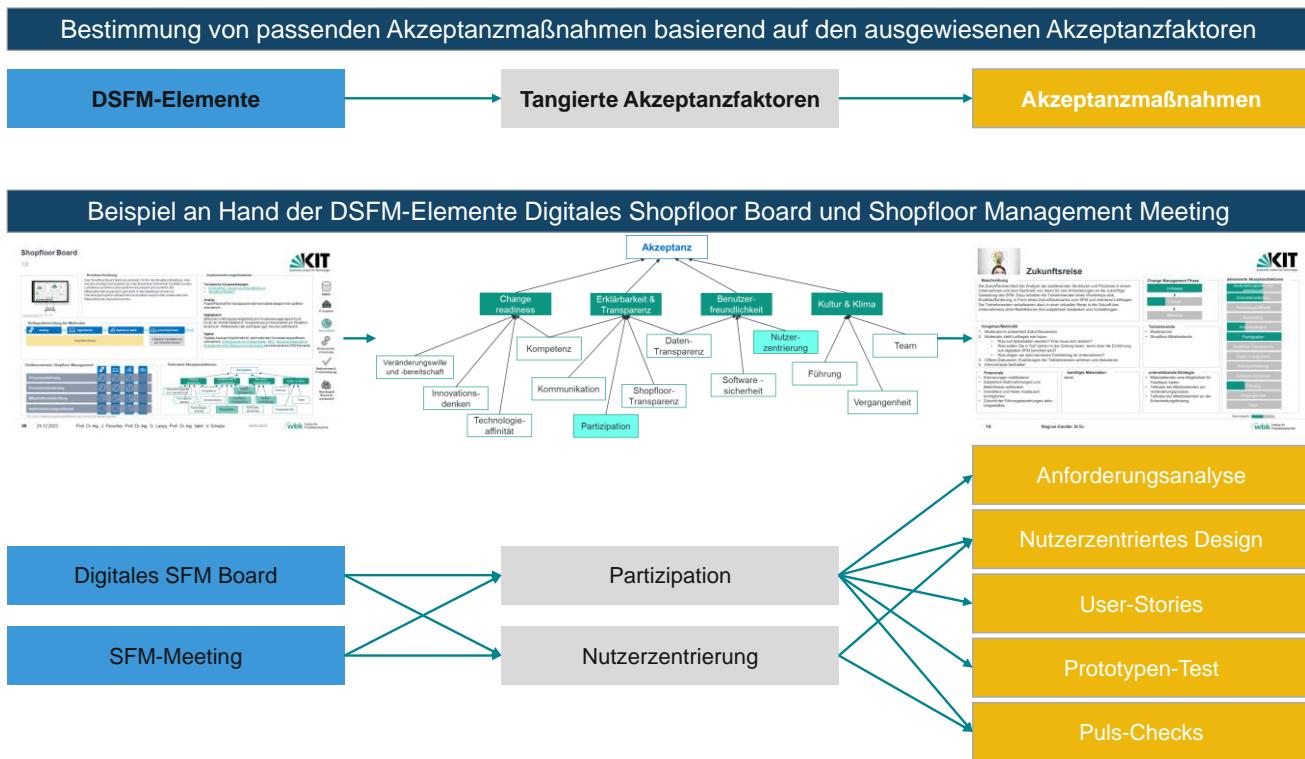


Abbildung 4-40 Schematisches Vorgehen zur Bestimmung passender Akzeptanzmaßnahmen

Die Implementierung jedes einzelnen DSFM-Elements stellt eigentlich jeweils einen eigenen Change Management Prozess dar. Aufgrund der engen Beziehung und Ähnlichkeit der DSFM-Elemente können die Akzeptanzmaßnahmen kombiniert werden und entsprechend ein begleitender Change Management Prozess etabliert werden. Damit wird die technologische Implementierungsreihenfolge, um Akzeptanzmaßnahmen ergänzt, wodurch sich eine menschzentrierte Implementierungsreihenfolge ergibt, wie diese in der nachfolgenden Abbildung 4-41 schematisch dargestellt ist.

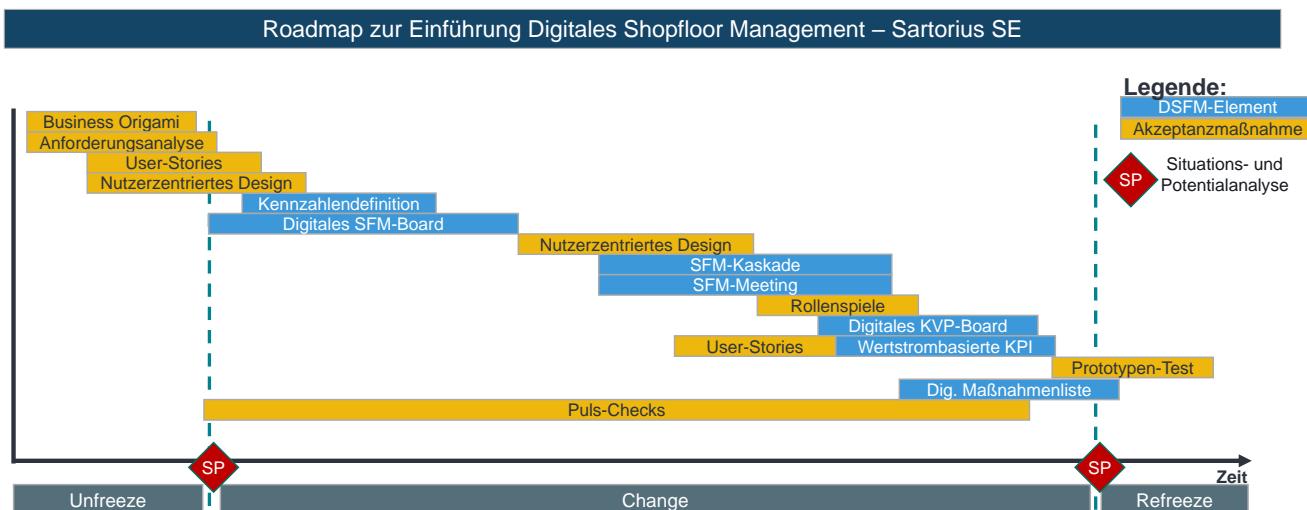


Abbildung 4-41 Beispielhafte menschzentrierte Implementierungsreihenfolge

Bestandteil der menschzentrierten Implementierungsreihenfolge für das Digitale Shopfloor Management ist die in Kapitel 4.3.2 vorgestellte Situations- und Potentialanalyse. Hierdurch wird das Implementierungsvorgehen in einen Schritt-für-Schritt-Zyklus unterteilt, wobei die Situations- und Potentialanalyse (SP) den Implementierungsfortschritt überprüft. Damit stellt diese die Möglichkeit dar, die Implementierungsreihenfolge an sich verändernde Umweltbedingungen, Anforderungen der Mitarbeitenden und Führungskräfte sowie neue Möglichkeiten der Digitalisierung anzupassen.

## 4.4 Kompetenzmanagement für Digitales Shopfloor Management

Ein wichtiger Erfolgsfaktor eines erfolgreichen Digitalen Shopfloor Managements sind gut durchgeführte Shopfloor Besprechungen durch die Führungskräfte innerhalb der Produktionsbereiche. Gleichzeitig sind gut strukturierte und durchgeführte Shopfloor Besprechungen auch ein wichtiger Faktor für eine hohe Akzeptanz der Belegschaft. Bestandteil einer Einführung von Digitalem Shopfloor Management sollte entsprechend immer eine Kompetenzentwicklung bei Führungskräften sein. Gleichzeitig müssen die zukünftigen Moderatoren für das neue Führungssystem, mittels Schulungen, vorbereitet werden, damit diese das Ziel sowie die Aufgaben des Digitalen Shopfloor Managements und ihre Rolle in diesem Führungssystem verstehen.

Aus diesem Grund werden zunächst in Kapitel 4.4.1, die für ein erfolgreiches Digitales Shopfloor Management, notwendigen Kompetenzen definiert und erläutert. Anschließend wird in Kapitel 4.4.2 ein Kompetenzentwicklungsprogramm zur Förderung der notwendigen Kompetenzen für das Digitale Shopfloor Management bei SFM-Moderatoren und Führungskräften vorgestellt. Dieses Kompetenzentwicklungsprogramm wurde im Rahmen der Lernfabrik Globale Produktion am wbk-Institut für Produktionstechnik im Rahmen einer, vom Autor angeleiteten, Abschlussarbeit von A\_Wittenhagen (2022) entwickelt und erfolgreich erprobt (A\_Wittenhagen 2022). Ziel dieses Kompetenzentwicklungsprogramms ist die Sensibilisierung von Mitarbeitenden für das Führungssystem Digitales Shopfloor Management.

### 4.4.1 Kompetenzen im Rahmen des Shopfloor Management

Die relevanten Kompetenzen zur Einführung des Digitalen Shopfloor Managements wurden im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben *teamIn - Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen* entwickelt. Gemeinsam wurden hierbei verschiedenste Kompetenzen identifiziert, welche Mitarbeitende, Teamleitende und Management aufgrund der Digitalisierung und der damit zunehmenden Autonomie und Übernahme von Entscheidungen aufweisen müssen (Schäfer et al. 2022).

Innerhalb dieses Kapitels liegt der Fokus auf den Kompetenzen zur Durchführung und Mitarbeit im Digitalen Shopfloor Management. Deswegen wurden aus allen identifizierten Kompetenzen des Forschungsprojektes 13 relevante Kompetenzen ausgewählt.

Die nachfolgende Abbildung 4-42 zeigt die für das Digitale Shopfloor Management notwendigen Kompetenzen (Lanza et al. 2022; Ströhlein et al. 2023). Diese Kompetenzen sind in einem Workshop mit Teamleitenden und Führungskräften der Sartorius SE im Rahmen des BMBF geförderten Forschungsprojektes teamIn identifiziert, diskutiert und definiert worden. Dabei wurde ebenfalls deren Relevanz für das Digitale Shopfloor Management diskutiert und darauf aufbauend bestimmt, welche Kompetenzen hiervon im Kompetenzentwicklungsprogramm berücksichtigt werden sollen.

Bevor das Schulungskonzept in Kapitel 4.4.2 präsentiert wird, werden zunächst die identifizierten Kompetenzen erklärt und anschließend deren Elemente und Relevanz für das Digitale Shopfloor Management beschrieben.

Dabei unterteilen sich die Kompetenzen in die fünf Kategorien Selbstkompetenz, Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Digitalkompetenz und Sozialkompetenz. Innerhalb der Kategorien Selbstkompetenz, Methodenkompetenz und Sozialkompetenz sind die zu adressierenden Kompetenzen nochmals unterteilt, wodurch sich insgesamt 13 Kompetenzen ergeben.

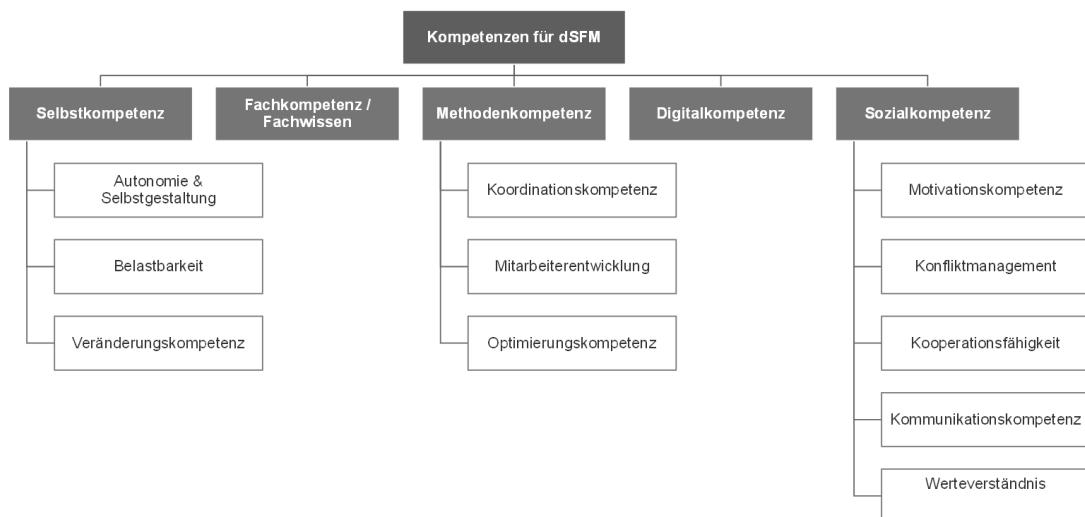


Abbildung 4-42: Kompetenzanforderungen an Mitarbeitende und Führungskräfte in einer digitalisierten Arbeitswelt in Anlehnung an (Lanza et al. 2022)

### **Selbstkompetenz:**

In der Kategorie **Selbstkompetenz** wird unterschieden in drei Kompetenzen. Dies sind die *Autonomie und Selbstgestaltung, Belastbarkeit* und *Veränderungskompetenz*:

**Autonomie und Selbstgestaltung** beschreibt die Fähigkeit, eigeninitiativ zu handeln und sich selbst zu organisieren. Hierzu zählt die Bereitschaft, eigenständig Arbeitstätigkeiten zu übernehmen und zu koordinieren sowie Entscheidungen eigenständig vorzubereiten und zu treffen (Lanza et al. 2022; Schäfer et al. 2022). Übertragen auf das Digitale Shopfloor Management bedeutet dies, dass die Mitarbeitenden die Trag- und Reichweite ihrer Entscheidungen verstehen und bereit sind diese Entscheidungen zu treffen. Dazu gehört zudem die eigenständige Koordination von Aufgaben untereinander. Entsprechend müssen die Mitarbeitenden verstehen und erkennen, wie ihnen hierbei das Digitale Shopfloor Management helfen kann und welche DSFM-Elemente hierfür benötigt werden. Führungskräften gilt es hierbei aufzuzeigen, wie mit Hilfe ihres Führungsstils, die eigenständige Koordination ihrer Teammitglieder unterstützt werden kann, so dass alle Aktivitäten im Sinne des Gesamtunternehmens getroffen werden.

**Belastbarkeit** ist die Fähigkeit stresserzeugende Situationen zu bewältigen, wodurch in Zeiten hoher Arbeitslast, Aufgaben zielorientiert erledigt werden können (Schäfer et al. 2022; Ströhlein et al. 2023). Diese Kompetenz ist entsprechend essentiell für jeden einzelnen Mitarbeitenden, wird allerdings nicht spezifisch im Rahmen des Digitalen Shopfloor Management gefordert, beziehungsweise verlangt.

**Veränderungskompetenz** beschreibt sowohl die Fähigkeit, Veränderungen im täglichen Arbeitsumfeld mit Offenheit zu begegnen als auch die Eigeninitiative, den Veränderungsbedarf zu erkennen (Ströhlein et al. 2023). Im Kontext des Digitalen Shopfloor Managements unterstützt diese Kompetenz damit eine erfolgreiche Einführung des Führungssystems als auch die Digitalisierung dessen. Entsprechend ist es sinnvoll, Mitarbeitenden das Führungssystem Digitales Shopfloor Management und dessen Elemente in Schulungen zu erklären. Der Veränderungswille kann im Rahmen der Schulungen gefördert werden, indem Sinn und Zweck des Digitalen Shopfloor Managements erlebbar werden. Durch die damit positiven Erfahrungen hinsichtlich des Digitalen Shopfloor Managements kann damit auch der Wille zur Umsetzung des Digitalen Shopfloor Managements im betrieblichen Alltag gefördert werden. Gleichzeitig werden

damit den Führungskräften wichtige Grundlagen und positive Erlebnisse vermittelt, womit positive Erlebnisberichte von Führungskräften über die technologische Veränderung einhergehen.

### **Fachkompetenz und Fachwissen:**

Zum Kompetenzcluster Fachkompetenz und Fachwissen gehört das Grundwissen und Grundverständnis zum Digitalen Shopfloor Management. Im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements müssen somit sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeitende **Fachkompetenz** zur Durchführung eines erfolgreichen und zielgeförderten Digitalen Shopfloor Managements besitzen. Dies bedeutet, dass alle beteiligten Personen Zweck und Nutzen des Digitalen Shopfloor Managements verstehen und sich ihrer Rollen, ihrer Verantwortung und ihrer Pflichten in den täglichen Besprechungen bewusst sind. Dazu gehört zudem das Grundverständnis über die Ziele von Shopfloor Management (vgl. Kapitel 2.1.1), die Kernelemente (vgl. Kapitel 2.1.2) und die einzelnen Bestandteile des Digitalen Shopfloor Management Modells (vgl. Kapitel 4.1.1).

### **Methodenkompetenz:**

Innerhalb des Kompetenzclusters **Methodenkompetenz** werden die Kompetenzen *Koordinationskompetenz*, *Mitarbeiterentwicklung* und *Optimierungskompetenz* unterschieden:

Aufgrund der zunehmend geforderten Flexibilität, verbunden mit schnellen Entscheidungen, wird die **Koordinationskompetenz** von Mitarbeitenden zunehmend wichtig in einer digitalisierten Arbeitswelt. Hierzu gehört die eigenständige Organisation von Aufgaben, Prozessen und Ressourcen im Entscheidungsspielraum der jeweiligen Mitarbeitenden. Aufgrund der Digitalisierung wird die eigenständige Koordination von Aufgaben, Problemen und Verbesserungsideen zunehmend Bestandteil des Shopfloor Managements. (Ströhlein et al. 2023) Entsprechend benötigen Führungskräfte und Mitarbeitende eine ausgeprägte **Koordinationskompetenz**, um Entscheidungen im Sinne des Unternehmens zu treffen. Hierzu gilt es ein Verständnis bei Mitarbeitenden und Führungskräften für den unternehmerischen Gesamterfolg zu schaffen, um einer Selbstoptimierung einzelner Mitarbeitender oder Produktionsteams entgegenzuwirken.

In einer digitalen und agilen Arbeitswelt wird zunehmend auch die **Mitarbeiterentwicklung** Aufgabe von Führungskräften, auch von Teamleitenden in der Produktion. Hierunter versteht man die Fähigkeit, gezielt die Entwicklung der Mitarbeitenden mit Hilfe von fachlicher als auch sozialer Kompetenz zu fördern. Dabei spielt insbesondere die

Feedback-Fähigkeit und die Fehlerkultur eine Rolle, mit denen Mitarbeitende auf Entwicklungspotentiale aufmerksam gemacht werden können (Ströhlein et al. 2023). Zunehmend ist die Kompetenzentwicklung eine Aufgabe im Rahmen des Shopfloor Managements (Hertle 2018), wobei allerdings häufig die Feedback-Fähigkeiten und Kommunikationsfähigkeiten des Moderators eine entscheidende Rolle einnimmt. Bezogen auf das Digitale Shopfloor Management sollten Mitarbeitende entsprechend lernen, welche Funktion Feedback besitzt, aber auch, wie das Verhalten und die Kommunikation genutzt werden können, um die Fähigkeiten der Mitarbeitenden mit Hilfe einer Coachinghaltung zu erweitern.

Damit das Ziel Prozessverbesserung des Digitalen Shopfloor Managements dezentral realisiert werden kann, bedarf es bei den Mitarbeitenden zunehmend einer **Optimierungskompetenz**, welche sich durch kontinuierliches Reflektieren der Tätigkeiten und Produktions- sowie Organisationsabläufen und dem Erkennen der Verbesserungspotentiale auszeichnet (Ströhlein et al. 2023). Diese Kompetenz ist zentral im Shopfloor Management und kann mit den Elementen der Zielentwicklung, der Kennzahlensvisualisierung und -analyse sowie dem Problemlösemanagement und dem Abweichungsmanagement gefördert werden. Gleichzeitig fördert diese Kompetenz auch die erfolgreiche Arbeit mit den Elementen des Shopfloor Managements.

In Zeiten der Digitalisierung von Prozessen und Systemen ist die **Digitalkompetenz** bei Mitarbeitenden wichtiger denn je, insbesondere ältere Mitarbeitende benötigen hierbei eine gezielte Förderung (Ströhlein et al. 2023). Unter dieser Kompetenz versteht man eine offene Haltung gegenüber digitalen Technologien, Werkzeugen und Prozessen (Ströhlein et al. 2023). Entsprechend ist bei einer Digitalisierung des Shopfloor Managements wichtig, diese Kompetenz bei den Mitarbeitenden gezielt zu entwickeln, um damit die Angst und Hürden der Digitalisierung zu reduzieren.

### **Sozialkompetenz:**

Innerhalb des Kompetenzclusters **Sozialkompetenz** werden die Kompetenzen *Motivationskompetenz*, *Konfliktmanagement*, *Kooperationsfähigkeit*, *Kommunikationskompetenz* und das *Werteverständnis* unterschieden:

**Motivationskompetenz** beschreibt die Kompetenz zur eigenen Motivation für Aufgaben und das Schaffen von Eigeninitiative, aber auch die Förderung dieser bei Kollegen und Mitarbeitenden durch Lob, Anregungen, Anerkennung und Kreativität (Ströhlein et al. 2023). Durch eine ausgeprägte Motivationskompetenz bei Führungskräften können

Teams im Rahmen des Shopfloor Managements angespornt werden und die Leistungsfähigkeit dieser gesteigert werden. Hierfür müssen insbesondere neue Führungskräfte sensibilisiert werden und dabei auch in die Führungsarbeit mit Coachinghaltung eingeführt werden, damit diese im Rahmen der Shopfloor Besprechungen ihre Teams motivieren können.

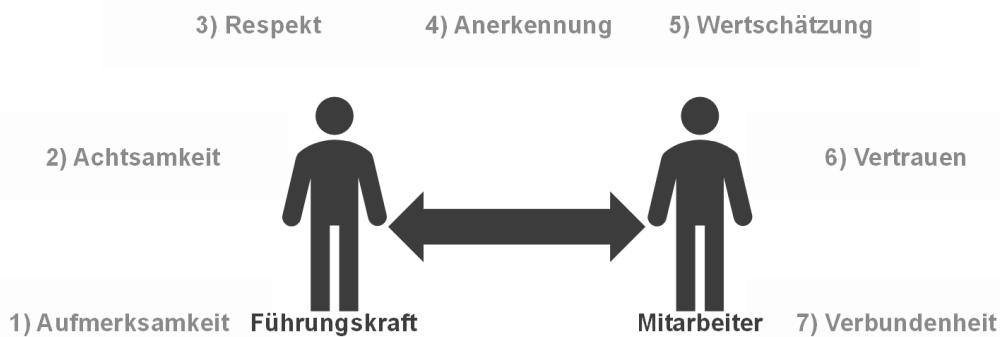
Eine wichtige Kompetenz in einer dynamischen, digitalen und agilen Arbeitswelt ist das **Konfliktmanagement** (Ströhlein et al. 2023). Bei dieser Kompetenz geht es um die Förderung einer offenen und wertschätzenden Konfliktkultur, worunter eine konstruktive, sachdienliche und respektvolle Feedbackkultur verstanden wird sowie die konstruktive Auseinandersetzung mit Konflikten (Ströhlein et al. 2023). Gerade im Shopfloor Management können Konflikte aufgrund hoher Abweichungen von Zielen oder Problemen in den Prozessen entstehen. Häufig müssen die Moderatoren dabei zwischen Mitarbeitenden und/oder Abteilungen vermitteln, weswegen die Shopfloor Moderatoren entsprechend geschult sein müssen, wie sie mit ihrer Moderation, ihrer Gestik, ihrer Mimik und ihrer Führungsarbeit Konflikte und Probleme konstruktiv moderieren können.

**Kooperationsfähigkeit** beschreibt das Vermögen eines sozialen Miteinanders bei der Arbeit, durch die Fähigkeit Gemeinschaften zu schließen, zu gestalten und Neuem gegenüber handlungsbereit und aufgeschlossen zu sein (Ströhlein et al. 2023). Shopfloor Moderatoren mit einer ausgeprägten Kooperationsfähigkeit fördern damit, durch ihr Handeln und ihre Führungsarbeit, eine Wertekultur und lassen dessen Elemente entsprechend in den Besprechungen einfließen. Somit ist es, bezogen auf das Shopfloor Management, wichtig, dass Führungskräfte im Rahmen von Schulungen hierfür sensibilisiert werden.

Wichtig für erfolgreiche Besprechungen im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements ist eine ausgeprägte **Kommunikationskompetenz**, welche durch eine klare, verständliche und konfliktfreie Sprache ausgedrückt wird (Ströhlein et al. 2023). Dazu gehört der respektvolle Umgang mit Gesprächspartnern, mit dem Ziel einer offenen und wertschätzenden Kommunikationskultur, womit eine wertebasierte Unternehmenskultur und die Philosophie des Shopfloor Managements aktiv realisiert werden. Gerade das Shopfloor Management ist zentraler Ort für Gespräche und Meinungsaustausch. Häufig beschränkt sich die Kommunikation zwischen Führungskraft und Mitarbeitenden auf diese täglichen Besprechungen, weswegen den Führungskräften und den Shopfloor Management Moderatoren sowie ihrer Kommunikationskompetenz eine

wichtige Funktion zu kommt. Entsprechend müssen Shopfloor Management Moderatoren gezielt für ihre Kommunikation und deren Wirkung, auch durch indirekte Kommunikation wie Gestik und Mimik, sensibilisiert und geschult werden.

Das **Werteverständnis** bezieht sich auf die Elemente der wertebasierten Unternehmenskultur (vgl. Abbildung 4-43), welche im Zusammenhang mit dem Lean Leadership und der Führungsarbeit mit Coachinghaltung stehen und sich teilweise in den bereits präsentierten Kompetenzen, wie beispielsweise der Kommunikationskompetenz, Kooperationsfähigkeit, Motivationskompetenz und dem Konfliktmanagement wiederfinden. Konkret bedeutet dies, dass die Führungskräfte und Shopfloor Moderatoren die sieben Werte (siehe Abbildung 4-43) verstehen und erkennen, wie diese Werte in der täglichen Führungsarbeit im Kontext des Digitalen Shopfloor Management umgesetzt werden können.



*Abbildung 4-43: Werte einer wertebasierten Unternehmenskultur*

#### 4.4.2 Kompetenzentwicklungsprogramm für das digitale Shopfloor Management

Basierend auf den in Kapitel 4.4.1 präsentierten Kompetenzen für Teamleitende und Führungskräften wird im Rahmen dieses Kapitels ein Kompetenzentwicklungsprogramm präsentiert, welches zur Schulung von Teamleitenden und Führungskräften genutzt werden kann. Es unterstützt damit die Einführung eines Digitalen Shopfloor Managements in Unternehmen. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Themen und Methoden, welche innerhalb der Schulung adressiert werden.



Abbildung 4-44: Überblick über Themen und Methoden des Kompetenzentwicklungsprogramms für das Digitale Shopfloor Management

Das Schulungskonzept wurde im Rahmen der Lernfabrik erarbeitet und erprobt. So haben Unternehmen, unabhängig vom eigenen Status-Quo bezüglich der Shopfloor Management Einführung, einen neutralen Ort zum erlernen und erleben. Das entwickelte Schulungsformat erstreckt sich über zwei Tage und ist in vier Lernphasen und vier Theoriephasen aufgeteilt, welche sich jeweils abwechseln. Die Lernphasen untergliedern sich wiederum in jeweils zwei Spielrunden in der Lernfabrik sowie zwei Shopfloor Management Runden. Das entwickelte Schulungskonzept folgt damit dem erfahrungsbaasierten Lernen (Kolb 2015), einem didaktischen Konzept, bei dem die Teilnehmenden zunächst die theoretischen Inhalte erlernen, dieses Wissen anschließend anwenden und durch die Anwendung erfahren, wie sich die genutzten Methoden auf die simulierte Situation auswirken (Kolb 2015). Hierbei erleben die Teilnehmenden unterschiedliche Reifegradstufen des Digitalen Shopfloor Management und erhalten durch das Feedback der anderen Teilnehmenden unmittelbar Rückmeldung zu ihrer Moderation und ihrem Führungsverhalten als Shopfloor Moderator. (A\_Wittenhagen 2022)

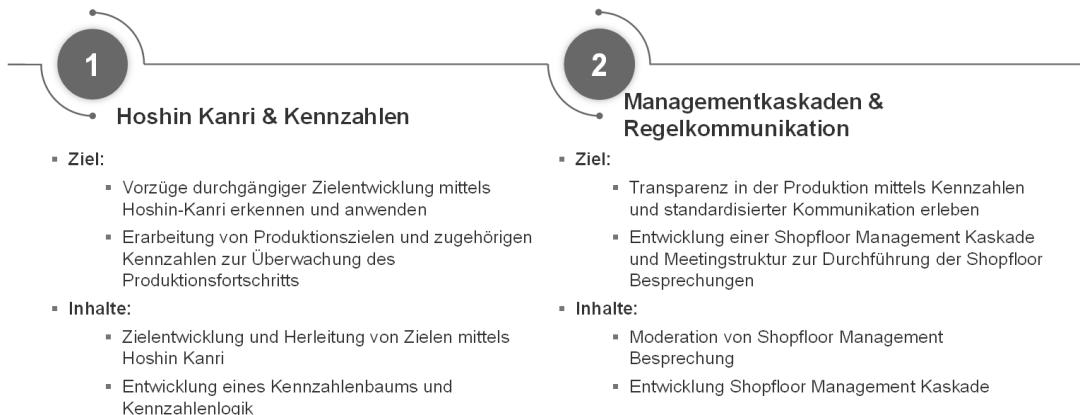
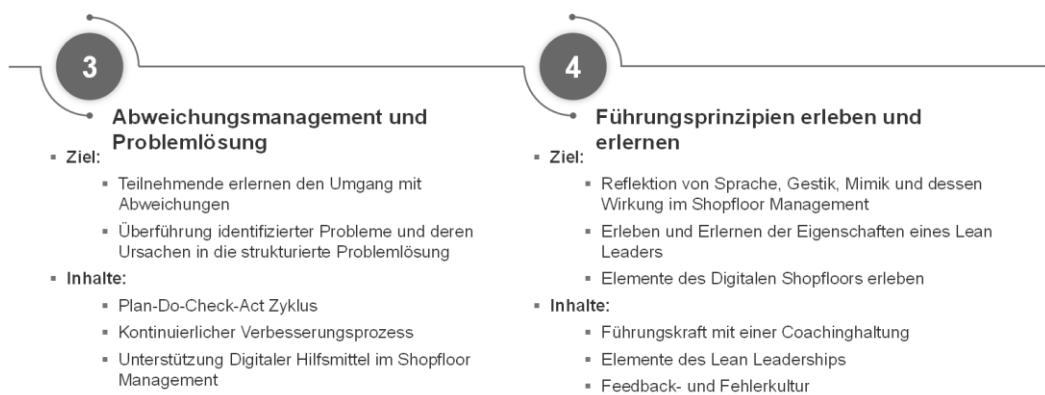


Abbildung 4-45: Überblick über die entwickelten Schulungsinhalte (Tag 1)

Fokus der **Lernphase 1** ist das Erleben einer **standardisierten Kommunikation**, wobei die Teilnehmenden das Ziel und den Nutzen von standardisierten Besprechungen in Form des Shopfloor Managements erleben, wobei das angewendete Shopfloor Management noch einen geringen Reifegrad aufweist (vgl. Abbildung 5-20). Hierzu erleben die Teilnehmenden zunächst in einer initialen Runde ein chaotisches Shopfloor Management ohne Kennzahlen, ohne strukturierte Agenda und ohne klaren Moderator. An diese chaotische Besprechung werden, basierend auf den gemachten Erfahrungen, die wichtigsten Grundlagen des Digitalen Shopfloor Managements, der Datenerfassung und -aufbereitung sowie der Kennzahlenvisualisierung vermittelt. Bevor weitere Spielrunden und Shopfloor Besprechungen erfolgen, erarbeiten die Teilnehmenden eine Shopfloor Management Kaskade und definieren wichtige Kennzahlen für die weiteren Besprechungen. Damit werden in dieser Phase besonders die Kommunikations- und Kooperationskompetenz der Schulungsteilnehmenden gefördert. Darüber hinaus werden im Rahmen der Fach- und Digitalkompetenz die wesentlichen Elemente der standardisierten Kommunikation und des Shopfloor Managements sowie dessen Digitalisierungsmöglichkeiten adressiert.

Die definierten Kennzahlen und Besprechungen sind Basis für die **Lernphase 2**. In dieser erlernen und erleben die Teilnehmenden das **Abweichungsmanagement** und das **Problemlösemanagement** im Rahmen des Shopfloor Managements (vgl. Abbildung 5-20). Im Zuge einer Shopfloor Management Besprechung mit Kennzahlen, aber ohne Ziele, erkennen die Teilnehmenden, wie wichtig definierte Ziele zur Analyse der Kennzahlen sowie zum Umgang mit Abweichungen und Problemen sind. In der an-

schließenden Theoriephase werden Methoden des Hoshin Kanris, des Abweichungsmanagements und des Problemlösemanagements sowie der Ursachenanalyse eingeführt. Entsprechend tangiert diese Lernphase die Optimierungskompetenz. Dabei müssen sich die Teilnehmenden eigenständig abstimmen, welche Probleme und Ursachen wie gelöst werden sollen, wodurch die Selbstkompetenz (Autonomie und Selbstgestaltung, Veränderungskompetenz) gefördert wird. Als weiteres stehen im Rahmen der Fachkompetenz die Elemente des Abweichungsmanagements und des Problemlösungsmanagements im Fokus.



*Abbildung 4-46: Überblick über die entwickelten Schulungsinhalte (Tag 2)*

**Lernphase 3** ist am 2. Schulungstag und zielt auf die Entwicklung der notwendigen Sozialkompetenz und der Kompetenz zur Mitarbeiterentwicklung im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements mittels des **Lean Leaderships und der wertebasierten Unternehmenskultur** ab (vgl. Abbildung 5-21). Hierzu werden zunächst die Elemente des Lean Leaderships als auch die einzelnen Werte der wertebasierten Unternehmenskultur vermittelt. Da ab dieser Lernphase die Teilnehmenden die Führungsarbeit des jeweiligen Shopfloor Management Moderators im Anschluss an die durchgeführten Shopfloor Besprechungen reflektieren, erfolgt eine Einführung zum Thema „Feedback geben und nehmen“. Anschließend wird jede Shopfloor Besprechung von einem anderen Teilnehmenden durchgeführt, wobei die einzelnen Teilnehmenden Rollenkarten im Vorfeld erhalten, wodurch verschiedene auftretende Situation in den Shopfloor Besprechungen simuliert werden können und die Shopfloor Moderatoren und Teilnehmenden jeweils auf verschiedene alltägliche Situation reagieren müssen. Beispielhafte Situationen sind zum Beispiel Mitarbeitende, welche die Regeln der Shopfloor Besprechung missachten, oder Schuldzuweisungen sowie Dassinteresse durch Teilnehmende. Die Teilnehmenden der Schulung erleben somit, wie sich verschiedene Stimmungslagen und verschiedene Führungsstile auf die anderen auswirken und können, mittels des

Feedbacks der anderen Teilnehmenden, ihre Sozialkompetenz in den jeweiligen Situation reflektieren.

Die **vierte Lernphase** vertieft die Inhalte der dritten Lernphase (Lean Leadership und wertebasierte Unternehmenskultur) und führt abschließend die Arbeit mittels des **Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses** und die **kurzfristige Produktionssteuerung** ein. Hierzu wird in der Theoriephase zunächst das Thema der Selbstorganisation von Produktionsteams mit Hilfe von kurzfristiger Mitarbeitereinsatzplanung und Auftragssteuerung mittels Kennzahlen eingeführt. Hierdurch werden die Kompetenz der Autonomie und Selbstgestaltung sowie die Koordinationskompetenz adressiert. Durch die Erklärung der theoretischen Elemente des kontinuierlichen Verbesserungsprozess, wie PDCA-Zyklus, KVP-Boards und Arbeit mittels KVP-Vorschlagswesen wird neben der Fach- und Digitalkompetenz, die Koordinationskompetenz gefördert. Diese Elemente werden anschließend wieder in den Spielrunden und Shopfloor Besprechungen von den Teilnehmenden genutzt, um die Theorie zu vertiefen und nochmals die Bedeutung der Wertekultur im Zusammenhang mit der KAIZEN-Kultur zu erläutern, wodurch die Sozialkompetenzen wie Konfliktmanagement, Werteverständnis und Kommunikationskompetenz gefördert werden.

Kompetenzen für Digitales Shopfloor Management		Berücksichtigung in den Lernphasen der Kompetenzentwicklung			
Selbstkompetenz		1	2	3	4
Autonomie & Selbstgestaltung		1	2	3	4
		1	2	3	4
Veränderungskompetenz		1	2	3	4
Fachkompetenz / Fachwissen		1	2	3	4
Methodenkompetenz		1	2	3	4
Koordinationskompetenz		1	2	3	4
		1	2	3	4
Mitarbeiterentwicklung		1	2	3	4
		1	2	3	4
Optimierungskompetenz		1	2	3	4
		1	2	3	4
Digitalkompetenz		1	2	3	4
Sozialkompetenz		1	2	3	4
Motivationskompetenz		1	2	3	4
		1	2	3	4
Konfliktmanagement		1	2	3	4
		1	2	3	4
Kooperationsfähigkeit		1	2	3	4
		1	2	3	4
Kommunikationskompetenz		1	2	3	4
		1	2	3	4
Werteverständnis		1	2	3	4
		1	2	3	4

*Abbildung 4-47: Vermittelte Kompetenzen innerhalb der Lernphasen des Kompetenzentwicklungsprogramms*

Insgesamt erleben die Teilnehmenden der Schulung entsprechend alle Shopfloor Management Dimensionen und erlernen verschiedenste Elemente des modularen, Digitalen Shopfloor Management Modells auszugsweise. Ziel hiervon ist die Sensibilisierung der Mitarbeitenden für das Shopfloor Management und dem damit verbundenen Nutzen der Selbstorganisation von Produktionsteams (A\_Wittenhagen 2022). Gleichzeitig erlernen die Teilnehmenden damit die Durchführung von Shopfloor Besprechungen und erkennen die Vorteile der standardisierten Kommunikation, wodurch Vorbehalten seitens der Mitarbeitenden gegenüber dem Führungssystem des Digitalen Shopfloor Managements ausgeräumt werden können (A\_Wittenhagen 2022). Die Schulung eignet sich entsprechend zur Vorbereitung einer Einführung als Informationsprogramm, um Akzeptanzhürden zu reduzieren als auch zur Schulung von Teamleitenden und Führungskräften, welche zukünftig Shopfloor Besprechungen moderieren sollen und somit auch für das Lean Leadership sensibilisiert werden müssen.

## 5 Exemplarische Anwendung des Modells

Im Rahmen dieses Kapitels wird das menschzentrierte Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management und die dazugehörigen Bestandteile exemplarisch angewendet und die daraus resultierende Erprobung vorgestellt.

Zur Erprobung und Validierung des Implementierungsvorgehens wird auf ein Unternehmen der Fahrzeugindustrie zurückgegriffen, welches entsprechend der Design Research Methodologie nicht an der Entwicklung des Vorgehens beteiligt war. Mit Hilfe des Unternehmens konnte das gesamte, in Kapitel 4.3 vorgestellte, menschzentrierte Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management angewendet werden.

Zunächst wird jedoch in Kapitel 5.1 die Anwendung des Akzeptanzmodells an Hand der Sartorius SE dargelegt. Dabei war die Sartorius SE, wesentlicher Bestandteil der Entwicklung des Vorgehens. Die Anwendung zeigt wichtige Erkenntnisse, welche am Ende des Kapitels 5.1.2 dargelegt werden und bei einer Anwendung des Akzeptanzmodells in anderen Unternehmen miteinfließen.

Anschließend erfolgt in Kapitel 5.2 die Anwendung des Implementierungsvorgehens für das Digitale Shopfloor Management bestehend aus Reifegrad-Assessment, Situations- und Potentialanalyse, technologischer Implementierungsreihenfolge und menschzentrierter Implementierungsreihenfolge. Jeder der hierbei durchlaufenen Schritte und die daraus resultierenden Zwischenergebnisse werden vorgestellt und erläutert.

Die Anwendung und Erprobung des in dieser Arbeit präsentierten Vorgehens ist somit Basis für das in Kapitel 6 folgende Fazit sowie die Darlegung des zukünftigen Forschungsbedarfs.

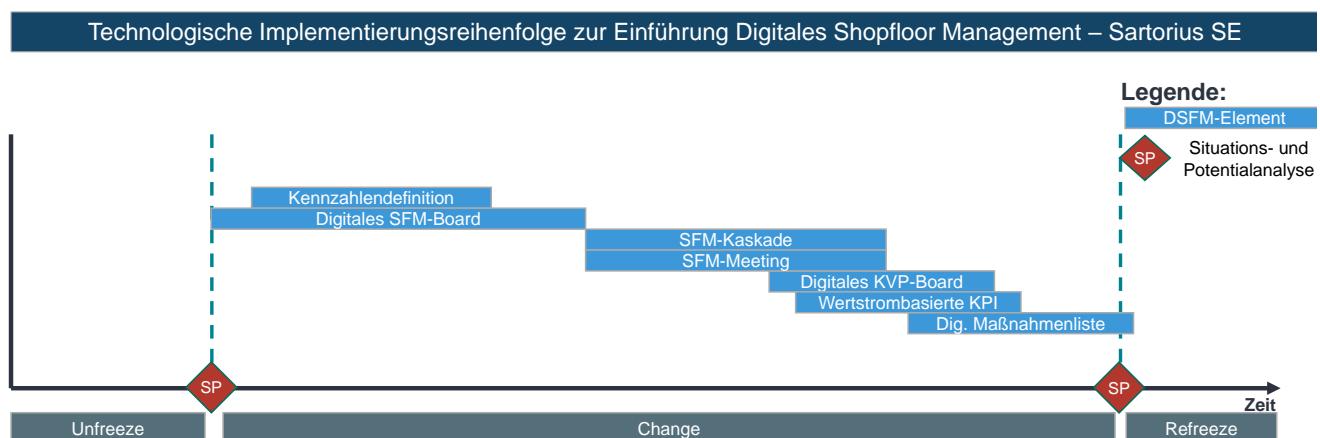
### 5.1 Anwendung des Akzeptanzmodells

Das in Kapitel 4.2 entwickelte Akzeptanzmodell konnte im Rahmen der Entwicklung bei der Sartorius SE in einem Montageteam angewendet werden. Die Ergebnisse und das Vorgehen ist in Kapitel 5.1.1 dargelegt und erfolgte über ein halbes Jahr, in welchem die Sartorius SE ihr Digitales Shopfloor Management weiterentwickelt hat. Das Akzeptanzmodell, insbesondere die Durchführung regelmäßiger Puls-Checks, stellte ein wichtiger Bestandteil des Change-Management Prozesses zur Einführung des Digitalen Shopfloor Managements bei der Sartorius SE dar.

Dabei ist die Validierung des entwickelten Akzeptanzmodells jedoch nur bedingt aussagekräftig, weil der Anwendungspartner in diesem Fall identisch mit dem Entwicklungspartner der Methode ist. Darüber hinaus lag der Fokus bei der Anwendung besonders auf den kurzen Mitarbeiterumfragen und der daraus resultierenden Anpassung des Change-Management Prozesses durch gezielte Workshops mit den Mitarbeitenden. Entsprechend wurde nicht das gesamte Modell angewendet, sondern vorrangig das Instrument der Puls-Checks zur Operationalisierung der Akzeptanz im betrieblichen Kontext. Trotzdem lassen sich aus der Anwendung wichtige Erkenntnisse für eine spätere Anwendung in anderen Unternehmen ableiten, welche in Kapitel 5.1.2 dargelegt werden.

### **5.1.1 Exemplarische Anwendung am Beispiel der Sartorius SE**

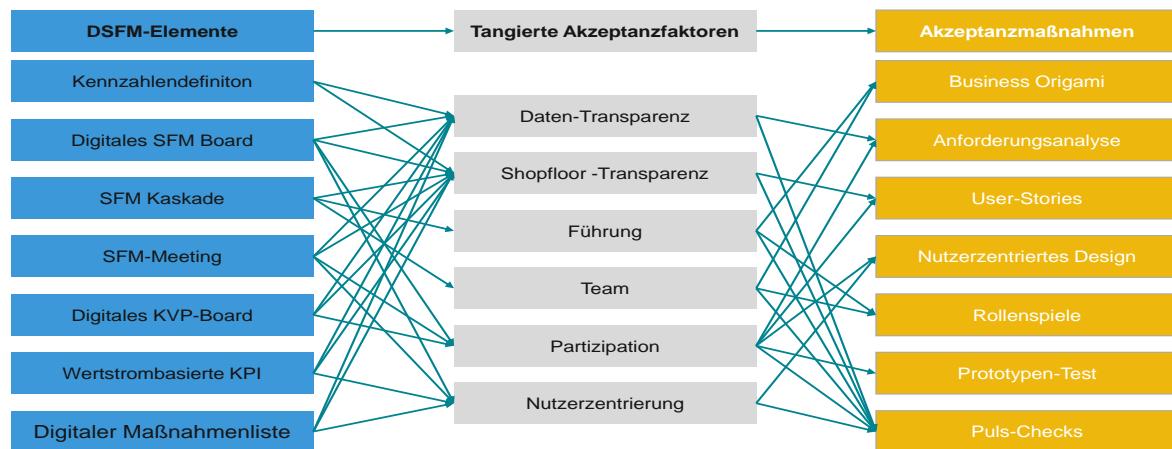
Gemeinsam mit der Sartorius SE wurde das Akzeptanzmodell entwickelt und anschließend genutzt, um den Veränderungsprozess der Einführung der Digitalen Shopfloor Boards, der SFM-Kaskade, der SFM-Meetings, der digitalen KVP-Boards, der wertstrombasierten Kennzahlendarstellung und der digitalen Maßnahmenlisten zu gestalten.



*Abbildung 5-1 Technologische Implementierungsreihenfolge der Sartorius SE als Basis für die Anwendung des Akzeptanzmodells*

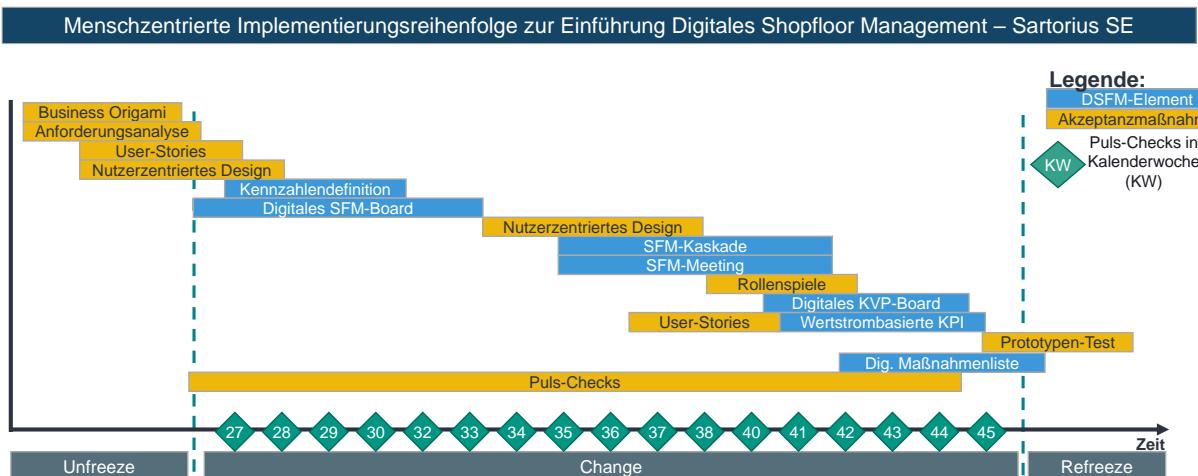
Ausgangspunkt für die Anwendung des in Kapitel 4.2 präsentierten Akzeptanzmodells ist die in Abbildung 5-1 dargestellte technologische Implementierungsreihenfolge. Basierend auf den darin enthaltenen DSFM-Elementen wurden passende Akzeptanzmaßnahmen aus der Sammlung von Akzeptanzmaßnahmen (vgl. Kapitel 4.2.4) bestimmt. Hierzu wurden, basierend auf den ausgewählten DSFM-Elementen (Kennzahlendefini-

tion, Digitales SFM Board, SFM Kaskade, SFM Meeting, Digitales KVP-Board, Wertstrombasierte Kennzahlen, Digitale Maßnahmenliste), die zugehörigen relevanten Akzeptanzfaktoren (graue Elemente in Abbildung 5-2) bestimmt. Anschließend wurden, mittels der Akzeptanzfaktoren, geeignete Akzeptanzmaßnahmen (gelbe Elemente in Abbildung 5-2) zur Unterstützung des Veränderungsprozesses identifiziert.



*Abbildung 5-2 Auswahl geeigneter Akzeptanzmaßnahmen mittels der Akzeptanzfaktoren der DSFM-Elemente*

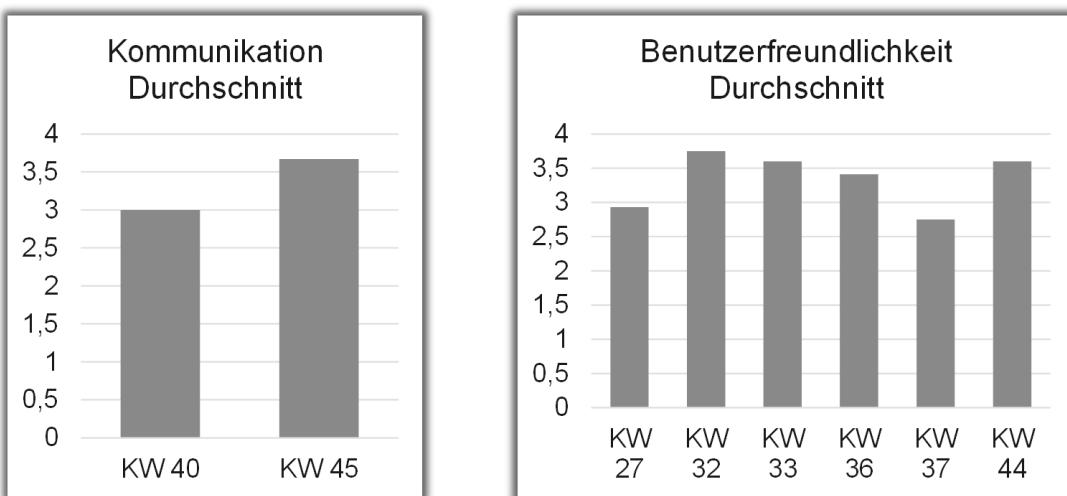
Nachfolgend wurde gemeinsam mit den Unternehmensexpererten überlegt, wie die vorgeschlagenen Akzeptanzmaßnahmen sinnvoll und zeitlich im Veränderungsprozess genutzt werden können. Basierend auf deren Eignung, hinsichtlich dem Einsatz in Unfreeze-, Change- und Refreeze-Phase, wurden die Akzeptanzmaßnahmen des Business Origami und der Anforderungsanalyse für die Unfreeze-Phase bestimmt, um damit die Mitarbeitenden des Montagebereichs auf die geplanten Aktivitäten einzustimmen und gleichzeitig deren Teamgefüge sowie das Zusammenwirken der einzelnen Montagebereiche zu analysieren. Zusätzlich wurde der Entschluss gefasst, die Einführung des Digitalen Shopfloor Managements mittels Puls-Checks (vgl. Kapitel 4.2.5) zu begleiten, um die Akzeptanz der Mitarbeitenden jederzeit zu bewerten und damit den Veränderungsprozess gegebenenfalls anpassen zu können. Der gesamte menschenzentrierte Einführungsprozess ist in der nachfolgenden Abbildung 5-3 dargestellt. In dieser Abbildung sind auch die Zeitpunkte der durchgeföhrten Puls-Checks zur Evaluation des genutzten Veränderungsprozesses sichtbar.



*Abbildung 5-3 Menschzentrierter Einführungsprozess bei der Sartorius SE und dargestellten Zeitpunkten der Puls-Checks*

Die Durchführung der wöchentlichen Puls-Checks wird genutzt, um die von Sartorius als relevant erachteten Akzeptanzfaktoren und deren Wahrnehmung durch die Mitarbeitenden und Führungskräfte des ausgewählten Montagebereichs zu erfassen. Hierzu wurden wöchentlich zwei Fragen aus den, in Kapitel 4.2.5 vorgestellten, Item-Katalogen des Akzeptanzmodells in einer digitalen Mitarbeiterumfrage genutzt, um die wahrgenommene Akzeptanz der Mitarbeitenden gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management zu erfassen.

Die Unternehmensexpererten waren dabei besonders interessiert an den Akzeptanzfaktoren *Kommunikation*, *Benutzerfreundlichkeit*, *Daten-Transparenz* und *Shopfloor-Transparenz*. Zudem kann neben der Akzeptanz damit beurteilt werden, ob die ausgewählten DSFM-Elemente die Transparenz im ausgewählten Montagebereich, wie gewünscht verbessern. Darüber hinaus lag Sartorius eine starke Einbeziehung der Mitarbeitenden am Herzen, weswegen auch die Partizipation sowie die Kommunikation mehrmals überprüft wurden. Insgesamt wurden die Puls-Checks über einen Zeitraum von circa einem halben Jahr durchgeführt.



*Abbildung 5-4 Ergebnisse der Puls-Checks zu den Akzeptanzfaktoren Kommunikation und Benutzerfreundlichkeit*

Die Abbildung 5-4 zeigt die Ergebnisse für die beiden Akzeptanzfaktoren *Kommunikation* und *Benutzerfreundlichkeit*. Der Akzeptanzfaktor *Kommunikation* wurde dabei nur zweimal im Projektverlauf erhoben. Nämlich kurz nach Einführung der neuen Meetingsstruktur (Shopfloor Management Kaskade) und das zweite Mal nach einer gewissen Übungszeit und einem gezielten Training zur Moderation der Shopfloor Management Besprechungen. Mittels der Umfragen ist erkennbar, dass die Kommunikation insgesamt als recht gut bewertet wurde. Die gezielten Rollenspiele (vgl. Akzeptanzmaßnahme in Anhang A.3), im Rahmen des Trainings, waren nochmals sinnvoll und wichtig, um den Erfolg des DSFM-Elements „Meetingstruktur – SFM-Kaskade“ sicherzustellen. Innerhalb der Rollenspiele wurden Shopfloor Management Besprechungen simuliert, wobei die Teilnehmenden die Besprechung der Shopfloor Management Inhalte an den neuen Digitalen Shopfloor Boards üben konnten.

Bei der *Benutzerfreundlichkeit* (vgl. Abbildung 5-5) sollte insbesondere dargestellt werden, wie gerne die Mitarbeitenden mit den neuen digitalen Shopfloor Management Boards und den neuen digitalen KVP-Boards arbeiten und wie intuitiv diese von den Mitarbeitenden bedient werden können. Gerade zu Beginn der Einführung des Digitalen Shopfloor Boards zeigte sich, dass die Mitarbeitenden die Benutzerfreundlichkeit noch schlechter bewerteten als über den zeitlichen Verlauf. Allerdings wurden nach und nach weitere Funktionen den Dashboards hinzugefügt und immer mehr Inhalte auf den Boards visualisiert, wodurch die Benutzerfreundlichkeit leicht negativ beeinflusst wurde.

Durch die Nutzung des nutzerzentrierten Designs (vgl. Akzeptanzmaßnahme in Anhang A.3) wurde entsprechend versucht diesem Trend entgegen zu wirken. Insbesondere haben aber die Rollenspiele (vgl. Akzeptanzmaßnahme in Anhang A.3) im Zeitraum von KW 38 – 42 geholfen, da in diesen Rollenspielen die Bedienung der Shopfloor Boards als Bestandteil des Trainings aufgenommen wurde, da in den vorigen Puls-Checks zur Benutzerfreundlichkeit ersichtlich war, dass sich diese verschlechtert. Durch das gezielte Üben mit den neuen Shopfloor Boards im Rahmen der Rollenspiele, konnte damit die Benutzerfreundlichkeit und somit die Akzeptanz bei den Mitarbeitenden gegenüber dem Digitalen Shopfloor Management verbessert werden.

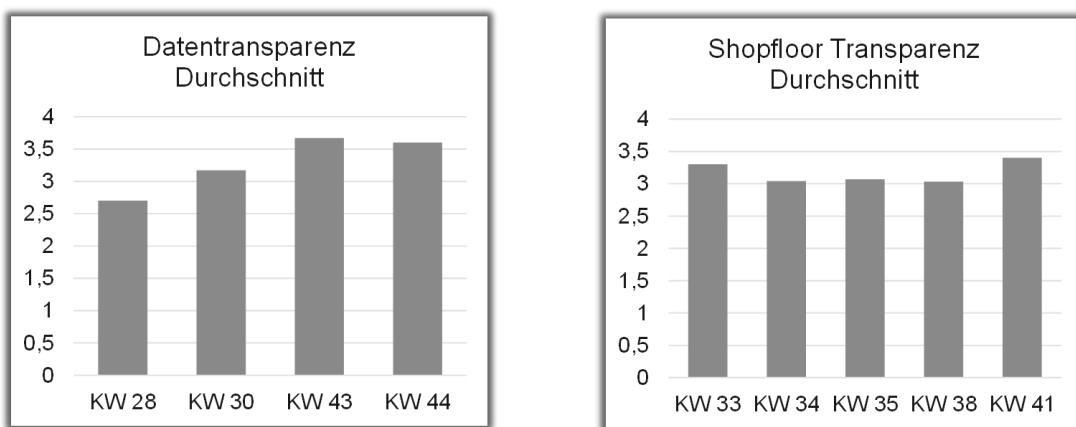


Abbildung 5-5 Ergebnisse der Puls-Checks zu den Akzeptanzfaktoren  
Datentransparenz und Shopfloor Transparenz

Der Akzeptanzfaktor *Datentransparenz* gibt an, ob die angezeigten Daten und Kennzahlen im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements aktuell, verständlich und korrekt sind. Entsprechend interessant ist der in Abbildung 5-5 dargestellte Verlauf der Datentransparenz über die vier Umfragezeitpunkte. Die Umfrage in KW 28, zu Beginn der Einführung der neuen Kennzahlen und der neuen Digitalen Shopfloor Boards, zeigt, dass die Mitarbeitenden zu diesem Zeitpunkt die Datentransparenz vergleichsweise schlecht beurteilt haben. Ein ähnlich schlechtes Ergebnis in KW 30 war Anlass zu gezielten Gesprächen mit den Mitarbeitenden sowie einer nochmaligen Nutzung des „Nutzerzentrierten Designs“ (vgl. Akzeptanzmaßnahme in Anhang A.3). Dabei wurden die Kennzahlen und deren Visualisierung auf den verschiedenen Digitalen Shopfloor Boards der einzelnen Montagebereiche besprochen und entsprechend angepasst. Nach Überarbeitung der Digitalen Shopfloor Boards wurden anschließend erneut in den

Puls-Checks Items des Akzeptanzfaktors Datentransparenz abgefragt. Dabei ist deutlich eine Verbesserung, zwischen den ersten beiden Puls-Checks und den beiden letzten Puls-Checks zur Datentransparenz, festzustellen.

Aus den Ergebnissen der Puls-Checks zur *Shopfloor-Transparenz* können nur bedingt Informationen gewonnen werden. Positiv hervorzuheben ist, dass die Shopfloor-Transparenz über den Verlauf der Einführung des Digitalen Shopfloor Managements relativ konstant geblieben ist und dabei auch im oberen Bereich der Bewertungsskala (zwischen 3 und 4) verortet wurde. Daraus konnte geschlossen werden, dass man mit der Einführung des Digitalen Shopfloor Managements die richtige Entscheidung getroffen hat, um Informationen über die Produktionsziele sowie anstehende Entscheidungen bereitzustellen.

### **5.1.2 Fazit zum Akzeptanzmodell**

Die Anwendung des Akzeptanzmodells hat gezeigt, dass die Anzahl an Akzeptanzmaßnahmen ausreichend ist, um diverse Anwendungsfälle im Rahmen des Digitalen Shopfloor Managements abzudecken. Bei der Anwendung der Akzeptanzmaßnahmen geben die Steckbriefe einen guten Überblick über die einzelnen Maßnahmen. Allerdings ist es zur Durchführung trotzdem unumgänglich gewesen, die einzelnen Maßnahmen nochmals ausführlich zu erklären, beziehungsweise zu schulen, da sich die Unternehmensexpererten schwer getan haben, die Maßnahmen alleine umzusetzen.

Die Ergebnisse der Item-basierten Puls-Checks zur Erfassung der Akzeptanz zeigen, dass diese geeignet sind die Wahrnehmung hinsichtlich der Akzeptanzfaktoren bei den Mitarbeitenden zu erfassen. Allerdings sind die Erkenntnisse statistisch nicht gesichert, da die Umfragen nur von maximal 20 Personen, teilweise aber auch nur von 6 Personen ausgefüllt wurden. Generell zeigte sich in Gesprächen, dass die Umfragen in einer zu hohen Häufigkeit durchgeführt wurden. In zukünftigen Projekten sollte deswegen auf eine wöchentliche Erhebung verzichtet werden und stattdessen eine Erhebung je Monat mit einem längeren Fragebogen erfolgen.

Die Anwendung hat zudem gezeigt, dass eine Operationalisierung der Akzeptanz durch Mitarbeiterumfragen und daraus resultierender Anpassung des Change-Managements Prozesses nur bedingt praktikabel ist. Der Grund liegt im zeitlichen Verzug zwischen Akzeptanzmaßnahme und wahrgenommenen Nutzen bzw. wahrgenommener Verbesserung der Akzeptanz sowie den vielen weiteren, nicht kontrollierbaren, Einflussgrößen der Unternehmensumwelt. Die Umfragen können entsprechend nur einen Eindruck

über die mögliche Wahrnehmung vermitteln, weswegen ergänzende Gespräche mit Mitarbeitenden unverzichtbar sind.

Die Anwendung hat zudem gezeigt, dass die Auswahl passender Akzeptanzmaßnahmen zwar durch das entwickelte Modell unterstützt werden kann, allerdings die Erfahrung eines Change Managers trotzdem eine wichtige Grundlage für die Auswahl passender Akzeptanzmaßnahmen darstellt. Insbesondere kann der Experte hierbei auf Erfahrungswerte vergangener Veränderungsprozesse zurückgreifen und kann einschätzen, wie die Bereitschaft der Mitarbeitenden zur Teilnahme an den Akzeptanzmaßnahmen ist. Gerade Akzeptanzmaßnahmen, welche psychologische oder systemische Elemente beinhalten, wie z.B. die Zukunftsreise oder das Business Origami, können für Produktionsmitarbeitende zunächst befremdlich wirken, weswegen der Erfolg dieser Methoden besonders von den Fähigkeiten des Moderators abhängt.

## **5.2 Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management**

In diesem Kapitel wird die Umsetzung des menschzentrierten Implementierungsvorgehens für das Digitale Shopfloor Management vorgestellt. Anwendungspartner ist ein Unternehmen der Fahrzeugindustrie, welches zunächst in Kapitel 5.2.1 vorgestellt wird. Für die Validierung werden die einzelnen Phasen und Bestandteile des Vorgehens durchlaufen, wobei zunächst das Reifegrad-Assessment (Kapitel 5.2.2) durchlaufen wird. Daran anknüpfend wird die Situations- und Potentialanalyse durchgeführt und deren Ergebnisse in Kapitel 5.2.3 vorgestellt. Aus den Ergebnissen der Situations- und Potentialanalyse wird anschließend in Kapitel 5.2.4 eine Implementierungsreihenfolge für die Umsetzung hergeleitet und vorgestellt. Hieran knüpft Kapitel 5.2.5 an, in welchem die finale menschzentrierte Implementierungsreihenfolge des Anwendungspartners vorgestellt wird.

### **5.2.1 Einführung des Anwendungspartners**

Bei dem **Hersteller für Hub- und Rettungsfahrzeuge** handelt es sich um ein deutsches mittelständisches Unternehmen mit Zugehörigkeit zu einem internationalen Konzern der Fahrzeugindustrie. Am betrachteten Standort beschäftigt das Unternehmen insgesamt 350 Mitarbeitende in der Produktion.

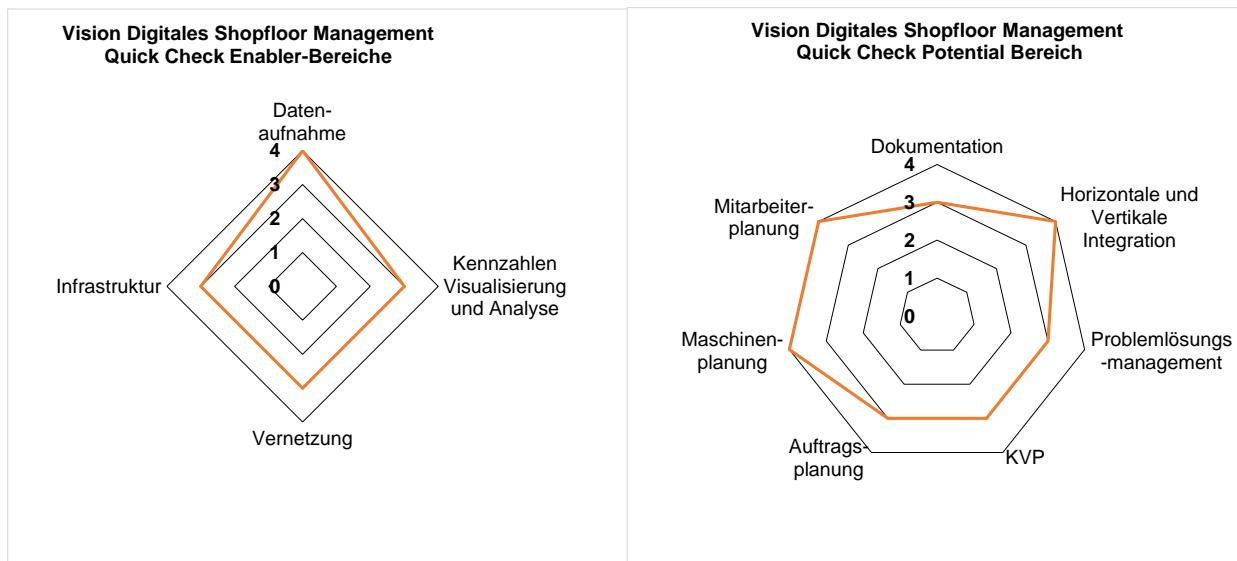
Der Produktionsphenotyp entspricht einer klassischen Weltfabrik (Abele et al. 2008), wobei der weltweite Markt aus dem betrachteten Standort beliefert wird. Das Unternehmen zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, wobei jedes montierte Rettungsfahrzeug ein kundenindividuelles Sondermodell darstellt. Die Produktion unterteilt sich dabei in eine Vor-, Baugruppen- und Endmontagelinie sowie eine Standplatzmontage für Nacharbeit und Sonderfahrzeuge. Der Kundentakt eines „Basis“-Fahrzeugs beträgt sieben Stunden, wobei insgesamt sieben Montageplätze in der Montagelinie durchlaufen werden. Jeder Taktbereich sowie Vormontagebereich besteht aus Produktionsteams die gemeinsam die Taktinhalte bearbeiten und die Montageaufgaben ausführen. Der Reifegrad hinsichtlich des Einsatzes an Elementen des Ganzheitlichen Produktionssystems kann als hoch angesehen werden, da trotz der hohen Varianz an Fahrzeugen weitgehend die meisten auf der standardisierten Produktionslinie montiert werden. Hierbei sind für die Montage durchgängig Vorgabezeiten vorhanden sowie Montageabläufe in Produktionsstandards beschrieben. Große Herausforderung in der täglichen Arbeit ist der Umgang mit kurzfristigen Änderungen im Produktionsprogramm und besonders der Auftragsreihenfolge aufgrund kurzfristiger, sich anpassender Kundenwünsche und Lieferschwierigkeiten. Der Anwendungspartner erhofft sich durch ein Digitales Shopfloor Management wesentliche Potentiale, in Form von gut abgestimmten dezentralen Entscheidungen, auf Basis einer transparenten Kommunikation von Produktionskennzahlen, Abweichungen und Herausforderungen.

### **5.2.2 Reifegrad Assessment für das Digitale Shopfloor Management**

Im Rahmen des Reifegrad Assessment wird zunächst eine grobe Einschätzung des Reifegrades des Digitalen Shopfloor Managements des Anwendungspartners ermittelt. Hierzu wurde gemeinsam mit dem Produktionsleiter und Mitarbeitenden der Produktionsplanung das entwickelte Reifegrad Assessment ausgefüllt. Der verwendete Fragebogen befindet sich im Anhang A.6.

Das Ergebnis des Reifegrad Assessments stellt zunächst eine Vision zur Umsetzung des Digitalen Shopfloor Managements dar. Diese wird mit Hilfe von User-Stories ermittelt, wobei die Anwendungspartner je DSFM-Kategorie aus insgesamt vier User Stories auswählen können (vgl. Kapitel 4.3.1). Die User-Stories für die Reifegradlevel in den einzelnen DSFM-Kategorien sind im Anhang A.6 dargestellt. Aus den ausgewählten User-Stories ergeben sich die Ziel-Reifegradstufen in den einzelnen DSFM-Kategorien des modularen, Digitalen Shopfloor Management Modells, wie diese in Abbildung 5-6

für den Anwendungspartner ersichtlich sind. Der Anwendungspartner hat in diesem Fall, im Enabler-Bereich, für alle den digital & vernetzten Zustand ausgewählt, außer bei der Datenaufnahme wird ein smarter & autonomer Reifegrad angestrebt. In den DSFM-Kategorien des Potentialbereichs ergibt sich ein ähnliches Bild: Für alle DSFM-Kategorien wird entweder der „digital & vernetzte“ oder der „smarte & autonome“ Reifegrad angestrebt. Hieraus ergibt sich der angestrebte Zielzustand im modularen Digitalen Shopfloor Management Modell, welcher nach der Ermittlung des derzeit tatsächlichen Reifegrades von den Unternehmensexpererten angepasst werden kann.



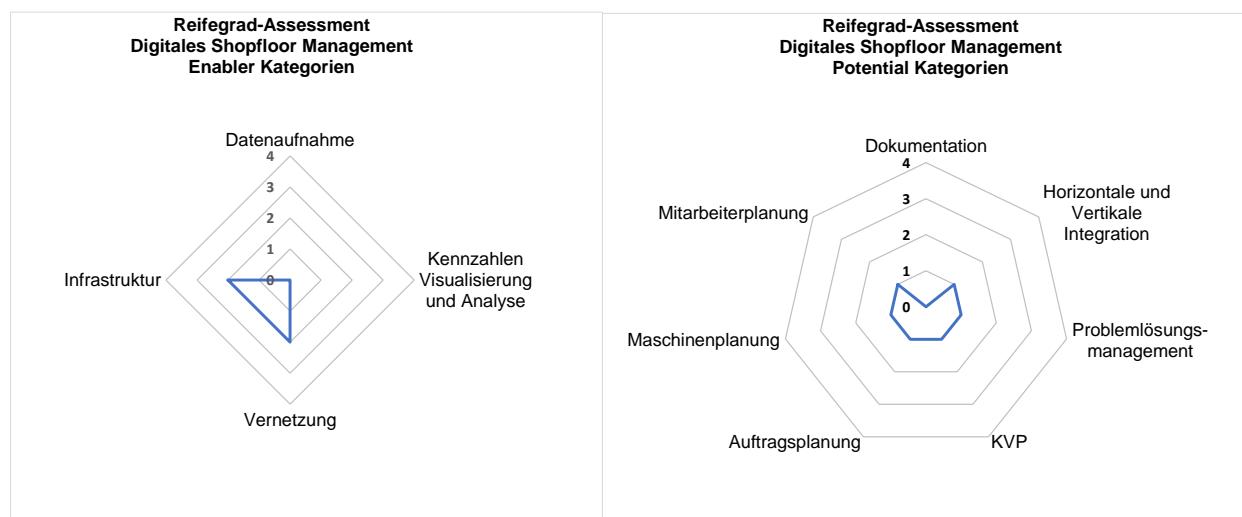
*Abbildung 5-6 Ergebnis Reifegrad-Assessment Vision Digitales Shopfloor Management*

Im zweiten Schritt werden im Reifegrad Assessment alle DSFM-Kategorien des modularen Digitalen Shopfloor Management Modells durchlaufen. Hierbei beantwortet der Anwendungspartner Fragen zur Ausprägung des derzeitig angewendeten Shopfloor Managements in den DSFM-Kategorien des modularen Digitalen Shopfloor Management Modells. Daraus ergibt sich ein realisierter Reifegrad je Digitaler Shopfloor Management Kategorie.

Abbildung 5-7 zeigt das Ergebnis der Ist-Reifegradbewertung des Reifegrad-Assessments, welches als Ausgangsbasis für die Situations- und Potentialanalyse und die Bestimmung der Implementierungsreihenfolge dient. Es ist ersichtlich, dass das Unternehmen bereits über eine gute IT-Infrastruktur sowie über die notwendige IT-Hardware hinsichtlich der Vernetzung verschiedener Software verfügt. Allerdings zeigt sich, bezogen auf das Digitale Shopfloor Management, besonders bei der Datenaufnahme und der

Kennzahlenanalyse und -visualisierung, dass das Unternehmen bisher kaum Aktivitäten in diesen DSFM-Kategorien verfolgt hat. Zwar werden bereits Daten mittels ERP-System oder Prozessleitsystem erfasst, allerdings nicht systematisch und nicht strukturiert, weswegen die Datenbasis für ein gutes Digitales Shopfloor Management fehlt. In der DSFM-Kategorie Kennzahlenanalyse und -visualisierung wird noch nicht der analoge Reifegrad erfüllt, was daran liegt, dass Kennzahlen zwar auf Managementlevel berechnet und visualisiert werden, diese aber nicht für das Digitale Shopfloor Management auf dem Shopfloor nutzbar sind.

Ein etwas besseres Ergebnis zeigt sich in den DSFM-Kategorien des Potentialbereichs. Das Unternehmen weist beispielsweise schon einen funktionierenden Kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) auf, welcher allerdings nicht digitalisiert ist. Dabei werden bereits Maßnahmen des Problemlösungsmanagement genutzt, um Mitarbeitende an den Verbesserungsprojekten zu beteiligen. Im Rahmen der horizontalen und vertikalen Integration finden teilweise Shopfloor Management Besprechungen statt, welche aber weder eine einheitliche Struktur besitzen, noch einer besonderen Kaskade folgen. Die besprochenen Inhalte werden dabei nur rudimentär dokumentiert, so dass diese kaum nachverfolgbar sind, weswegen in der DSFM-Kategorie Dokumentation die analogen Reifegradienkriterien nicht erfüllt sind.



*Abbildung 5-7 Ergebnis Reifegrad-Assessment Reifegraddarstellung Digitales Shopfloor Management*

Abschluss des Reifegrad-Assessments bildet ein Workshop mit dem Projektteam des Anwendungspartners, in dessen Rahmen die Ergebnisse des Reifegrad-Assessments

präsentiert, diskutiert, validiert und falls notwendig korrigiert werden. Das Ergebnis des Workshops zeigte, dass der Anwendungspartner in den meisten DSFM-Kategorien einen analogen Reifegrad oder noch nicht einmal dessen Kriterien erfüllt und dieses gezeichnete Bild mit der Meinung der Unternehmensexpertinnen übereinstimmt. Entsprechend liegt der Fokus für die kommenden Phasen auf der Umsetzung Digitaler Shopfloor Boards mittels geeigneter Kennzahlen sowie der Implementierung eines Digitalen KVP-Systems.

### 5.2.3 Situation und Potentialanalyse

Mit Hilfe der Situations- und Potentialanalyse wird die exakte Ausgangslage für die Implementierung der konkreten Digitalen Shopfloor Management Elemente im Anschluss an das Reifegrad-Assessment ermittelt (vgl. Kapitel 4.3.2). Hierzu werden, gemeinsam mit den Unternehmensexpertinnen, die einzelnen Elemente des Digitalen Shopfloor Managements diskutiert und gemeinsam festgelegt, welchen Umsetzungsgrad das Unternehmen bereits bei einzelnen DSFM-Elementen erzielt hat. Insgesamt ist die Situations- und Potentialanalyse damit genauer als die Einschätzung mittels des Reifegrad-Assessments.

Im Rahmen des Workshops mit dem Anwendungsunternehmen waren neben dem Produktionsleiter noch der Leiter der Qualität, der Leiter der Konstruktion, ein Werkstudent, ein Fertigungsleiter sowie drei Teamsprecher verschiedener Produktionsbereiche anwesend, mit welchen die einzelnen DSFM-Elemente und deren Umsetzungsgrad bewertet wurden. Abbildung 5-8 zeigt die Bewertung der Umsetzungsgrade aller DSFM-Elemente in der DSFM-Kategorie Datenaufnahme. Diese Bewertung wurde analog für alle weiteren DSFM-Kategorien vorgenommen.

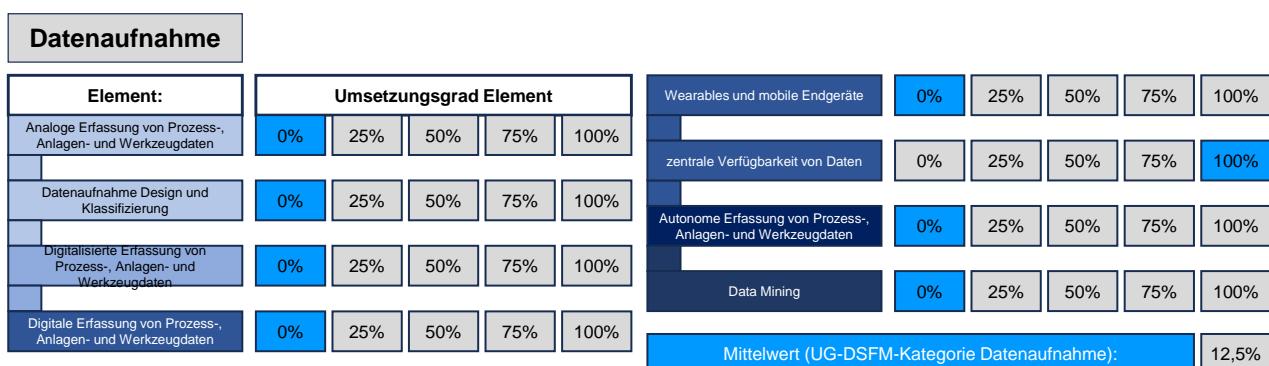


Abbildung 5-8 Darstellung der Umsetzungsgrade innerhalb der DSFM-Kategorie Datenaufnahme

Abbildung 5-9 zeigt die jeweilige Einordnung der DSFM-Kategorien innerhalb der Reifegradstufen, basierend auf den Umsetzungsgraden aus der Situations- und Potentialanalyse. Wie bereits aus dem Reifegrad-Assessment ersichtlich ist, hat das Unternehmen bisher erst wenig DSFM-Elemente umgesetzt, weswegen die überwiegende Anzahl an DSFM-Kategorien sich an unterschiedlichen Stufen des analogen Reifegrades befinden. Aus diesem Grund sind bereits einige DSFM-Elemente der digital/vernetzten und smart/autonomen Reifegrade im Voraus von den Unternehmensexpererten von einer Implementierung ausgeschlossen worden, welche im späteren Verlauf auch aus den hergeleiteten Implementierungsreihenfolgen entfernt werden.

Innerhalb der DSFM-Kategorien *Datenaufnahme*, *Infrastruktur* und *Kennzahlenanalyse* und -*visualisierung*, *Maschinenplanung*, *KVP* und *Dokumentation* stimmen die Ergebnisse des Reifegrad-Assessments mit denen der Situations- und Potentialanalyse vollständig überein. In der DSFM-Kategorie *Vernetzung* wurde im Rahmen der Situations- und Potentialanalyse nochmals deutlich, dass sich ein „MES“ derzeit in Realisierung befindet und deswegen die DSFM-Kategorie *Vernetzung* innerhalb der genaueren Situations- und Potentialanalyse bereits den analogen und digitalisierten Reifegrad erfüllt. Entsprechend der Abbildung 5-9 wurde die DSFM-Kategorie *Auftragsplanung* zu gut bewertet im Reifegrad-Assessment. Hier zeigt sich besonderes Umsetzungspotential in einem „Heijunka-Board“ zur Auftragssteuerung. Ebenfalls wurde die DSFM-Kategorie *Horizontale und vertikale Integration* mittels des Reifegrad-Assessments zu gut bewertet. Diese befindet sich gerade an der Schwelle zur Erfüllung der Anforderungen eines analogen Reifegrades, wobei nur eine Realisierung des DSFM-Elements „SFM-Informationsplattform“ fehlt. Die DSFM-Kategorie *Mitarbeiterplanung* ist hingegen im Reifegrad-Assessment zu negativ eingeschätzt worden. Durch die exakte Bestimmung der Umsetzungsgrade mittels der Situations- und Potentialanalyse ist erkennbar, dass bereits erste Initiativen zur Erfüllung des digitalisierten Reifegrades erfolgen.

Abschließend zeigt Abbildung 5-9 ein Ergebnis eines Unternehmens, welches am Beginn eines Führungssystems mittels (Digitalem) Shopfloor Management in der Produktion steht. Dieses Bild stimmt mit der Einschätzung der Unternehmensexpererten überein und ist Ausgangspunkt für die Herleitung der Implementierungsreihenfolgen.

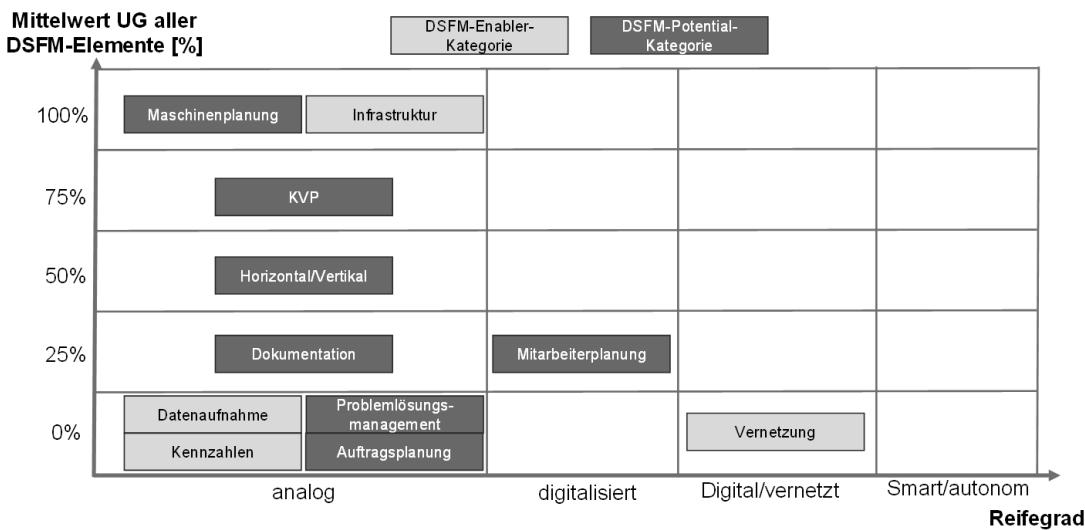


Abbildung 5-9 Darstellung der DSFM-Kategorien entsprechend ihrer Reifegrade und dem durchschnittlichen Umsetzungsgrad (UG) zugehöriger DSFM-Elemente

### 5.2.4 Entwicklung der Implementierungsreihenfolge

Die durchgeführte Situations- und Potentialanalyse ist die Basis zur Entwicklung einer Implementierungsreihenfolge, wofür sich einem Unternehmen verschiedene Möglichkeiten, wie diese in Kapitel 4.3.3 beschrieben sind, bieten. Da der Anwendungspartner bisher kaum in ein Shopfloor Management, weder analog noch digital, investiert hat, weist er nur geringe Umsetzungsgrade bei den DSFM-Elementen auf. Deshalb hat sich der Anwendungspartner für eine *Step-By-Step Implementierungsstrategie* (vgl. Kapitel 0) entschieden. Dabei wird zunächst kein hoher Reifegrad in einzelnen DSFM-Kategorien angestrebt, sondern eine menschzentrierte Einführung von DSFM, Schritt-für-Schritt von Reifegrad zu Reifegrad in den einzelnen DSFM-Kategorien verfolgt. Dies passt zu der Zielsetzung einer nachhaltigen Einführung, bei welcher eine hohe Akzeptanz bei den Mitarbeitenden erreicht werden soll. Darüber hinaus präferiert das Unternehmen eine zunächst grundlegende Basis für spätere Entwicklungsschritte im Digitalen Shopfloor Management, wobei jedoch nicht ausschließlich analoges Shopfloor Management eingeführt werden soll, sondern ein digital/vernetzter Reifegrad angestrebt wird, dabei jedoch zunächst mit dem analogen Level gestartet werden soll.

Im Rahmen der gewählten *Step-By-Step Strategie* werden bestehende Initiativen des Digitalen Shopfloor Management ausgebaut und entsprechend Schritt für Schritt die einzelnen Reifegradstufen in den DSFM-Kategorien erreicht. In Abbildung 5-10 ist als erster Schritt die Priorisierung der einzelnen DSFM-Elemente, basierend auf den im

Unternehmen vorherrschenden Reifegraden und Umsetzungsgraden der einzelnen DSFM-Elemente, dargestellt. Hierbei wurde ausgehend von der DSFM-Kategorie mit dem geringsten Reifegrad und Umsetzungsgrad (in diesem Fall der Datenaufnahme) gestartet und die Rangfolge, wie in Kapitel 0 beschrieben, berechnet.

Diese gebildete Rangfolge aus zu implementierenden DSFM-Elementen berücksichtigt allerdings noch nicht die technologischen Abhängigkeiten (vgl. Kapitel 4.1.3) zwischen den einzelnen DSFM-Elementen. Aus diesem Grund muss die hergeleitete Implementierungsreihenfolge, mittels der in Anhang A.2 beschriebenen technischen Voraussetzungen zwischen den DSFM-Elementen, auf Einhaltung dieser überprüft und falls nötig, in eine technologisch sinnvolle Reihenfolge überführt werden. Die hierdurch entstehende technologisch sinnvolle Implementierungsreihenfolge ist in Abbildung 5-11 dargestellt. DSFM-Elemente, welche grau hinterlegt sind, wurden aufgrund ihrer technologischen Voraussetzung für weitere DSFM-Elemente in der Implementierungsreihenfolge vorgezogen. Hierzu gehören beispielsweise das *analoge Störmeldesystem*, die *digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten*, das *digitalisierte Shopfloor Board*, die *digitalisierte Dokumentation der SFM-Meetings*, *Digitales Shopfloor Board* und *Digitales Störmeldesystem*.

Rangfolge der DSFM-Elemente mittels Step-By-Step Implementierungsstrategie			
Rang	Kategorie	DSFM Element	Dauer Umsetzung
DSFM-Elemente der analogen Reifegradstufe	1 Daten	Analoge Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	15
	1 Daten	Datenaufnahme Design und Klassifizierung	15
	2 Kennzahlen	Kennzahlen Design und Klassifizierung	15
	2 Kennzahlen	analoges Shopfloor Board	15
	2 Kennzahlen	analoge Kennzahlendiagramme nach Kategorien	15
	3 Auftragsplanung	Analoges Heijunka Board	15
	4 Problemlösungsmanagement	5-Why	15
	4 Problemlösungsmanagement	Analoges Abweichungsmanagement	15
	4 Problemlösungsmanagement	Analoges Ishikawa Diagramm	15
	4 Problemlösungsmanagement	analoges Störmeldesystem	15
	5 Dokumentation	Analoge Dokumentation des SFM Meetings	15
	5 Dokumentation	analoge Maßnahmenliste	5
	6 Horizontale/Vertikale Integration	Analoge SFM Informationsplattform	15
DSFM-Elemente der digitalisierten Reifegradstufe	7 Horizontale/Vertikale Integration	Digitalisierte SFM Informationsplattform	30
	8 Daten	Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- & Werkzeugdaten	30
	9 Infrastruktur	Digitalisierte Eindeutige und sichere Identitätsnachweise	30
	10 KVP	Digitalisierter Kaizen und KVP	30
	10 KVP	Digitalisiertes KVP-Board	30
	11 Kennzahlen	Digitalisierte Kennzahlendiagramme nach Kategorien	30
	11 Kennzahlen	digitalisiertes Shopfloor Board	30
	12 Problemlösungsmanagement	Digitalisiertes Abweichungsmanagement	30
	12 Problemlösungsmanagement	Digitalisierter 8D-Report	10
	13 Mitarbeiterplanung	digitalisierte Qualifikationsmatrix	30
	13 Mitarbeiterplanung	digitalisierter Schichtplan	30
	14 Dokumentation	Digitalisierte Dokumentation des Shopfloor Meetings	30
	14 Dokumentation	Digitalisierte Maßnahmenliste	30
DSFM-Elemente der digital/vernetzten Reifegradstufe	15 Auftragsplanung	Digitales Heijunka-Board	45
	16 Problemlösungsmanagement	Digitales 5-Why	45
	16 Problemlösungsmanagement	Digitaler 8D-Report	45
	16 Problemlösungsmanagement	Digitales Ishikawa-Diagramm	45
	16 Problemlösungsmanagement	digitales Abweichungsmanagement	45
	16 Problemlösungsmanagement	Digitales Störmeldesystem	45
	16 Problemlösungsmanagement	Digitale Integration von Problemanalysemethoden	45
	17 Mitarbeiterplanung	digitale Qualifikationsmatrix	45
	17 Mitarbeiterplanung	Digitaler Schichtplan	45
	18 Maschinenplanung	Digitale Maschinen Zuteilung	45
	18 Maschinenplanung	digitale Visualisierung von Maschinenzuständen	45
	18 Maschinenplanung	digitale Instandhaltungsplanung	45
	19 KVP	digitales KVP-Board	45
	19 KVP	Digitales Kaizen und KVP	45
	20 Kennzahlen	Digitales Shopfloor Board	45
	20 Kennzahlen	Digitale Bottleneck-Darstellung	45
DSFM-Elemente der smart/autonomen Reifegradstufe	20 Kennzahlen	Digitale Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	45
	20 Kennzahlen	Digitale Kennzahlendiagramme nach Kategorien	45
	20 Kennzahlen	Digitale definierte Zielkorridore	45
	20 Kennzahlen	Drilldown von Kennzahlen	45
	20 Kennzahlen	Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung	45
	21 Infrastruktur	Cyberschutz von gespeicherten Daten	45
	21 Infrastruktur	Digitale eindeutige und sichere Identifikationsnachweise	45
	21 Infrastruktur	Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke	45
	22 Horizontale/Vertikale Integration	Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitern	45
	22 Horizontale/Vertikale Integration	Digitale SFM-Informationsplattform	45
	22 Horizontale/Vertikale Integration	digitales Shopfloor Meeting	45
	23 Dokumentation	Digitale Dokumentation des SFM-Meetings	45
	23 Dokumentation	Digitale Maßnahmenliste	45
DSFM-Elemente der smart/autonomen Reifegradstufe	24 Daten	zentrale Verfügbarkeit von Daten	15
	24 Daten	Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	45
	24 Daten	Wearables und mobile Endgeräte	45
	25 Vernetzung	Shopfloor Operating System	45
	25 Vernetzung	Business Intelligence Lösungen	45
	25 Vernetzung	MES	30
	25 Vernetzung	Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen	45
	26 Problemlösungsmanagement	Autonomes Störmeldesystem	60
	26 Problemlösungsmanagement	Autonomes Abweichungsmanagement	60
	26 Problemlösungsmanagement	Autonome Integration digitaler Problemanalysemethoden/Smart Analytics	60
DSFM-Elemente der smart/autonomen Reifegradstufe	27 Mitarbeiterplanung	Autonomer Schichtplan	60
	28 Maschinenplanung	Autonome Maschinen Zuteilung	60
	28 Maschinenplanung	autonome Instandhaltungsplanung	60
	29 KVP	Autonomes Kaizen Event und KVP	60
	30 Kennzahlen	Kennzahlen per mobile App	60
	30 Kennzahlen	Autonome Dynamische Zielkorridore	60
	30 Kennzahlen	autonome Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	60
	31 Dokumentation	Autonome Dokumentation des Shopfloor Meetings	60
	32 Daten	Autonome Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	60
	32 Daten	Data Mining	60

Abbildung 5-10 Rangfolge der DSFM-Elemente entsprechend der Step-By-Step Implementierungsstrategie

		Step-By-Step Implementierungsstrategie unter Berücksichtigung techn. Interdependenzen			
	Rang alt	Rang neu	Kategorie	DSFM Element	Dauer Umsetzung
DSFM-Elemente der analogen Reifegradstufe	1	1	Daten	Analoge Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	15
	1	1	Daten	Datenaufnahme Design und Klassifizierung	15
	2	2	Kennzahlen	Kennzahlen Design und Klassifizierung	15
	2	2	Kennzahlen	analoges Shopfloor Board	15
	2	2	Kennzahlen	analoge Kennzahlendiagramme nach Kategorien	15
	4	3	Problemlösungsmanagement	analoges Störmeldesystem	15
	3	4	Auftragsplanung	Analoges Heijunka Board	15
	4	5	Problemlösungsmanagement	5-Why	15
	4	5	Problemlösungsmanagement	Analoges Abweichungsmanagement	15
	4	5	Problemlösungsmanagement	Analoges Ishikawa Diagramm	15
	5	6	Dokumentation	Analoge Dokumentation des SFM Meetings	15
	5	6	Dokumentation	analoge Maßnahmenliste	5
	6	7	Horizontale/Vertikale Integration	Analoge SFM Informationsplattform	15
	8	8	Daten	Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und...	30
DSFM-Elemente der digitalisierten Reifegradstufe	11	9	Kennzahlen	digitalisiertes Shopfloor Board	30
	14	10	Dokumentation	Digitalisierte Dokumentation des Shopfloor Meetings	30
	7	11	Horizontale/Vertikale Integration	Digitalisierte SFM Informationsplattform	30
	9	12	Infrastruktur	Digitalisierte Eindeutige und sichere Identitätsnachweise	30
	10	13	KVP	Digitalisierter Kaizen und KVP	30
	10	13	KVP	Digitalisiertes KVP-Board	30
	11	14	Kennzahlen	Digitalisierte Kennzahlendiagramme nach Kategorien	30
	12	15	Problemlösungsmanagement	Digitalisiertes Abweichungsmanagement	30
	12	15	Problemlösungsmanagement	Digitalisierter 8D-Report	10
	13	16	Mitarbeiterplanung	digitalisierte Qualifikationsmatrix	30
	13	16	Mitarbeiterplanung	digitalisierter Schichtplan	30
	14	17	Dokumentation	Digitalisierte Maßnahmenliste	30
	20	18	Kennzahlen	Digitales Shopfloor Board	45
	16	19	Problemlösungsmanagement	Digitales Störmeldesystem	45
DSFM-Elemente der digital/vernetzten Reifegradstufe	15	20	Auftragsplanung	Digitales Heijunka-Board	45
	16	21	Problemlösungsmanagement	Digitales 5-Why	45
	16	21	Problemlösungsmanagement	Digitaler 8D-Report	45
	16	21	Problemlösungsmanagement	Digitales Ishikawa-Diagramm	45
	16	21	Problemlösungsmanagement	digitales Abweichungsmanagement	45
	21	22	Infrastruktur	Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke	45
	21	22	Infrastruktur	Digitale eindeutige und sichere Identifikationsnachweise	45
	24	23	Daten	zentrale Verfügbarkeit von Daten	15
	25	24	Vernetzung	MES	30
	24	25	Daten	Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	45
	19	26	KVP	digitales KVP-Board	45
	25	27	Vernetzung	Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen	45
	16	28	Problemlösungsmanagement	Digitale Integration von Problemanalysemethoden	45
	17	29	Mitarbeiterplanung	digitale Qualifikationsmatrix	45
	17	29	Mitarbeiterplanung	Digitaler Schichtplan	45
	18	30	Maschinenplanung	Digitale Maschinen Zuteilung	45
	25	31	Vernetzung	Business Intelligence Lösungen	45
	18	32	Maschinenplanung	digitale Visualisierung von Maschinenzuständen	45
	18	32	Maschinenplanung	digitale Instandhaltungsplanung	45
	19	33	KVP	Digitales Kaizen und KVP	45
	20	34	Kennzahlen	Digitale Bottleneck-Darstellung	45
	20	34	Kennzahlen	Digitale Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	45
	20	34	Kennzahlen	Digitale Kennzahlendiagramme nach Kategorien	45
	20	34	Kennzahlen	Digitale definierte Zielkorridore	45
	20	34	Kennzahlen	Drilldown von Kennzahlen	45
	20	34	Kennzahlen	Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung	45
	21	35	Infrastruktur	Cyberschutz von gespeicherten Daten	45
	23	36	Dokumentation	digitale Dokumentation SFM-Meeting	45
	22	37	Horizontale/Vertikale Integration	Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitern	45
	22	37	Horizontale/Vertikale Integration	Digitale SFM-Informationsplattform	45
	22	37	Horizontale/Vertikale Integration	digitales Shopfloor Meeting	45
DSFM-Elemente der smart/autonomen Reifegradstufe	23	38	Dokumentation	Digitale Maßnahmenliste	45
	24	39	Daten	Wearables und mobile Endgeräte	45
	25	40	Vernetzung	Shopfloor Operating System	45
	26	41	Problemlösungsmanagement	Autonomes Störmeldesystem	60
	32	42	Daten	Data Mining	60
	26	43	Problemlösungsmanagement	Autonomes Abweichungsmanagement	60
	26	43	Problemlösungsmanagement	Autonome Integration digitaler Problemanalysemethoden/Smart Analytics	60
	27	44	Mitarbeiterplanung	Autonomer Schichtplan	60
	28	45	Maschinenplanung	Autonome Maschinen Zuteilung	60
	28	45	Maschinenplanung	autonome Instandhaltungsplanung	60

Abbildung 5-11 Korrigierte Rangfolge der Step-By-Step Implementierungsstrategie unter Berücksichtigung technischer Voraussetzungen

Diese, nun um die Vorgangsbeziehungen, korrigierte Implementierungsreihenfolge (vgl. Abbildung 5-11) wird anschließend von den Unternehmensexpererten bewertet und angepasst. Dabei haben sich die Unternehmensexpererten zunächst auf eine sehr wenig DSFM-Elemente umfassende Implementierungsstrategie beschränkt, weil die Mitarbeitenden und insbesondere auch produktionsnahmen Führungskräfte zunächst nicht überfordert werden sollen. Zusätzlich nahmen die Unternehmensexpereten eine Änderung der Implementierungsreihenfolge vor und fügten nochmals zwei, nahezu bereits vollständig umgesetzte, DSFM-Elemente hinzu. Die Änderungen der Reihenfolge sowie die hinzugenommenen DSFM-Elemente sind kursiv dargestellt, wodurch sich die in der nachfolgenden Abbildung 5-12 dargestellte technische Implementierungsreihenfolge ergibt.

Das DSFM-Element *Kennzahlen Design und Klassifizierung* wurde von den Unternehmensexpereten zunächst priorisiert, um zielorientiert die passenden Daten und die passende Infrastruktur für die Datenaufnahme aufbauen zu können. Die beiden DSFM-Elemente *Analoger Kaizen und KVP* sowie *analoges KVP-Board* wurden nochmals in die Implementierungsreihenfolge aufgenommen, obwohl diese bereits in der Situations- und Potentialanalyse einen Umsetzungsgrad von 100% erzielt haben. Der Grund hierfür liegt darin, dass sich die Unternehmensleitung im Zuge der DSFM-Einführung nochmals zu einer Anpassung des Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses entschlossen hat und diese unmittelbar, während der Einführung, berücksichtigt werden sollte. Die analogen DSFM-Elemente stellen dabei voraussetzende Investitionen des Unternehmens dar, um anschließend ein digitalisiertes Shopfloor Board und digitalisiertes Shopfloor Management zu etablieren.

Im Rahmen des digitalisierten Shopfloor Managements wurde der Einsatz *digitalisierter Qualifikationsmatrizen* nach vorne gezogen, weil basierend auf diesen innerhalb der SFM-Meetings besprochen werden soll, welche Mitarbeitenden an welchen Montageplätzen und für welche Fahrzeugtypen eingesetzt werden sollen. Zusätzlich erhoffte sich das Anwenderunternehmen, durch eine *digitalisierte Qualifikationsmatrix*, einen besseren Überblick über die vorhanden Kenntnisse und Fähigkeiten der Mitarbeitenden, um damit gezielt Qualifizierungsmaßnahmen einzusetzen und damit dem Fachkräftemangel entgegen zu wirken. Im Rahmen der digital/vernetzten DSFM-Elemente wurde das Digitale Shopfloor Board in der Reihenfolge nach hinten verschoben. Der

Grund hierfür ist, das zunächst mit einer digitalisierten Lösung gestartet wurde und anschließend aufbauend auf dieser, mittels BI-Systemen, interaktive Kennzahlendiagramme aufgebaut werden sollen.

Gleichzeitig wurden DSFM-Elemente als nicht relevant deklariert, wodurch diese aus der Implementierungsreihenfolge entfernt wurden, da zunächst die grundlegende Basis für Digitales Shopfloor Management geschaffen werden sollte und dies möglichst zeitnah. Die Steckbriefe der DSFM-Elemente erwiesen sich hierfür als hilfreich, da die Unternehmensexpertinnen damit einen guten Überblick über Ziel und Zweck des DSFM-Elements erhalten haben. Mit der abgebildeten DSFM-Implementierungsreihenfolge wird weitgehend ein digitalisierter Reifegrad erreicht. Insbesondere in den DSFM-Kategorien der Daten und Kennzahlen erreicht das Unternehmen damit einen digital/vernetzten Reifegrad im Digitalen Shopfloor Management. Fokus bei der Implementierung liegt dabei auf der Generierung der Datenbasis sowie Visualisierung dieser mittels interaktiver Kennzahlen in einer Business Intelligence Lösung. Damit hat das Unternehmen eine wichtige Basis im Bereich der drei Enabler-Dimensionen Daten, Infrastruktur und Kennzahlen geschaffen, mit deren Hilfe im weiteren Verlauf die Potentiale im Bereich Problemlösungsmanagement und Kontinuierliche Prozessverbesserung realisiert werden können

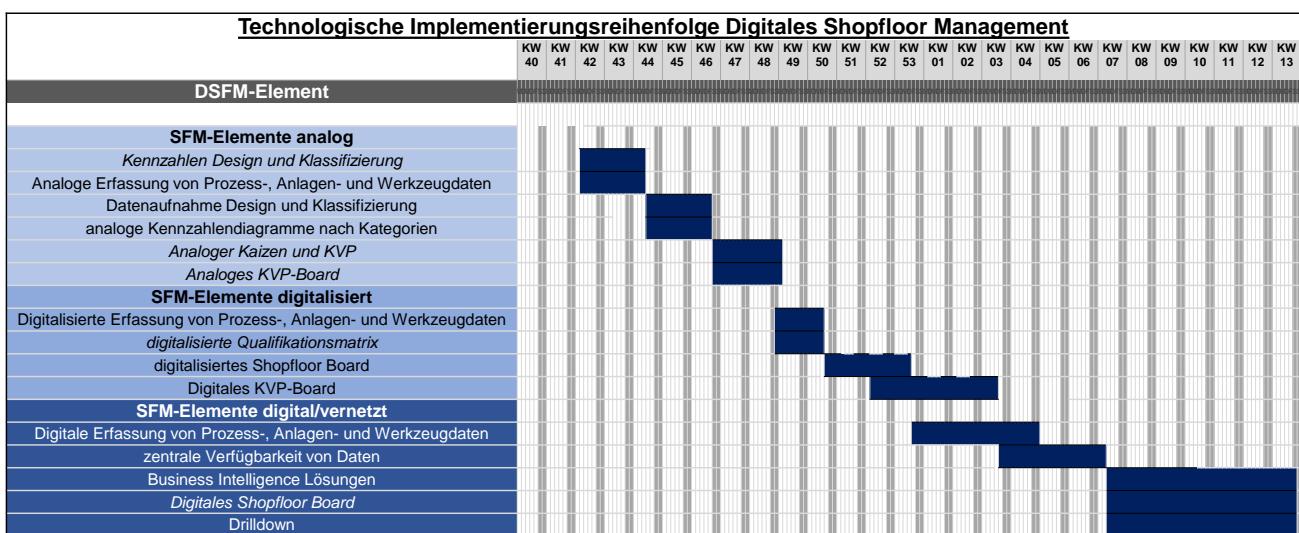


Abbildung 5-12 Ergebnis technologische Implementierungsreihenfolge des Anwendungspartner

### 5.2.5 Entwicklung des menschzentrierten Implementierungsvorgehen

Nachdem in Kapitel 5.2.4 die technologische Implementierungsreihenfolge für den Anwendungspartner vorgestellt wurde, wird in diesem Kapitel gezeigt, welche Akzeptanzmaßnahmen, basierend auf den DSFM-Elementen, ausgewählt wurden. Durch die Integration der ausgewählten Akzeptanzmaßnahmen ergibt sich der in Abbildung 5-13 dargestellte menschzentrierte Implementierungsprozess.

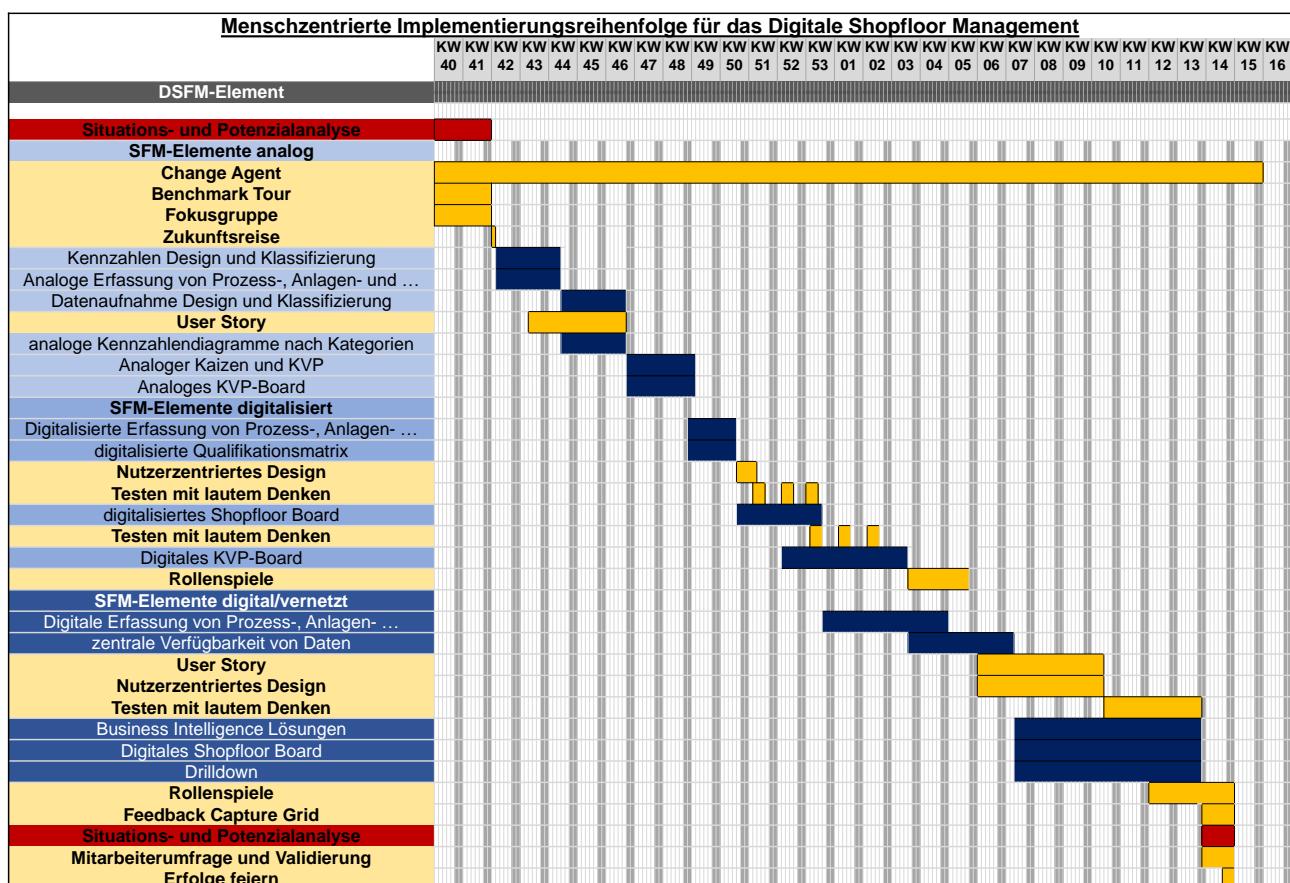


Abbildung 5-13 Menschzentrierte DSFM-Implementierungsreihenfolge des Anwendungspartner

In der *Unfreeze-Phase* des Implementierungsprozesses bildeten die Führungskräfte des Anwendungspartners gemeinsam eine *Fokusgruppe*. Diese Gruppe an Mitarbeitenden definierte zunächst die Anforderungen und Erwartungen an ein Digitales Shopfloor Management und war damit auch bei der Priorisierung und Reduzierung der Implementierungsstrategie maßgeblich beteiligt. Zusätzlich zur Fokusgruppe wurde ein *Change Agent* bestimmt, welcher den Implementierungsprozess die gesamte Zeit begleitet und ebenfalls Mitglied der Fokusgruppe ist. Zur Entwicklung eines einheitlichen Verständnisses für das Digitale Shopfloor Management, eignet sich eine *Benchmark-*

*Tour.* Dabei lernt der Anwendungspartner mehrere Digitale Shopfloor Management Systeme kennen. Daran anknüpfend wurde im Rahmen eines Workshops gemeinsam mit der Fokusgruppe, mittels der *Zukunftsreise*, das Potential von Digitalem Shopfloor Management erarbeitet, welches im Rahmen des Reifegrad-Assessments (vgl. Kapitel 5.2.2) in eine Vision überführt wurde.

Eine hohe Akzeptanz für das Projekt sollte bereits während des Einführungsprozesses geschaffen werden. Deswegen hat die beteiligte Fokusgruppe die Akzeptanzfaktoren Partizipation, Nutzerzentrierung, Kommunikation sowie Team für die *Change-Phase* besonders hervorgehoben. Die ausgewählten DSFM-Elemente, wie beispielsweise das Digitale Shopfloor Board, Digitales KVP-Board und die Kennzahlendefinition tangieren zu einem großen Teil die Akzeptanzfaktoren Partizipation und Nutzerzentrierung. Für die DSFM-Elemente des KVP-Boards sowie der SFM-Boards und des Drill-Downs sind zusätzlich die Akzeptanzfaktoren Team und Kommunikation von Bedeutung.

Zur Förderung der Partizipation und der Nutzerzentrierung bei der Entwicklung der Kennzahlendiagramme, der digitalisierten Shopfloor Boards sowie den späteren digitalen Shopfloor Boards mittels Business Intelligence Lösungen werden besonders *User-Stories*, das *nutzerzentrierte Design* und das *Testen mit lautem Denken* eingesetzt, um neben den Mitgliedern der Fokusgruppe auch die Wünsche und Erwartungen der Montagebereichsleiter und Abteilungsleiter (den zukünftigen SFM-Moderatoren) zu berücksichtigen. Die User Stories und das nutzerzentrierte Design werden vor allem zur Erfassung der Anforderungen genutzt, um erste „Digitale Shopfloor Board“-Piloten zu erstellen. Diese Pilotanwendungen werden anschließend, mittels des erhaltenen Feedbacks durch das *Testen mit lautem Denken*, iterativ weiterentwickelt. Die Akzeptanzfaktoren Team und Kommunikation, die vor allem bei der Nutzung und Interaktion mit den entwickelten KVP-Boards, den Digitalen Shopfloor Boards und dem Drill-Down eine Rolle spielen, werden besonders durch *Rollenspiele* adressiert. Hierbei werden nicht nur die zukünftigen SFM-Moderatoren in der Anwendung der neuen Boards geschult, sondern es ist gleichzeitig möglich die anstehenden Neuerungen zu kommunizieren sowie die Zusammenarbeit im Team mit dem neuen Führungsinstrument zu fördern.

Im Rahmen der *Refreeze-Phase* hat sich der Anwendungspartner für die Akzeptanzmaßnahme des *Feedback Capture Grids* und der *Mitarbeiterbefragung* sowie *Erfolge feiern* entschieden. Mit Hilfe dieser Akzeptanzmaßnahmen soll am Ende des Implementierungsprozesses gezieltes Feedback eingeholt werden, um im weiteren Verlauf

die Digitalisierung des Shopfloor Managements weiterzuentwickeln. Zuvor soll aber auch gemeinsam mit dem Management und der Konzernzentrale der Erfolg des Projektes gefeiert werden, wozu auch die Kommunikationsabteilung eingebunden werden soll. In die Refreeze-Phase fällt als Abschluss des Projektes erneut die Situations- und Potentialanalyse, die gemeinsam mit der *Mitarbeiterbefragung* und dem *Feedback Capture Grid* genutzt wird, um den Erfolg der Einführung zu evaluieren und den Fortschritt in allen Kategorien des Digitalen Shopfloor Management Modells erneut zu überprüfen, womit die Entscheidungsbasis für Folgeprojekte und mögliche Nachjustierungen gelegt wird.

### **5.3 Anwendung des Kompetenzentwicklungsprogramm**

Das in Kapitel 4.4 entwickelte Kompetenzentwicklungsprogramm konnte insgesamt in vier 2-tägigen Schulungen erprobt werden. Diese Schulungen fanden gemeinsam mit einem Getriebehersteller der Anlagen- und Fahrzeugindustrie statt und wurden zur Aus- und Weiterbildung der zukünftigen Shopfloor Management Moderatoren des Unternehmens genutzt. Die Einführung des Shopfloor Managements im Unternehmen erfolgte durch ein internes Operational Excellence Team des Unternehmens, welches ebenfalls das zugehörige Change Management bestimmten. Die entwickelten Schulungen wurden vom Unternehmen genutzt, um die zukünftigen Shopfloor Management Moderatoren und Führungskräfte für das neue Führungsinstrument zu sensibilisieren und zu qualifizieren.

Insgesamt nutzte das Unternehmen das Kompetenzentwicklungsprogramm zur Schulung von 30 Shopfloor Management Moderatoren auf Meister- und Teamleiterebene. Darüber hinaus wurden 10 Führungskräfte (Abteilungsleiter und Management) in einer eigenen Schulung, hinsichtlich der zu etablierenden Wertekultur und des anstehenden Veränderungsprozesses, ausgebildet.

Basierend auf dem Feedback der Teilnehmenden war es damit möglich, einzelne Workshop-Elemente anzupassen und wichtige Erkenntnisse für die Moderation des Kompetenzentwicklungsprogramms zu sammeln. Die wichtigsten Erkenntnisse der Erprobung werden im Rahmen dieses Kapitels vorgestellt und fließen ebenfalls in das anschließende Kapitel 6 Diskussion und Ausblick ein.

Das Kompetenzentwicklungsprogramm wurde in der Lernfabrik Globale Produktion durchgeführt, wobei eine Vormontage und Endmontage innerhalb der Lernfabrik simuliert wurden. Entsprechend einer definierten Organisationsstruktur fanden am Ende der

Spielrunden immer ca. 15-Minütige Shopfloor Management Besprechungen von Vormontage, Endmontage und der gesamten Produktionslinie statt. Diese SFM-Besprechungen wurden abwechselnd von den Teilnehmenden moderiert, wobei jeder Teilnehmende entsprechend seiner Montagetätigkeit innerhalb der Spielrunden einem Shopfloor Management Team angehörte. Der Umfang und der Reifegrad der Shopfloor Besprechungen nahm dabei, entsprechend des in Kapitel 4.4 entwickelten Konzeptes, von Spielrunde zu Spielrunde zu. Hierbei zeigte sich, dass die Teilnehmenden besonders in den frühen Lernphase bei der Moderation noch überfordert waren, weil die Abläufe des Shopfloor Managements noch nicht bekannt waren und sich die Teilnehmenden erst an die Rolle des SFM-Moderators, die Agenda sowie die Durchführung der Besprechungen gewöhnen mussten.

Insgesamt bescheinigten die Teilnehmenden der entwickelten 2-Tages Schulung eine gute didaktische Struktur, welche anschaulich den Nutzen von Digitalem Shopfloor Management aufzeigt. Besonders der, von Spielrunde zu Spielrunde, zunehmende Reifegrad des Digitalen Shopfloor Managements erwies sich als gutes Konzept, um die Führungskräfte der Produktion für das Digitale Shopfloor Management und dessen Zielstellung zu sensibilisieren. Die Erarbeitung der einzelnen DSFM-Elemente, wie beispielsweise der individuelle Aufbau der Shopfloor Boards, der KVP-Boards und die Auswahl der passenden Kennzahlen wurde von den Teilnehmenden als sehr sinnvoll und hilfreich erachtet, um für Fragen von Mitarbeitenden im Unternehmenskontext sensibilisiert zu werden.

In den Erwartungen, welche jeweils zu Beginn der Schulungen erfasst wurden, zeigte sich ein besonderes Interesse an Empfehlungen für eine standardisierte Durchführung der Shopfloor Besprechungen, einer konkreten Hilfestellung zur Umsetzung der Führungsroutine und konkreter Bedarf an einer Anleitung für die Moderation der Shopfloor Management Besprechungen. Die angewendeten Rollenspiele, welche verschiedene Situationen der SFM- Besprechungen aufzeigen (z.B. Gegenseitige Schuldzuweisungen von Mitarbeitenden oder Führungskräften, ausschweifende Diskussionen zu Problemen oder eine nicht wertschätzende Haltung von Mitarbeitenden gegenüber dem SFM-Moderator) eigneten sich besonders, um diese Erwartungen zu adressieren.

Ein wesentliches Element dabei sind die wertebasierte Führungskultur sowie die Aspekte des Lean Leaderships, welche ebenfalls durch die Rollenspiele adressiert werden. Als sehr wertvoll erwiesen sich die gemeinsamen Reflexionsphasen am Ende jeder SFM-Besprechung. Im Rahmen dieser Feedbackrunden schilderten zunächst die

jeweiligen SFM-Moderatoren, wie sie sich in ihrer Rolle zurechtgefunden hatten, welche Schwierigkeiten sie hatten und welche Lernerfahrungen sie dabei gemacht haben. Anschließend erhielten die SFM-Moderatoren von den übrigen Schulungsteilnehmenden Feedback zu ihrer Führungsarbeit und ihrer Kommunikationsfähigkeit.

Weitgehend alle Schulungsteilnehmenden äußerten in den abschließenden Feedbackrunden, wie wichtig und wertvoll die Reflexionsphasen für sie waren. Unterstützt wurde dieses Feedback in einem Abschlussgespräch mit der Projektleitung und dem Management des Getriebeherstellers. Diese bestätigten, dass die teilnehmenden SFM-Moderatoren den Erfolg und die Wichtigkeit der Schulung in individuellen Coachings, im Nachgang, immer wieder positiv erwähnten. Dabei zeigt sich zudem, dass die SFM-Moderatoren, welche an den Schulungen teilgenommen haben, in der betrieblichen Anwendung des Shopfloor Managements von der Schulung profitieren.

Abschließend kann damit der Erfolg und die Wichtigkeit einer begleitenden Kompetenzentwicklung bei den Führungskräften des Shopfloors attestiert werden. Besonders wichtig ist die Erlernung der Moderation der SFM-Besprechungen und die gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse hinsichtlich verschiedenster Situationen im Rahmen der Führungsarbeit im Shopfloor Management. Hieraus ergibt sich die Wichtigkeit eines begleitenden Kompetenzentwicklungsprogramms, um die Führungskräfte bei der Durchführung der Shopfloor Besprechungen zielgerichtet zu unterstützen, womit die Qualität und der Erfolg des Shopfloor Managements positiv beeinflusst werden kann.

.

## 6 Diskussion und Ausblick

Basierend auf der in Kapitel 5 beschriebenen Anwendung des Akzeptanzmodells, des menschzentrierten Implementierungsvorgehens und des Kompetenzentwicklungsprogramm erfolgt eine Reflexion anhand der in Kapitel 3.1 präsentierten Anforderungen. Basierend auf einem abschließenden Fazit wird im Kapitel 6.2 ein Ausblick für weitere Forschungsarbeiten gegeben, um das bestehende Modell sowie den entwickelten Ansatz in zukünftigen Arbeiten weiterzuentwickeln.

### 6.1 Diskussion und kritische Würdigung

Nach der Darstellung des Lösungsansatzes sowie dessen beispielhaften Anwendung, wird in diesem Kapitel eine kritische Diskussion zu den Stärken und Schwächen des entwickelten Lösungsansatzes durchgeführt. Kern der entwickelten Lösung stellt das modulare Digitale Shopfloor Management Modell dar, welches darüber hinaus ein Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management und dessen Einführung als auch ein Kompetenzmodell für Führungskräfte im Kontext des Shopfloor Management beinhaltet. Ergänzt wird das Modell um ein menschzentriertes Vorgehen zur Implementierung von Digitalem Shopfloor Management in Unternehmen. Die einzelnen Modelle und deren Zusammenwirken leisten sowohl individuell als auch gemeinsam einen Beitrag für das im Rahmen von Kapitel 3 präsentierte Forschungsdefizit (vgl. Abbildung 6-1).

	Anforderungen an den Eigenen Ansatz								
	Digitales Shopfloor Management (DSFM)			Akzeptanz von Digitalem Shopfloor Management			Implementierungsvorgehen für das DSFM		
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
<b>Legende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> nicht berücksichtigt</li> <li><input checked="" type="radio"/> teilweise berücksichtigt</li> <li><input checked="" type="radio"/> umfassend berücksichtigt</li> </ul>									
Forschungsansatz	Übersicht über Digitale Shopfloor Management Elemente	Berücksichtigung technologischer Voraussetzungen und digitale Eigenschaften	Beitrag der Shopfloor Management Elemente zu den Zielen und Aufgaben des Führungssystems	Geeignete Akzeptanzmodelle für das Digitale Shopfloor Management	Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Digitalen Shopfloor Management Einführung	Operationalisierung der Akzeptanz mittels geeigneter Umfragetechnik	Reifegradmodell und zugehöriges Reifegrad-Assessment	Methodik zur Herleitung Menschzentrierter Implementierungsstrategien	Kompetenzentwicklungsprogramm für das Digitale Shopfloor Management
Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Abbildung 6-1 Erfüllungsgrad der an den Lösungsansatz gestellten Anforderungen

Das entwickelte modulare Digitale Shopfloor Management Modell beinhaltet eine umfassende Sammlung und Darstellung von DSFM-Elementen des Digitalen Shopfloor Managements in den Reifegradstufen analog, digitalisiert, digital/vernetzt sowie

smart/autonom. Damit ist es eine der ersten Forschungsarbeiten, welche Gestaltungselemente über mehrere Entwicklungsstufen des Digitalen Shopfloor Management beinhaltet und für diese sogar Anweisungen und Informationen zu deren Umsetzung beinhaltet. Entsprechend stellt das entwickelte Modell eine ausführliche **Übersicht über Digitale Shopfloor Management Elemente** bereit.

Mittels der Steckbriefe zu den einzelnen DSFM-Elementen in den verschiedenen Reifegradstufen werden ausführlich die **technologischen Voraussetzungen sowie digitalen Eigenschaften** der DSFM-Elemente dargestellt. Mittels dieser Informationen kann die technologische Implementierung gefördert werden. Zusätzlich bieten diese Steckbriefe eine erste Implementierungshilfe bei der Umsetzung der einzelnen DSFM-Elemente.

Aufgrund der Bewertung der einzelnen DSFM-Elemente hinsichtlich der **Unterstützung der Zieldimensionen des Shopfloor Managements** sowie der ausführlichen Beschreibung der Zielstellung einzelner DSFM-Elemente leistet das modulare Digitale Shopfloor Management Modell ebenfalls einen Beitrag zur Gestaltung des Führungssystems. Damit bietet es Erkenntnisse für Führungskräfte und SFM-Moderatoren, wie die DSFM-Elemente die Wahrnehmung der Führungsaufgaben unterstützen. Insbesondere die präsentierte „Goal-Strategie“ des Implementierungsvorgehen greift die Wirkbeziehung zwischen DSFM-Element und den DSFM-Zieldimensionen auf und lässt damit eine gezielte Entwicklung des Shopfloor Managements entsprechen der Zieldimensionen „Prozessausführung, Prozessverbesserung und Mitarbeiterentwicklung“ zu.

Das entwickelte Akzeptanzmodell des Vorgehens gibt einen ausführlichen Überblick über die relevanten Akzeptanzfaktoren für das Digitale Shopfloor Management. Durch die Benennung der wichtigsten Akzeptanzfaktoren je DSFM-Element stellt es ein **geeignetes Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management dar**, welches die Bedürfnisse der Mitarbeitenden an die Einführung der einzelnen DSFM-Elemente berücksichtigt.

Diese Bedürfnisse werden gezielt durch die enthaltenen **Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung** des Einführungsprozesses von Digitalem Shopfloor Management adressiert. Allerdings muss angemerkt werden, dass es noch eine Vielzahl weiterer Akzeptanzmaßnahmen und Interventionsmöglichkeiten gibt, welche mit Sicherheit ebenfalls im Kontext einer Digitalen Shopfloor Management Einführung genutzt werden können.

Der Ansatz beinhaltet jedoch, die vom Autor als wichtig erachteten, Akzeptanzmaßnahmen, welche bei der Einführung von Digitalem Shopfloor Management aufgrund der tangierten Akzeptanzfaktoren einen großen Nutzen versprechen.

Durch die Bereitstellung von standardisierten Item-Katalogen und Fragensets zur Durchführung von Mitarbeiterumfragen und deren Verknüpfung zu den im Akzeptanzmodell enthalten Akzeptanzfaktoren erfüllt die entwickelte Lösung zudem die Anforderung der **Operationalisierung des Akzeptanzmodells mittels Mitarbeiterumfragen**. Insbesondere in Kombination mit der Situations- und Potentialanalyse bietet sich die Nutzung der Umfragen als Ergänzung zur Bestimmung der Akzeptanz des Einführungsprozesses an. Die daraus resultierenden Ergebnisse können gut genutzt werden, um den begleitenden Change Management Prozess anzupassen.

Ziel der zu entwickelnden Lösung war ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen zu entwickeln, dessen Ausgangsbasis ein **Reifegrad-Modell und Reifegrad-Assessment zur Bestimmung des Ist- und Zielzustandes** ist. Durch die Entwicklung eines **Reifegradmodells** für das Digitale Shopfloor Management Modell, welches dem Reifegrad-Assessment zu Grunde liegt ist dies gelungen.

Diese Analysemöglichkeit ist zudem die Basis für die entwickelte **Methodik zur Bestimmung menschzentrierter Implementierungsstrategien** für das Digitale Shopfloor Management. Der Erfolg der Methodik ist dabei abhängig von der Expertise und Offenheit der anwendenden Unternehmensexperren. Ohne diese kann das Verfahren zu keiner guten Einschätzung im Rahmen der Situations- und Potentialanalyse kommen, welche essentiell für die Herleitung der Handlungsempfehlungen ist. Der in der Arbeit entwickelte Ansatz unterstützt Unternehmen bei der Formulierung von Strategien und Umsetzungs-Roadmaps zur Weiterentwicklung des Shopfloor Managements. Bei der konkreten Umsetzung einzelner Elemente können die Steckbriefe erste Ideen und erste wichtige Implementierungshinweise liefern, jedoch keine ausführliche Einführungsbeschreibung.

Das entwickelte 2-tägige **Kompetenzentwicklungsprogramm** bildet den Abschluss des menschzentrierten Implementierungsvorgehen und ist eine wichtige Erweiterung bei einer Einführung des Digitalen Shopfloor Managements. Dieses adressiert neben dem wichtigen Theoriewissen besonders die Philosophie und den damit verbundenen Führungsstil des Lean Leaderships, welcher im Rahmen der SFM-Besprechungen ein

wichtiger Akzeptanz- und Erfolgsfaktor ist. Damit leistet das Kompetenzentwicklungsprogramm einen Beitrag zu einer hohen Akzeptanz, wobei, gerade im Hinblick auf die Umsetzung einer wertebasierten Unternehmenskultur, ein Coaching der Führungskräfte und Shopfloor Moderatoren unerlässlich ist.

Zusammenfassend stellt das entwickelte modulare Digitalen Shopfloor Management einen umfassenden Überblick über die vielfältige Ausgestaltung des Shopfloor Management in den vier Reifegradstufen dar. Es unterstützt damit die Einführung von Digitalem Shopfloor Management durch das entwickelte Reifegrad-Assessment, sowie durch die Verknüpfung von Digitalem Shopfloor Management Modell mit Akzeptanz- und Kompetenzmodell, wodurch Unternehmen zielgerichtet bei der Implementierung unterstützt werden können.

## 6.2 Ausblick

Aufbauend auf dem vorigen Kapitel werden in diesem Abschnitt Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten im Bereich des Digitalen Shopfloor Managements und dessen menschzentrierter Einführung gegeben.

Im Bereich des zugrundeliegenden Akzeptanzmodells und dem begleitenden Change Managements gibt es vielfältige Anknüpfungspunkte für vertiefende und ergänzende Forschungsarbeiten. Mögliche zukünftige Arbeiten könnten dabei untersuchen, wie bereits im Vorfeld die Akzeptanz für Digitales Shopfloor Management geschaffen werden kann. Darüber hinaus könnte untersucht werden, welche Faktoren, Einstellungen und Erfahrungen Mitarbeitende und Führungskräfte mitbringen, um diese entsprechend in den Veränderungsprozess einzubinden.

Ein weiteres Potential ergibt sich durch die Verwendung von Simulationstechniken, mit dessen Hilfe bei der Ableitung von Implementierungsreihenfolgen noch viele weitere Aspekte berücksichtigt werden könnten. Hierbei könnten verschiedene Szenarien der Unternehmensentwicklung simuliert werden, um hieraus abzuleiten, welche Digitalen Shopfloor Management Elemente am wichtigsten für das Unternehmen sind. In diesem Kontext müsste allerdings in weiteren Arbeiten auch eine Möglichkeit geschaffen werden, den Erfolg von Digitalem Shopfloor Management und dessen Elementen messbar zu machen, beziehungsweise diesen in Kennzahlen auszudrücken. Eine Möglichkeit hierfür bietet mit Sicherheit die Entscheidungsgüte und –qualität der zunehmend dezentral getroffenen Entscheidungen. Mittels groß angelegten breiten-empirischen Er-

hebungen in der Industrie oder einem Benchmark-Projekt könnte beispielsweise untersucht werden, wie betriebliche Innovation im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozess durch Shopfloor Management fördern lässt, oder wie viele Störungen und Stillstandzeiten durch Shopfloor Management reduziert werden können. Interessante Studien würden sich hierbei auch im Experimentaldesign ergeben, bei welchen Teilnehmende gezielt Informationen mittels Kennzahlen vermittelt bekommen und anschließend dezentrale Entscheidungen treffen müssen.

Ein weiterer Forschungsbedarf ergibt sich auch bei den Themen Datenverfügbarkeit, Datennutzung und Infrastruktur. Die Anzahl an Anbietern und Sensortechnologien auf dem Markt ist schier unendlich, weswegen Unternehmen sich häufig nicht sicher sind, welche Technologien genutzt werden sollen. Gleches gilt auch für die Anbieter von Shopfloor Management Operationssystemen. Entsprechend könnte das, in dieser Arbeit entwickelte, Modell genutzt werden, um die Potentiale und Schwächen der einzelnen Softwarelösungen am Markt darzustellen, um so eine Entscheidungshilfe für Unternehmen zu bieten.

Ein weiteres großes Forschungsgebiet ermöglicht die Künstliche Intelligenz bezogen auf das Digitale Shopfloor Management. Hier gilt es zu untersuchen, wie diese sinnvoll eingesetzt werden kann, um Unternehmen beim Shopfloor Management zu unterstützen. Dabei existieren bereits einige prototypischen Anwendungen, bei welchen aber noch die Praxistauglichkeit sichergestellt werden müssen, damit diese flächendeckend eingesetzt werden können. Problematisch ist hierbei insbesondere die große Anzahl an unstrukturierten Text- und Sprachdaten in Maßnahmenlisten, KVP-Tools und dem Störungsmanagement. Durch die Nutzung neuer Algorithmen der Sprach- und Textverarbeitung ergeben sich jedoch große Potentiale für automatische Maßnahmenlisten und digitale Störungssysteme die einen durchgängigen Workflow zwischen allen Shopfloor Management Ebenen sicherstellen können.

Für eine Anwendung des vorgestellten Ansatzes ohne Expertenkenntnisse beziehungsweise ohne unterstützende Beratung, gilt es den entwickelten Ansatz in weiteren Projekten des Digitalen Shopfloor Management zu nutzen, das Modell und den zugehörigen Ansatz zur Bildung der Implementierungsreihenfolge zu optimieren. Ziel könnte dabei die Realisierung in einem zugänglichen Tool sein, welches die Industrie bei der Anwendung von Digitalem Shopfloor Management unterstützt und gleichzeitig eine Austauschplattform zur Vernetzung darstellt.

Vernachlässigt werden in dem Modell jedoch die organisatorischen Voraussetzungen, die nicht innerhalb eines kurzen Einführungsprojektes umgesetzt werden können, sondern wofür längere Transformationsprojekte notwendig sind.

## 7 Zusammenfassung

Die aktuellen Megatrends, besonders die zunehmende kundenindividuelle Massenfertigung, stellt eine zunehmende Herausforderung für die Effizienz und Flexibilität von Produktionssystemen dar. Großes Potential ergibt sich durch die Digitalisierung des Shopfloor Managements, einem ganzheitlichen Führungssystem in der Produktion. Mittels Digitalem Shopfloor Management werden dezentrale Entscheidungsprozesse, unmittelbar in der Produktion, zur kurzfristigen Reaktion auf Störungen und Probleme, unter Berücksichtigung der Unternehmensziele, möglich.

Die aktuelle Forschung bietet bereits Möglichkeiten zur Unterstützung, wobei besonders die Gestaltungselemente des analogen Shopfloor Managements und dessen Zusammenhänge zu den Führungsaufgaben in der Produktion im Fokus stehen. Häufig berücksichtigen diese Forschungsarbeiten jedoch nicht die Möglichkeiten der Digitalisierung. Die Möglichkeit zur Bestimmung eines Reifegrades und Implementierungsvor gehens im Digitalen Shopfloor Management bleibt ebenfalls unberücksichtigt, wodurch nur eine geringfüge Unterstützung für die Bestimmung menschzentrierter Implementierungsstrategien für das Digitale Shopfloor Management bereitgestellt wird. Zwar ist bekannt, dass die Akzeptanz der Mitarbeitenden und Führungskräfte ein entscheidender und wichtiger Erfolgsfaktor des Digitalen Shopfloor Managements ist, jedoch existieren keine spezifischen Akzeptanzmodelle hierfür. Bestehende Forschungsarbeiten tangieren zwar das Thema, können jedoch höchstens als Ideengeber für ein spezifisches Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management dienen. Allerdings existieren bereits Handlungsleitfäden für die Gestaltung von Shopfloor Management, wobei die Aspekte der Digitalisierung, die Gestaltungsvielfalt sowie eine spezifische Kompetenzentwicklung unberücksichtigt bleiben. Insgesamt fehlt damit ein Ansatz, der die Gestaltungsvielfalt und die Potentiale des Digitalen Shopfloor Managements berücksichtigt und dabei eine konkrete Unterstützung für einen menschzentrierten Implementierungsprozess zur Einführung des Digitalen Shopfloor Managements darstellt, wobei der Erfolgsfaktor der Akzeptanz und die Kompetenzentwicklung nicht vernachlässigt wird.

Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit ein modulares Digitales Shopfloor Management Modell entwickelt, welches die Vielfältigkeit und Individualität des Führungssystems berücksichtigt. Durch ein zugehöriges Reifegradmodell werden die Potentiale der Digitalisierung berücksichtigt und Unternehmen wird es möglich, das Shopfloor Management

individuell, entsprechend ihrer bisherigen Digitalisierungsaktivitäten, zu gestalten. Ergänzt wird dieses Modell um ein spezifisches Akzeptanzmodell für das Digitale Shopfloor Management, welches wichtige Akzeptanzfaktoren darstellt und gleichzeitig passende Akzeptanzmaßnahmen zur Unterstützung der Einführung bereithält. Die beiden Modelle werden im Rahmen des in dieser Arbeit entwickelten menschzentrierten Implementierungsvorgehen miteinander kombiniert, wodurch Unternehmen bei der individuellen Ausgestaltung und Einführung von Digitalem Shopfloor Management unterstützt werden und hierbei die Akzeptanz der Mitarbeitenden berücksichtigt. Ergänzt wird das Vorgehen um ein Kompetenzentwicklungsprogramm, welches zur Schulung von Führungskräften für ein erfolgreiches Digitales Shopfloor Management genutzt werden kann.

Die entwickelten Modelle und das zugehörige Implementierungsvorgehen konnten gemeinsam mit drei verschiedenen Anwendungsunternehmen praktisch genutzt und erprobt werden. Hierin zeigte sich, dass der entwickelte Ansatz Unternehmen bei der Einführung eines Digitalen Shopfloor Managements unterstützen kann und durch die Kombination mit einem Akzeptanzmodell sich ein Change Management etablieren lässt, welches die Anforderungen von Mitarbeitenden und Führungskräften berücksichtigt.



## 8 Literaturverzeichnis

Literaturangaben nach dem Schema (A\_<Nachname> <Jahr>) beziehen sich auf studentische Abschlussarbeiten, die vom Verfasser dieser Arbeit inhaltlich und organisatorisch angeleitet wurden.

A\_Dierolf 29.08.2022

Dierolf, L. (2022), *Entwicklung eines Akzeptanzmodells für die Implementierung von digitalem Shopfloor Management*. Bachelorarbeit, Karlsruhe.

A\_Dierolf 31.07.2023

Dierolf, L. (2023), *Entwicklung einer Toolbox für das digitale Shopfloor Management*. Seminararbeit, Karlsruhe.

A\_Gabriel 22.03.2022

Gabriel, P. M. (2022), *Entwicklung eines Implementierungsvorgehens für das digitale Shopfloor Management mit Hilfe eines modularen digitalen Shopfloor Management Baukastens*. Bachelorarbeit, Karlsruhe.

A\_Schrötle 15.03.2022

Schrötle, V. (2022), *Entwicklung eines iterationsbasierten Vorgehens zur Steigerung des digitalen Reifegrades im Shopfloor Management*. Bachelorarbeit, Karlsruhe.

A\_Seibert 2023

Seibert, C. (2023), *Konzeption und Implementierung einer Reifegradbewertung und Strategie zur Digitalisierung des Shopfloor Managements*. Masterarbeit, Karlsruhe.

A\_Wittenhagen 01.12.2022

Wittenhagen, J. W. (2022), *Entwicklung eines Kompetenzentwicklungsprogramms für das Digitale Shopfloor Management*. Bachelorarbeit, Karlsruhe.

Abel et al. 2019

Abel, J.; Hirsch-Kreinsen, H. & Wienzek, T. (09.2019), *Acceptance of Industry 4.0. Final Report on an Exploratory Empirical Study of German Industry*.

Abele et al. 2008

Abele, E.; Meyer, T.; Näher, U.; Strube, G. & Sykes, R. (2008), *Global Production*, Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-540-71652-5.

Ameln & Wimmer 2016

Ameln, F. von & Wimmer, R. (2016), „Neue Arbeitswelt, Führung und organisationaler Wandel“, *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*, 47(1), S. 11–21. <https://doi.org/10.1007/s11612-016-0303-0>.

Asdonk, M. 2015

Asdonk, M. (2015), *Modell zur Darstellung der Schlüsselemente und Mechanismen eines Führungssystems Shop Floor*. Dissertation, TU, Chemnitz, IBF.

Ates & Bititci 2011

Ates, A. & Bititci, U. (2011), „Change process: a key enabler for building resilient SMEs“, *International Journal of Production Research*, 49(18), S. 5601–5618. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.563825>.

Bardy et al. 2022

Bardy, S.; Seyfried, S.; Metternich, J. & Weigold, M. (2022), *Supporting the Transformation to Climate Neutral Production with Shop Floor Management*, Hannover : publish-lng. <https://www.repo.uni-hannover.de/handle/123456789/12262>.

Bateh et al. 2013

Bateh, J.; Castaneda, M. E. & Farah, J. E. (2013), „Employee Resistance To Organizational Change“, *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, 17(2), S. 113. <https://doi.org/10.19030/ijmis.v17i2.7715>.

Baur & Blasius 2019

Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.) (2019), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Springer VS, Wiesbaden. ISBN: 9783658213084.

Bertagnolli 2022

Bertagnolli, F. (Hrsg.) (2022), *Lean Management*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-36086-3.

**Bevan 2013**

Bevan, R. P. (2013), *Changemaking: Tactics and resources for managing organizational change*, CreateSpace Independent Publishing Platform, North Charleston. ISBN: 978-0-9835588-0-4.

**Bischoff et al. 2015**

Bischoff, J.; Taphorn, C.; Wolter, D.; Braun, N.; Fellbaum, M.; Goloverov, A.; Ludwig, S.; Hegmanns, T.; Prasse, C.; Henke, M.; ten Hompel, M.; Döbbeler, F.; Fuss, E.; Kirsch, C.; Mättig, B.; Braun, S.; Guth, M.; Kaspers, M. & Scheffler Doris (2015), „Erschließen der Potenziale der Anwendungen von 'ndustrie 4.0' im Mittelstand. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Erarbeitet von agiplan GmbH, Fraunhofer IML und ZENIT.“ [20.11.2023].

**Blessing & Chakrabarti 2009**

Blessing, L. T. & Chakrabarti, A. (2009), *DRM, a design research methodology*, Springer, Dordrecht, London. ISBN: 978-1-84882-586-4.

**Bock & Höfer 2021**

Bock, T. & Höfer, S. (2021), „Autonomisierung von Shopfloor Management“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 116(3), S. 139–143.  
<https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0027>.

**Bowling 2014**

Bowling, A. (2014), *Research Methods In Health: Investigating Health And Health Services*, The McGraw-Hill Companies, Inc, New York. ISBN: 978-0-335-26274-8.

**Brenner 2019**

Brenner, J. (2019), *Shopfloor Management und seine digitale Transformation. Die besten Werkzeuge in 45 Beispielen*, Hanser, München. ISBN: 978-3-446-46000-3.

**Bretz et al. 2022**

Bretz, L.; Klinkner, F.; Kandler, M.; Shun, Y. & Lanza, G. (2022), „The ECO Matuity Model – A human-centered Industry 4.0 maturity model“, *Procedia CIRP*, 106, S. 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.160>.

**Bruin et al. 2005**

Bruin, T. de; Freeze, R.; Kulkarni, U. & Rosemann, M. (2005), „Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model“, *Australasian Conference on Information Systems, Sydney*.

**Brunner 2011**

Brunner, F. J. (2011), *Japanische Erfolgskonzepte. KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3-Lean Development*, Hanser, München, Wien. ISBN: 9783446418837.

**Bullock & Batten 1985**

Bullock, R. J. & Batten, D. (1985), „It's Just a Phase We're Going Through: A Review and Synthesis of OD Phase Analysis“, *Group & Organization Studies*, 10(4), S. 383–412. <https://doi.org/10.1177/105960118501000403>.

**Bürg et al. 2004**

Bürg, O.; Kronburger, K. & Mandl, H. (2004), *Implementation von E-Learning in Unternehmen - Akzeptanzsicherung als zentrale Herausforderung*. <https://e-pub.ub.uni-muenchen.de/444/> [13.05.2024].

**Bush & Dunaway 2005**

Bush, M. & Dunaway, D. K. (2005), *CMMI assessments. Motivating positive change*, Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ. ISBN: 978-0-321-17935-7.

**By 2005**

By, R. T. (2005), „Organisational change management: A critical review“, *Journal of Change Management*, 5(4), S. 369–380.  
<https://doi.org/10.1080/14697010500359250>.

**Choi 2011**

Choi, M. (2011), „Employees' attitudes toward organizational change: A literature review“, *Human Resource Management*, 50(4), S. 479–500.  
<https://doi.org/10.1002/hrm.20434>.

**Classen et al. 2016**

Classen, H.-J.; Neuhaus, R. & Dörich, J. (2016), „Lernen von den Weltbesten“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(11), S. 680–683.  
<https://doi.org/10.3139/104.111624>.

**Clausen et al. 2020**

Clausen, P.; Mathiasen, J. B. & Nielsen, J. S. (2020), „Smart Manufacturing Through Digital Shop Floor Management Boards“, *Wireless Personal Communications*, 115(4), S. 3261–3274. <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07379-y>.

## Clausen et al. 2018

Clausen, P.; Mathiasen, J. B. & Nielsen, J. S. (2018), „Barriers and Enablers for Digitizing Shop Floor Management Boards“. *2018 Global Wireless Summit (GWS)*, IEEE, Chiang Rai, S. 288–293. ISBN: 978-1-5386-4288-7.  
<https://doi.org/10.1109/GWS.2018.8686591>.

## Conrad et al. 2019

Conrad, R. W.; Eisele, O. & Lennings, F. (2019), *Shopfloor-Management - Potenziale mit einfachen Mitteln erschließen*, Springer, Heidelberg. ISBN: 978-3-662-58489-7.

## Cummings et al. 2016

Cummings, S.; Bridgman, T. & Brown, K. G. (2016), „Unfreezing change as three steps: Rethinking Kurt Lewin’s legacy for change management“, *Human Relations*, 69(1), S. 33–60. <https://doi.org/10.1177/0018726715577707>.

## Dahm &amp; Brückner 2017

Dahm, M. H. & Brückner, A. D. (2017), „Philips Medical Systems“ in *Lean Management im Unternehmensalltag*, Hrsg. M. H. Dahm, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 1–49.

## Dawson &amp; Andriopoulos 2021

Dawson, P. & Andriopoulos, C. (2021), *Managing change, creativity & innovation*, SAGE, Los Angeles. ISBN: 9781529734966.

## Diez et al. 2015

Diez, J. V.; Ordieres-Mere, J. & Nuber, G. (2015), „The HOSHIN KANRI TREE. Cross-plant Lean Shopfloor Management“, *Procedia CIRP*, 32, S. 150–155.  
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.120>.

## Dombrowski et al. 2018

Dombrowski, U.; Wullbrandt, J.; Jäger, F. & Linge, S. (2018), „Braunschweiger Shopfloor Management Assessment“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 113(3), S. 142–147. <https://doi.org/10.3139/104.111881>.

## Dombrowski et al. 2015

Dombrowski, U.; Ebentreich, D.; Krenkel, P.; Meyer, D.; Schmidt, S.; Rico-Castillo, M.; Richter, T.; Eickhorn, F.; Schimmelpfennig, F.; Schmidtchen, K.; Möhring, U.;

Lendzian, H.; Judas, R.; Hass, C.; Herden, R. & Schumacher, S. (2015), „Gestaltungsprinzipien“ in *Lean Development*, Hrsg. U. Dombrowski, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 21–138.

Dombrowski & Mielke 2015

Dombrowski, U. & Mielke, T. (2015), *Ganzheitliche Produktionssysteme*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-662-46163-1.

Doppler & Lauterburg 2019

Doppler, K. & Lauterburg, C. (2019), *Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten*, Campus, Frankfurt. ISBN: 9783593512440.

Elmasllari 2019

Elmasllari, E. (2019), „Design and development methods for improving acceptance of IT among emergency responders“, *Proceedings of the 16th ISCRAM Conference – València, Spain*, 16th, S. 1300–1309.

Fast-Berglund et al. 2016

Fast-Berglund, Å.; Harlin, U. & Åkerman, M. (2016), „Digitalisation of Meetings – From White-boards to Smart-boards“, *Procedia CIRP*, 41, S. 1125–1130.  
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.120>.

Fischer et al. 2014

Fischer, O.; Mrech, H. & Decker, C.-F. (2014), „Herausforderungen und Instrumente der Fabriksteuerung mit Kennzahlen“ in *Betriebliche Informationssysteme in der Automobilproduktion*, Hrsg. B. Rudow & H.-C. Heidecke, Oldenburg Wissenschaftsverlag, Oldenburg, S. 199–230.

Fred D., D.

Fred D., D., *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. Thesis (Ph. D.), Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.

Fu et al. 2016

Fu, J. H.-Y.; Zhang, Z.-X.; Li, F. & Leung, Y. K. (2016), „Opening the Mind“, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 47(10), S. 1361–1372.  
<https://doi.org/10.1177/0022022116652729>.

**Gandert & Oestreich 2023**

Gandert, E. & Oestreich, V. (2023), „Aus der Digitalisierung mit KI mehr Nutzen ziehen“, *CITplus*, 26(4), S. 32–36. <https://doi.org/10.1002/citp.202300417>.

**Ganninger 2019**

Ganninger, A. (2019), *Interkulturell erfolgreiches Shopfloor Management in der Produktion*, Shaker, Herzogenrath. ISBN: 978-3-8440-6458-2.

**Gardner et al. 2000**

Gardner, R. M.; Bieker, J. & Elwell, S. (2000), „Solving tough semiconductor manufacturing problems using data mining“. *2000 IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop. ASMC 2000*, IEEE, Boston, S. 46–55. ISBN: 0-7803-5921-6. <https://doi.org/10.1109/ASMC.2000.902557>.

**Gartner et al. 2021**

Gartner, P.; Benfer, M.; Kuhnle, A. & Lanza, G. (2021), „Potentials of Traceability Systems - a Cross-Industry Perspective“, *Procedia CIRP*, 104, S. 987–992. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.166>.

**Gericke et al. 2006**

Gericke, A.; Rohner, P. & Winter, R. (2006), „Networkability in the Health Care Sector. Necessity, Measurement and Systematic Development as the Prerequisites for Increasing the Operational Efficiency of Administrative Processes“, *17th Australasian Conference on Information Systems, Adelaide*, 65. <https://aisel.aisnet.org/acis2006/65>.

**Gierszewski 2013**

Gierszewski, S. (2013), „20 Jahre Lean: Persönliche Erfahrungen eines Managers“ in *Lean Logistics*, Hrsg. W. A. Günthner & J. Boppert, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 3–10.

**Goschy 2016**

Goschy, W. (2016), „Lean Management-Studie: Indirekte Bereiche müssen nachziehen“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(5), S. 247–250. <https://doi.org/10.3139/104.111523>.

**Grundnig & Meitinger 2013**

Grundnig, A. & Meitinger, S. (2013), „Führung ist nicht alles – aber ohne Führung

ist alles nichts“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 108(3), S. 133–136. <https://doi.org/10.3139/104.110908>.

#### Hanenkamp 2013

Hanenkamp, N. (2013), „The Process Model for Shopfloor Management Implementation“, *Advances in Industrial Engineering and Management*(02), S. 40–46.

#### Hartner et al. 2020

Hartner, R.; Mezhuyev, V.; Tschandl, M. & Bischof, C. (2020), „Digital Shop Floor Management“. *Proceedings of the 2020 9th International Conference on Software and Computer Applications*, ACM, New York, NY, USA, S. 41–45. ISBN: 9781450376655. <https://doi.org/10.1145/3384544.3384611>.

#### Hasselmann et al. 2018

Hasselmann, O.; Meyn, C.; Schröder, J. & Sareika, C. (2018), „Gesundheit in der Arbeitswelt 4.0“ in *Prävention 4.0*, Hrsg. O. Cernavin, W. Schröter & S. Stowasser, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 231–268.

#### Heim et al. 2021

Heim, N.; Müller, S.; Lenggenhager, V. & Weiss, F. (2021), „Steigerung der Motivation zur Datenerfassung durch Gamification? Eine Untersuchung am Beispiel von Leader-, Punkte- und Community-Boards“, *Marketing Review Sankt Gallen*(1), S. 888–894.

#### Helming et al. 2019

Helming, S.; Ungermaann, F.; Hierath, N.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Development of a training concept for leadership 4.0 in production environments“, *Procedia Manufacturing*, 31, S. 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.007>.

#### Hertle et al. 2017

Hertle, C.; Tisch, M.; Metternich, J. & Abele, E. (2017), „Das Darmstädter Shopfloor Management-Modell“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112(3), S. 118–121. <https://doi.org/10.3139/104.111675>.

#### Hertle, C. 2018

Hertle, C. (2018), *Shopfloor Management Systeme zur zielgerichteten, systematischen Kompetenzentwicklung in der Produktion*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, PTW Darmstadt.

**Holt et al. 2007**

Holt, D.; Armenakis, A.; Harris, S. & Feild, H. (2007), „Toward a Comprehensive Definition of Readiness for Change: A Review of Research and Instrumentation“, *Research in Organizational Change and Development*, 16, S. 289–336.  
[https://doi.org/10.1016/S0897-3016\(06\)16009-7](https://doi.org/10.1016/S0897-3016(06)16009-7).

**Hurtz & Stolz 2016**

Hurtz, A. & Stolz, M. (2016), *Shop-Floor-Management. Wirksam führen vor Ort*, BusinessVillage, Göttingen. ISBN: 9783869802091.

**Hussain et al. 2018**

Hussain, S. T.; Lei, S.; Akram, T.; Haider, M. J.; Hussain, S. H. & Ali, M. (2018), „Kurt Lewin's change model: A critical review of the role of leadership and employee involvement in organizational change“, *Journal of Innovation & Knowledge*, 3(3), S. 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2016.07.002>.

**Imai 2007**

Imai, M. (2007), „Gemba Kaizen. A Commonsense, Low-Cost Approach to Management“ in *Das Summa Summarum des Management*, Hrsg. C. Boersch & R. Elschen, GABLER, Wiesbaden, S. 7–15.

**Jabri 2012**

Jabri, M. (2012), *Managing organizational change. Process, social construction and dialogue*, Palgrave Macmillan, Basingstoke. ISBN: 9780230244085.

**Jurburg Melnik, D. A. 2016**

Jurburg Melnik, D. A. (2016), *Continuous Improvement Acceptance Model (CIAM). Towards understanding employee participation*. Dissertation, Universidad de Navarra, San Sebastián, Escuela superior de ingenieros industriales.

**Kaminski 2011**

Kaminski, J. (2011), „Theory applied to informatics – Lewin's Change Theory“, *Canadian Journal of Nursing Informatics*, 6(1).

**Kandler et al. 2022a**

Kandler, M.; Ströhlein, K.; Gorny, P. M.; Riedinger, S.; Lanza, G. & Nieken, P. (2022), „Human-Oriented Design of Andon-Boards 4.0 – Promoting Decentralized Decisions on the Shopfloor and Acceptance by Employees“, *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4071933>.

**Kandler et al. 2022b**

Kandler, M.; Dierolf, L.; Bender, M.; Schäfer, L.; May, M. C. & Lanza, G. (2022), „Shopfloor Management Acceptance in Global Manufacturing“, *Procedia CIRP*, 115, S. 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.10.072>.

**Kandler et al. 2020**

Kandler, M.; Kurtz, J. J.; Stricker, N. & Lanza, G. (2020), „Digitales, agiles Management auf dem Shopfloor“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(1-2), S. 23–26. <https://doi.org/10.3139/104.112241>.

**Kandler et al. 2021**

Kandler, M.; Schwab, D.; Lutzi, O.; Hoben, M.; Kuhnle, A. & Lanza, G. (2021), „Shopfloor Management – Enabler dezentraler autonomer Montageteam“, *Industrie 4.0 Management*, 2021(03), S. 35–40.

**Kandler et al. 2022c**

Kandler, M.; Kieback, F.; Voigt, J. & Lanza, G. (2022), „Entwicklung eines modularen, digitalen Shopfloor-Management Modells“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 117(3), S. 117–121. <https://doi.org/10.1515/zwf-2022-1026>.

**Kandler et al. 2022d**

Kandler, M.; Gabriel, P.; Schröttle, V.; May, M. C. & Lanza, G. (2022), *Modular, Digital Shopfloor Management Model – A Maturity Assessment For A Human-Oriented Transformation Process*, Hannover : publish-ing.

**Kandler et al. 2022**

Kandler, M.; May, M. C.; Kurtz, J.; Kuhnle, A. & Lanza, G. (2022), „Development of a Human-Centered Implementation Strategy for Industry 4.0 Exemplified by Digital Shopfloor Management“ in *Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems. Proceedings of the 8th Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production Conference (CARV2021) and the 10th World Mass Customization & Personalization Conference (MCPC2021)*, Aalborg, Denmark, October/November 2021, Hrsg. A.-L. Andersen, R. Andersen, T. D. Brune, M. S. S. Larsen, K. Nielsen, A. Napoleone & S. Kjeldgaard, Springer International Publishing; Imprint Springer, Cham, S. 738–745.

**Kanter et al. 1992**

Kanter, R. M.; Stein, B. & Jick, T. (1992), *The Challenge of organizational change*.

*How companies experience it and leaders guide it*, The Free Press, New York.

ISBN: 978-0029169919.

Kolb 2015

Kolb, D. A. (2015), *Experiential learning. Experience as the source of learning and development*, Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey. ISBN: 978-0133892406.

Kopp et al. 2019

Kopp, R.; Dhondt, S.; Kreinsen, H. H.; Kohlgrüber, M. & Preenen, P. (2019), „Sociotechnical perspectives on digitalisation and Industry 4.0“, *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 16(3), S. 290.

<https://doi.org/10.1504/IJTTC.2019.099896>.

Kostka 2016

Kostka, C. (2016), *CHANGE MANAGEMENT. Das Praxisbuch für Führungskräfte*, CARL HANSER Verlag GMBH &, München. ISBN: 978-3-446-44859-9.

Kostka 2009

Kostka, C. (2009), *Change Management. 7 Methoden für die Gestaltung von Veränderungsprozessen*, Hanser, München. ISBN: 978-3-446-41931-5.

Kostka & Kostka 2013

Kostka, C. & Kostka, S. (2013), *Der kontinuierliche Verbesserungsprozess. Methoden des KVP*, Hanser, München. ISBN: 9783446437449.

Kotter 2018

Kotter, J. P. (2018), *Leading Change. Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern*, Verlag Franz Vahlen, München. ISBN: 978-3800637898.

Lanza et al. 2018a

Lanza, G.; Nyhuis, P.; Fisel, J.; Jacob, A.; Nielsen, L.; Schmidt, M. & Stricker, N. (2018), „Wandlungsfähige, menschzentrierte Strukturen in Fabriken und Netzwerken der Industrie 4.0 (acatech Studie)“. <https://www.acatech.de/publikation/wandlungsfähige-menschzentrierte-strukturen-in-fabriken-und-netzwerken-der-industrie-4-0/> [20.11.2023].

Lanza et al. 2018b

Lanza, G.; Hofmann, C.; Stricker, N.; Biehl, E. & Braun, Y. (2018), *Auf dem Weg*

*zum Digitalen Shopfloor Management. Eine Studie zum Stand der Echtzeitentscheidungsfähigkeit und des Industrie 4.0-Reifegrads, Karlsruhe.*

Lanza et al. 2022

Lanza, G.; Nieken, P.; Nyhuis, P. & Trübwetter, A. (Hrsg.) (2022), *Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen*, TEWISS Verlag, Garbsen. ISBN: 978-3-95900-758-0.

Lanza & Nyhuis 2018

Lanza, G. & Nyhuis, P. (Hrsg.) (2018), *Industrie 4.0 für die Praxis. Befähigungs- und Einführungsstrategien*, TEWISS-Technik und Wissen GmbH, Garbsen. ISBN: 978-3-95900-224-0.

Lauer 2019

Lauer, T. (2019), *Change Management*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-662-59101-7.

Leiter & Harvie 1998

Leiter, M. P. & Harvie, P. (1998), „Conditions for staff acceptance of organizational change: Burnout as a mediating construct“, *Anxiety, Stress, & Coping*, 11(1), S. 1–25. <https://doi.org/10.1080/10615809808249311>.

Levasseur 2001

Levasseur, R. E. (2001), „People Skills: Change Management Tools—Lewin's Change Model“, *Interfaces*, 31(4), S. 71–73.  
<https://doi.org/10.1287/inte.31.4.71.9674>.

Lewin 1951

Lewin, K. (1951), *Field Theory in Social Science*, Harper, New York. ISBN: 978-0-83717-236-1.

Leyendecker & Pötters 2021

Leyendecker, B. & Pötters, P. (2021), *Shopfloor Management. Führen am Ort des Geschehens*, Hanser, München. ISBN: 9783446466814.

Liebrecht et al. 2021

Liebrecht, C.; Kandler, M.; Lang, M.; Schaumann, S.; Stricker, N.; Wuest, T. & Lanza, G. (2021), „Decision support for the implementation of Industry 4.0 methods: Toolbox, Assessment and Implementation Sequences for Industry 4.0“, *Journal of Manufacturing Systems*, 58, S. 412–430.

<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.12.008>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612520302223>.

Liebrecht, C. 2020

Liebrecht, C. (2020), *Entscheidungsunterstützung für den Industrie 4.0-Methodeneinsatz. Strukturierung, Bewertung und Ableitung von Implementierungsreihenfolgen*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

Liker 2021

Liker, J. K. (2021), *The Toyota Way, Second Edition: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*, The McGraw-Hill Companies, Inc, New York. ISBN: 978-1260468519.

Linke 2018

Linke, R. (2018), *Mitarbeiterbefragungen optimieren. Von der Befragung zum wirksamen Management-Instrument*, Springer Fachmedien, Wiesbaden. ISBN: 9783658177225.

Long & Spurlock 2008

Long, S. & Spurlock, D. G. (2008), „Motivation and Stakeholder Acceptance in Technology-driven Change Management: Implications for the Engineering Manager“, *Engineering Management Journal*, 20(2), S. 30–36.  
<https://doi.org/10.1080/10429247.2008.11431764>.

Longard et al. 2022a

Longard, L.; Schiborr, L. & Metternich, J. (2022), „Potentials and obstacles of the use of data mining in problem-solving processes“, *Procedia CIRP*, 107, S. 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.041>.

Longard et al. 2020

Longard, L.; Meißner, A.; Müller, M. & Metternich, J. (2020), „Digitales Shopfloor Management – Wohin geht die Reise?“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 115(9), S. 645–649. <https://doi.org/10.1515/zwf-2020-1150922>.

Longard et al. 2022b

Longard, L.; Bardy, S. & Metternich, J. (2022), *Towards a Data-driven Performance Management in Digital Shop Floor Management*, Hannover : publish-ing.

**Lorenz et al.**

Lorenz, R.; Powell, D. & Netland, T., „Exploring the effect of digitalizing shop floor management“. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000352295>.

**Luecke 2003**

Luecke, R. (2003), *Managing change and transition*, Harvard Business School Press, Boston, Mass. ISBN: 9781578518746.

**Manzei et al. 2017**

Manzei, C.; Schleupner, L. & Heinze, R. (2017), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext. Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends*, VDE Verlag; Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich. ISBN: 978-3-8007-4336-0.

**Marangunić & Granić 2015**

Marangunić, N. & Granić, A. (2015), „Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013“, *Universal Access in the Information Society*, 14(1), S. 81–95. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0348-1>.

**Mayring & Fenzl 2019**

Mayring, P. & Fenzl, T. (2019), „Qualitative Inhaltsanalyse“ in *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Hrsg. N. Baur & J. Blasius, Springer VS, Wiesbaden, S. 633–648.

**McKay et al. 2013**

McKay, K.; Kuntz, J. R. & Näswall, K. (2013), „The Effect of Affective Commitment, Communication and Participation on Resistance to Change: The Role of Change Readiness“, *New Zealand Journal of Psychology*, 42(2), S. 29–40.

**Meißner et al. 2018a**

Meißner, A.; Müller, M.; Hermann, A. & Metternich, J. (2018), „Digitalization as a catalyst for lean production: A learning factory approach for digital shop floor management“, *Procedia Manufacturing*, 23, S. 81–86.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.165>.

**Meißner et al. 2018b**

Meißner, A.; Hertle, C. & Metternich, J. (2018), „Digitales Shopfloor Management – Ihr Weg zur vernetzten Fabrik“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 113(5), S. 281–284. <https://doi.org/10.3139/104.111905>.

**Meißner et al. 2019**

Meißner, A.; Trübswetter, A. & Jenny, M. (2019), „Technikakzeptanz durch User-Centred Change“, *atp magazin*, 61(6-7), S. 86–92.  
<https://doi.org/10.17560/atp.v61i6-7.2416>.

**Meißner et al. 2020**

Meißner, A.; Grunert, F. & Metternich, J. (2020), „Digital shop floor management: A target state“, *Procedia CIRP*, 93(12), S. 311–315. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.083>.

**Meixner & Görlich 2008**

Meixner, G. & Görlich, D. (2008), *Aufgabenmodellierung als Kernelement eines nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses für Bedienoberflächen. Workshop "Verhaltensmodellierung: Best Practices und neue Erkenntnisse", Fachtagung Modellierung*, Berlin.

**Metternich et al. 2024**

Metternich, J.; Müller, M.; Hertle, C.; Longard, L. & Wang, Y. (2024), *Digitales Shopfloor Management. Einführung, Erfolgskonzepte, Werkzeuge*, Hanser, München. ISBN: 978-3-446-47761-2.

**Mettler 2011**

Mettler, T. (2011), „Maturity assessment models: a design science research approach“, *International Journal of Society Systems Science*, 3(1/2), S. 81.  
<https://doi.org/10.1504/IJSSS.2011.038934>.

**Molino et al. 2020**

Molino, M.; Cortese, C. G. & Ghislieri, C. (2020), „The Promotion of Technology Acceptance and Work Engagement in Industry 4.0: From Personal Resources to Information and Training“, *International journal of environmental research and public health*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph17072438>.

**Müller et al. 2022**

Müller, M.; Longard, L. & Metternich, J. (2022), „Comparison of preprocessing approaches for text data in digital shop floor management systems“, *Procedia CIRP*, 107, S. 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.030>.

**Müller 2019**

Müller, J. M. (2019), „Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a

workers' perspective“, *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), S. 2189–2194.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.530>.

#### Müller, M. 2022

Müller, M. (2022), *Verbesserung des Abweichungsmanagement im digitalen Shopfloor Management durch Natural Language Processing*. Dissertation, Darmstadt. <https://doi.org/10.26083/tuprints-00021514>.

#### Netland et al. 2019

Netland, T. H.; Powell, D. J. & Hines, P. (2019), „Demystifying lean leadership“, *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(3), S. 543–554.  
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2019-0076>. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlss-07-2019-0076/full/pdf>.

#### Neuberger & Allerbeck 1997

Neuberger, O. & Allerbeck, M. (1997), „Messung und Analyse von Arbeitszufriedenheit: Erfahrungen mit dem Arbeitsbeschreibungsbogen“.  
<https://doi.org/10.6102/zis2>.

#### Nürnberg 2022

Nürnberg, V. (2022), „Planung einer Mitarbeiterbefragung“ in *Mitarbeiterbefragungen*, Hrsg. V. Nürnberg, Haufe, Freiburg, S. 63–91.

#### Oakland & Tanner 2007

Oakland, J. S. & Tanner, S. (2007), „Successful Change Management“, *Total Quality Management & Business Excellence*, 18(1-2), S. 1–19.  
<https://doi.org/10.1080/14783360601042890>.

#### Obermaier & Grottke 2019

Obermaier, R. & Grottke, M. (2019), „Controlling in einer Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen für die Unternehmenssteuerung“ in *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation*, Hrsg. R. Obermaier, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 723–752.

#### Pasmore et al. 2019

Pasmore, W.; Winby, S.; Mohrman, S. A. & Vanasse, R. (2019), „Reflections: Sociotechnical Systems Design and Organization Change“, *Journal of Change Management*, 19(2), S. 67–85. <https://doi.org/10.1080/14697017.2018.1553761>.

## Peter 2009

Peter, K. (2009), *Bewertung und Optimierung der Effektivität von Lean-Methoden in der Kleinserienproduktion*. Zugl.: Karlsruhe, Univ., Diss., 2009, Shaker, Aachen. ISBN: 9783832287139.

## Peters 2009

Peters, R. (2009), *Shopfloor-Management. Führen am Ort der Wertschöpfung*, LOG\_X, Stuttgart. ISBN: 978-3932298394.

## Pläge 2011

Pläge, A. (2011), *Erfolgsfaktor Mitarbeiterakzeptanz in Veränderungsprozessen: Handlungsempfehlungen für zukünftige Change-Projekte im Rahmen einer proaktiven Organisationsentwicklung*, Diplomica Verlag GmbH, s.l.  
<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10518925>. ISBN: 978-3-8428-5968-5.

## Porschen-Hueck &amp; Neumer 2016

Porschen-Hueck, S. & Neumer, J. (2016), „Vertrauensbasiertes Shopfloor Management“ in *Vertrauensbasierte Führung*, Hrsg. F. Keuper & T. Sommerlatte, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 221–249.

## Posselt 2014

Posselt, G. (2014), *Mitarbeiter führen mit Kennzahlen - Attention Leadership*, Springer Gabler, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-05931-6.

## Proenca &amp; Borbinha 2018

Proenca, D. & Borbinha, J. (2018), „Maturity Model Architect: A Tool for Maturity Assessment Support“ in *IEEE 20th Conference*, Wien, S. 42–51.

## Protzman &amp; Whiton 2018

Protzman, C. & Whiton, F. (2018), *The lean practitioner's field book study guide. Twice the Output with Half the Input!*, Productivity Press, New York. ISBN: 9781482252859.

## Qian et al. 2019

Qian, X.; Tu, J. & Lou, P. (2019), „A general architecture of a 3D visualization system for shop floor management“, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(4), S. 1531–1545. <https://doi.org/10.1007/s10845-017-1335-1>.

**Rafferty et al. 2013**

Rafferty, A. E.; Jimmieson, N. L. & Armenakis, A. A. (2013), „Change Readiness“, *Journal of Management*, 39(1), S. 110–135.  
<https://doi.org/10.1177/0149206312457417>.

**Rank 2010**

Rank, S. (Hrsg.) (2010), *Change-Management in der Praxis. Beispiele, Methoden, Instrumente*, Schmidt, Berlin. ISBN: 978-3-503-12093-2.

**Rattray & Jones 2007**

Rattray, J. & Jones, M. C. (2007), „Essential elements of questionnaire design and development“, *Journal of clinical nursing*, 16(2), S. 234–243.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01573.x>.

**Rauch et al. 2018**

Rauch, E.; Rojas, R.; Dallasega, P. & Matt, D. T. (2018), „Smart Shopfloor Management“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 113(1-2), S. 17–21.  
<https://doi.org/10.3139/104.111854>.

**Rehouma et al. 2020**

Rehouma, B.; Mariem; Geyer, T. & Kahl, T. (2020), „Investigating Change Management Based on Participation and Acceptance of IT in the Public Sector“, *International Journal of Public Administration in the Digital Age*, 7(4), S. 51–70.  
<https://doi.org/10.4018/IJPADA.20201001.0a4>.

**Riedl 2005**

Riedl, R. (2005), „Der Analytic Hierarchy Process: Ein geeignetes Verfahren für komplexe Entscheidungen in der Wirtschaftsinformatik?“, *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 42(246), S. 104–114.

**Rogiest et al. 2015**

Rogiest, S.; Segers, J. & van Witteloostuijn, A. (2015), „Climate, communication and participation impacting commitment to change“, *Journal of Organizational Change Management*, 28(6), S. 1094–1106. <https://doi.org/10.1108/JOCM-06-2015-0101>.

**Ronnenberg et al. 2011**

Ronnenberg, S. K.; Graham, M. E. & Mahmoodi, F. (2011), „The important role of

change management in environmental management system implementation“, *International Journal of Operations & Production Management*, 31(6), S. 631–647. <https://doi.org/10.1108/0144357111131971>.

Ronniger 2014

Ronniger, C. U. (2014), *Taschenbuch der statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitmethoden. Die wichtigsten Methoden und Verfahren für die Praxis*, CRGRAPH, München. ISBN: 978-3-00-043678-9.

Rother 2009

Rother, M. (2009), *Die Kata des Weltmarktführers. Toyotas Erfolgsmethoden*, Campus, Frankfurt, New York. ISBN: 978-3593389967.

Saaty 2008

Saaty, T. L. (2008), „Decision making with the analytic hierarchy process“, *International Journal of Services Sciences*, 1(1), S. 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.

Saaty 1977

Saaty, T. L. (1977), „A scaling method for priorities in hierarchical structures“, *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), S. 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

Schäfer et al. 2022

Schäfer, L.; Ströhlein, K.; Kandler, M.; Hulla, M.; Ast, J.; Lanza, G.; Nieken, P.; Ramsauer, C. & Nyhuis, P. (2022), „New Competences in a Digitalized Shopfloor – A Modular Training Concept for Learning Factories“, *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4071822>.

Schawel & Billing 2009

Schawel, C. & Billing, F. (2009), „Change Management“ in *Top 100 Management Tools*, Hrsg. C. Schawel & F. Billing, GABLER, Wiesbaden, S. 53–54.

Schein 2010

Schein, E. H. (2010), *Organizational Culture and Leadership*, Jossey-Bass, San Francisco, Calif., Chichester. ISBN: 978-0-470-18586-5.

Schnell 2019

Schnell, R. (2019), *Survey-Interviews*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 978-3-531-19900-9.

**Schreyögg 2016**

Schreyögg, G. (2016), *Grundlagen der Organisation*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-13958-2.

**Schuh et al. 2020**

Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M. & Wahlster, W. (Hrsg.) (2020), *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies*, Herbert Utz Verlag GmbH, München. ISBN: 978-3-8316-4611-1.

**Schuh & Warschat 2013**

Schuh, G. & Warschat, J. (2013), *Potenziale einer Forschungsdisziplin Wirtschaftsingenieurwesen*, Herbert Utz Verlag GmbH, München. ISBN: 978-3-8316-4316-5.

**Schuldt & Friedemann**

Schuldt, J. & Friedemann, S. , „The challenges of gamification in the age of Industry 4.0: Focusing on man in future machine-driven working environments“ in *2017 IEEE Global Engineering Education 2017 Sao Paulo*, S. 1622–1630.

**Schumacher et al. 2019**

Schumacher, A.; Nemeth, T. & Sihn, W. (2019), „Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises“, *Procedia CIRP*, 79, S. 409–414.

<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>.

**Schumacher et al. 2016**

Schumacher, A.; Erol, S. & Sihn, W. (2016), „A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises“, *Procedia CIRP*, 52(4), S. 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>.

**Sonenschein 2010**

Sonenschein, S. (2010), „We're Changing—Or Are We? Untangling the Role of Progressive, Regressive, and Stability Narratives During Strategic Change Implementation“, *Academy of Management Journal*, 53(3), S. 477–512.

<https://doi.org/10.5465/amj.2010.51467638>.

**Sorko et al. 2020**

Sorko, S. R.; Trattner, C. & Komar, J. (2020), „Implementing AR/MR – Learning

factories as protected learning space to rise the acceptance for Mixed and Augmented Reality devices in production“, *Procedia Manufacturing*, 45, S. 367–372. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.037>.

#### Spath et al. 2013

Spath, D.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämerle, M.; Krause, T. & Schlund, S. (2013), *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*, Fraunhofer-Verlag, Stuttgart. ISBN: 978-3-8396-0570-7.

#### Staufen AG 2019

Staufen AG (2019), *German Industry 4.0 Index 2019. A study from Staufen AG and Staufen Digital Neonex GmbH*. <https://www.staufen.ag/fileadmin/HQ/02-Company/05-Media/2-Studies/STAUFEN.-Studie-Industrie-4-0-index-2019-de.pdf> [18.12.2022].

#### Sterrer 2014

Sterrer, C. (2014), *Das Geheimnis erfolgreicher Projekte*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-04796-2.

#### Stolzenberg & Heberle 2013

Stolzenberg, K. & Heberle, K. (2013), *Change Management*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-642-30105-6.

#### Streich 2016

Streich, R. K. (2016), *Fit for Leadership*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-12180-8.

#### Stricker, N. 2016

Stricker, N. (2016), *Robustheit verketteter Produktionssysteme. Robustheitsevaluation und Selektion des Kennzahlensystems der Robustheit*. Dissertation, Shaker Verlag, Aachen.

#### Ströhlein et al. 2023

Ströhlein, K.; Kandler, M.; Ast, J.; Nyhuis, P.; Lanza, G. & Nieken, P. (2023), „Führung 2030“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 118(6), S. 417–423. <https://doi.org/10.1515/zwf-2023-1081>.

#### Suzuki 1994

Suzuki, K. (1994), *New Shop Floor Management. Empowering People for Continuous Improvement*, Hanser, München. ISBN: 3446176071.

**Torres et al. 2020**

Torres, D.; Pimentel, C. & Duarte, S. (2020), „Shop floor management system in the context of smart manufacturing: a case study“, *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), S. 823–848. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2017-0151>.

**Ullrich et al. 2015**

Ullrich, A.; Vladova, G.; Thim, C. & Gronau, N. (2015), „Akzeptanz und Wandlungsfähigkeit im Zeichen der Industrie 4.0“, *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52(5), S. 769–789. <https://doi.org/10.1365/s40702-015-0167-8>.

**Ulrich et al. 1984**

Ulrich, H.; Dyllick, T. & Probst, G. (1984), *Management*, P. Haupt, Bern. ISBN: 9783258034461.

**Ulrich & Hill 1976**

Ulrich, P. & Hill, W. (1976), „Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre“, *Wirtschaftswissenschaftliches Studium : Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt*, 5(7+8), S. 304–309.

**Womack & Jones 2002**

Womack, J. P. & Jones, D. T. (2002), „From Lean Production to the Lean Enterprise“ in *Managing innovation and change*, Hrsg. J. Henry & D. Mayle, The Open University Business School; SAGE, London.

**Woodall 1996**

Woodall, J. (1996), „Managing culture change: can it ever be ethical?“, *Personnel Review*, 25(6), S. 26–40. <https://doi.org/10.1108/00483489610148518>.

**Wu 2012**

Wu, P. (2012), „A Mixed Methods Approach to Technology Acceptance Research“, *Journal of the Association for Information Systems*, 13(3), S. 172–187. <https://doi.org/10.17705/1jais.00287>.

**Zettl et al. 2020**

Zettl, A.; Seewald, B. & Trübwetter, A. (Hrsg.) (2020), *Value-Based Organizational Culture – Understanding Change Processes as a Dance*.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Zielsetzung des Vorhabens	5
Abbildung 1-2: Aufbau des Vorhabens	8
Abbildung 2-1: Ziele des Shopfloor Managements	10
Abbildung 2-2: Elemente des Shopfloor Managements	13
Abbildung 2-3: Schematische Darstellung einer Shopfloor Management Kaskade	21
Abbildung 2-4: Potentiale der Digitalisierung des Shopfloor Managements	25
Abbildung 2-5: Sozio-technisches Systemverständnis in der Produktion, in Anlehnung an (Kopp et al. 2019)	28
Abbildung 2-6: Akzeptanz im sozio-technischen System, in Anlehnung an (Abel et al. 2019)	30
Abbildung 2-7: Change Management Prozess (Lauer 2019).	32
Abbildung 2-8: 3-Phasen Modell von Lewin, in Anlehnung an (Lewin 1951)	33
Abbildung 2-9: Konkretisierungen des 3-Phasen Modells von Lewin	36
Abbildung 2-10: Beispielhafte Puls-Befragung am Beispiel „Organisation und Leitung“ zur Arbeitszufriedenheit. In Anlehnung an (Neuberger & Allerbeck 1997).	40
Abbildung 2-11: Faktoren zur Messung der Arbeitszufriedenheit und beispielhafte Items für den Faktor „Meine Kollegen“ (Neuberger & Allerbeck 1997)	42
Abbildung 2-12: Beispielhafte Erfassung des Faktors „Organisation du Leitung“ der Arbeitszufriedenheit über einen längeren Zeitraum	43
Abbildung 2-13: Verschiedene Konzepte von Reifegradmodellen (eigene Darstellung)	45
Abbildung 3-1: Überblick über die Anforderungen an ein menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management	47
Abbildung 3-2: Übersicht über zentrale Forschungsarbeiten	60
Abbildung 3-3: Forschungsleitende Fragestellungen des Dissertationsvorhaben	61
Abbildung 4-1: Übersicht der entwickelten Methodik	62
Abbildung 4-2 Modulares Digitales Shopfloor Management Modell	66

Abbildung 4-3 Reifegradstufen und deren Kurzbeschreibung des digitalen Shopfloor Management Modell	71
Abbildung 4-4 Voraussetzende Beziehung zwischen zwei DSFM-Elementen	73
Abbildung 4-5 Übersicht über die Prinzipien des Lean Leaderships	74
Abbildung 4-6 Zusammenhang zwischen den Lean Leadership Prinzipien und den Zieldimensionen des Shopfloor Managements	78
Abbildung 4-7: Bewertung des Einflusses auf Zieldimensionen des SFM	79
Abbildung 4-8 Übersicht über die im DSFM-Modell enthaltenen DSFM-Elemente	81
Abbildung 4-9: Übersicht über die DSFM-Elemente am Beispiel „Shopfloor Board“, Seite 1	83
Abbildung 4-10: Umsetzungsgrad der DSFM-Elemente am Beispiel „Shopfloor Board“, Seite 2	83
Abbildung 4-11 Überblick über das Zielsystem der Akzeptanz, in Anlehnung an (Kandler et al. 2022b)	87
Abbildung 4-12 Neun-Punkte-Skala nach Saaty (Saaty 2008)	93
Abbildung 4-13 Gewichtete Regel- und Stellgrößen der DSFM-Akzeptanz	94
Abbildung 4-14 Ergebnis des AHP	94
Abbildung 4-15 Relevante Akzeptanzfaktoren für das DSFM-Element „Shopfloor Board“	95
Abbildung 4-16 Übersicht über die im Akzeptanzmodell enthaltenen Maßnahmen	96
Abbildung 4-17 Steckbrief einer Akzeptanzmaßnahme	97
Abbildung 4-18 Bewertung von Akzeptanzmaßnahmen zur Optimierung der Akzeptanzfaktoren	98
Abbildung 4-19 Beispielhafter Item-Katalog zur Erfassung des Akzeptanzfaktors Partizipation	100
Abbildung 4-20 Darstellung der Umfrageergebnisse	101
Abbildung 4-21 Die Phasen des menschzentrierten Implementierungsvorgehen	102
Abbildung 4-22 Vorgehen zur Entwicklung des DSFM-Reifegrad-Assessment	104
Abbildung 4-23 Aufbau des Reifegrad-Assessment (A_Schröttle 2022))	105

Abbildung 4-24 Reifegradkriterien der DSFM-Kategorie Daten	106
Abbildung 4-25 Beispielhaftes Ergebnis des Reifegrad-Assessments (A_Schrötle 2022))	107
Abbildung 4-26 Ziel und Ablauf der Situations- und Potentialanalyse	108
Abbildung 4-27 Beschreibung der Umsetzungsgrade im DSFM-Modell am Beispiel des DSFM-Elements Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	109
Abbildung 4-28 Vorgehen zur Bestimmung der Umsetzungsgrade einzelner DSFM-Elemente innerhalb der Situations- und Potentialanalyse	111
Abbildung 4-29 Bestimmung des Umsetzungsgrad einer DSFM-Kategorie	111
Abbildung 4-30: Überblick über die Implementierungsstrategien	114
Abbildung 4-31: Schematisches Vorgehen zur Entwicklung der Step-By-Step Strategie	115
Abbildung 4-32 Schematisches Vorgehen der Fast-Mover Strategie	116
Abbildung 4-33 Prinzip der Fast-Mover Strategie	118
Abbildung 4-34 Schematisches Vorgehen zur Entwicklung der Goal Strategie	119
Abbildung 4-35 Gewichtung Shopfloor Management Zielkriterien	120
Abbildung 4-36 Rangfolgebildung bei der Goal-Strategie mittels Nutzwertanalyse	121
Abbildung 4-37 Beispielhafte technologische Implementierungsreihenfolge der Sartorius SE	122
Abbildung 4-38 Angenommende Umsetzungsdauer für die Realisierung von DSFM-Elementen in Abhängigkeit von Reifegrad und Umsetzungsgrad	123
Abbildung 4-39 Vorgehen zur Herleitung der menschzentrierten Implementierungsreihenfolge	124
Abbildung 4-40 Schematisches Vorgehen zur Bestimmung passender Akzeptanzmaßnahmen	126
Abbildung 4-41 Beispielhafte menschzentrierte Implementierungsreihenfolge	127
Abbildung 4-42: Kompetenzanforderungen an Mitarbeitende und Führungskräfte in einer digitalisierten Arbeitswelt in Anlehnung an (Lanza et al. 2022)	129
Abbildung 4-43: Werte einer wertebasierten Unternehmenskultur	134

Abbildung 4-44: Überblick über Themen und Methoden des Kompetenzentwicklungsprogramms für das Digitale Shopfloor Management	135
Abbildung 4-45: Überblick über die entwickelten Schulungsinhalte (Tag 1)	136
Abbildung 4-46: Überblick über die entwickelten Schulungsinhalte (Tag 2)	137
Abbildung 4-47: Vermittelte Kompetenzen innerhalb der Lernphasen des Kompetenzentwicklungsprogramms	139
Abbildung 5-1 Technologische Implementierungsreihenfolge der Sartorius SE als Basis für die Anwendung des Akzeptanzmodells	141
Abbildung 5-2 Auswahl geeigneter Akzeptanzmaßnahmen mittels der Akzeptanzfaktoren der DSFM-Elemente	142
Abbildung 5-3 Menschzentrierter Einführungsprozess bei der Sartorius SE und dargestellten Zeitpunkten der Puls-Checks	143
Abbildung 5-4 Ergebnisse der Puls-Checks zu den Akzeptanzfaktoren Kommunikation und Benutzerfreundlichkeit	144
Abbildung 5-5 Ergebnisse der Puls-Checks zu den Akzeptanzfaktoren Datentransparenz und Shopfoor Transparenz	145
Abbildung 5-6 Ergebnis Reifegrad-Assessment Vision Digitales Shopfloor Management	149
Abbildung 5-7 Ergebnis Reifegrad-Assessment Reifegraddarstellung Digitales Shopfloor Management	150
Abbildung 5-8 Darstellung der Umsetzungsgrade innerhalb der DSFM-Kategorie Datenaufnahme	151
Abbildung 5-9 Darstellung der DSFM-Kategorien entsprechend ihrer Reifegrade und dem durchschnittlichen Umsetzungsgrad (UG) zugehöriger DSFM-Elemente	153
Abbildung 5-10 Rangfolge der DSFM-Elemente entsprechend der Step-By-Step Implementierungsstrategie	155
Abbildung 5-11 Korrigierte Rangfolge der Step-By-Step Implementierungsstrategie unter Berücksichtigung technischer Voraussetzungen	156
<i>Abbildung 5-12 Ergebnis technologische Implementierungsreihenfolge des Anwendungspartner</i>	158

Abbildung 5-13 Menschzentrierte DSFM-Implementierungsreihenfolge des Anwendungspartner	159
Abbildung 6-1 Erfüllungsgrad der an den Lösungsansatz gestellten Anforderungen	164

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Akzeptanzfaktoren und deren ermittelte Häufigkeit in der Literaturrecherche

86

## Liste eigener Veröffentlichungen

Kandler, M.; Seibert, C.; May, M. C.; Lanza, G. (2023), „Human-centered Digital Shopfloor Management Implementation and Acceptance Model“, *Procedia CIRP*, 120, 1321 – 1326. doi:10.1016/j.procir.2023.09.170

Kandler, M.; Dierolf, L.; Bender, M.; Schäfer, L.; May, M. C. & Lanza, G. (2022), „Shopfloor Management Acceptance in Global Manufacturing“, *Procedia CIRP*, 115, S. 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.10.072>.

Kandler, M.; Gabriel, P.; Schröttle, V.; May, M. C. & Lanza, G. (2022), Modular, Digital Shopfloor Management Model – A Maturity Assessment For A Human-Oriented Transformation Process, Hannover : publish-Ing.

Kandler, M.; Ströhlein, K.; Gorny, P. M.; Riedinger, S.; Lanza, G. & Nieken, P. (2022), „Human-Oriented Design of Andon-Boards 4.0 – Promoting Decentralized Decisions on the Shopfloor and Acceptance by Employees“, *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4071933>.

Kandler, M.; Kieback, F.; Voigt, J. & Lanza, G. (2022), „Entwicklung eines modularen, digitalen Shopfloor-Management Modells“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 117(3), S. 117–121. <https://doi.org/10.1515/zwf-2022-1026>.

Kandler, M.; May, M. C.; Kurtz, J.; Kuhnle, A. & Lanza, G. (2022), „Development of a Human-Centered Implementation Strategy for Industry 4.0 Exemplified by Digital Shopfloor Management“ in *Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems*. Proceedings of the 8th Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production Conference (CARV2021) and the 10th World Mass Customization & Personalization Conference (MCPC2021), Aalborg, Denmark, October/November 2021, Hrsg. A.-L. Andersen, R. Andersen, T. D. Brunoe, M. S. S. Larsen, K. Nielsen, A. Napoleone & S. Kjeldgaard, Springer International Publishing; Imprint Springer, Cham, S. 738–745.

Kandler, M.; Schwab, D.; Lutzi, O.; Hoben, M.; Kuhnle, A. & Lanza, G. (2021), „Shopfloor Management – Enabler dezentraler autonomer Montageteam“, Industrie 4.0 Management, 2021(03), S. 35–40.

Kandler, M.; Schäfer, L.; Gorny, P. M.; Ströhlein, K.; Lanza, G.; Nieken, P. (2021), “Learning Factory Labs as Field-in-the-Lab Environments – An Experimental Concept for Human-Centred Production Research”, Proceedings of the 11th Conference on Learning Factories (CLF)

Kandler, M.; Kurtz, J. J.; Stricker, N. & Lanza, G. (2020), „Digitales, agiles Management auf dem Shopfloor“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115(1-2), S. 23–26. <https://doi.org/10.3139/104.112241>.

Kandler, M.; Lanza, G.; Krahe, C. (2020), „Development of a Human-centered Industry 4.0 Philosophy“ in *New Developments in Sheet Metal Forming (NEBU 2020)*, Hrsg.: Liewald, Mathias, 123–135, Institute for Metal Forming Technology of University of Stuttgart

Dvorak, J.; Merforth, M.; Kandler, M.; Clever, F.; May, M. C.; Lanza, G. (2023.), “Assessment of the potential of gamification in manual assembly”, 13th Conference on Learning Factories (CLF 2023) Hrsg.: Hummel, Vera. doi:10.2139/ssrn.4471436

Beiner, S.; Kandler, M.; May, M. C.; Kinkel, S.; Lanza, G.; Richter, D. (2023), “Artificial Intelligence Implementation Strategy for Industrial Companies Using the AI Tool Box - A Morphology for Selecting Relevant AI Use Cases”, in. *Production Processes and Product Evolution in the Age of Disruption – Proceedings of the 9th Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production Conference (CARV2023) and the 11th World Mass Customization & Personalization Conference (MCPC2023)*, Bologna, Italy, June 2023, 763 – 773, Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-031-34821-1\_83

Dvorak, J.; Kandler, M.; Clever, F.; Mahanty, W.; Beiner, S.; Lanza, G.; Kinkel, S. (2022), „Der Mensch im Fokus : Integration von Assistenzsystemen entlang einer Montagelinie für Elektromotoren = Focus on People : Integration of Assistance Systems along an Assembly Line for Electric Motors“, ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 117 (6), 415–418. doi:10.1515/zwf-2022-1071

Bretz, L.; Klinkner, F.; Kandler, M.; Yang, S.; Lanza. G.; (2022), The ECO Maturity Model – A human-centered Industry 4.0 maturity model, Procedia CIRP, Volume 106, 90-95, ISSN 2212-8271, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.160>.

Kirchberger, M.; Heeger, M.; Altay, A.; Liebrecht, C.; Overbeck, L.; Kandler, M.; Lanza, G.; Voigt, C.; Franke, J. (2022), „Simulationsgestütztes Vorgehensmodell zur Realisierung einer Matrixfertigung : Planung, Bewertung und Digitaler Zwilling in der Elektronikindustrie bei der Siemens AG Karlsruhe“, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 117 (4), 224–228. doi:10.1515/zwf-2022-1037

Schäfer, L.; Ströhlein, K.; Kandler, M.; Hull, M.; Ast, J.; Lanza, G.; Nieken, P.; Ramsauer, C.; Nyhuis, P., (2022), „New Competences in a Digitalized Shopfloor – A Modular Training Concept for Learning Factories“, SSRN eLibrary, Art.-Nr. 4071822. doi:10.2139/ssrn.4071822

Ströhlein, K.; Gorny, P. M.; Kandler, M.; Schäfer, L.; Nieken, P.; Lanza, G. (2022), “Decision Experiments in the Learning Factory: A Proof of Concept”, Proceedings of the 12th Conference on Learning Factories (CLF 2022), Art.-Nr. 4072356, SSRN. doi:10.2139/ssrn.4072356

Steier, G.; Schäfer, L.; Moser, S.; Kandler, M.; Lanza, G. (2022), „Digitale Transformation in global produzierenden Unternehmen = Digital Transformation in global manufacturing companies“, WT Werkstattstechnik, 112 (5), 314–319. doi:10.37544/1436–4980–2022–5–44

Liebrecht, C.; Kandler, M.; Lang, M.; Schaumann, S.; Stricker, N.; Wuest, T.; Lanza, G. (2021), "Decision support for the implementation of Industry 4.0 methods: Toolbox, Assessment and Implementation Sequences for Industry 4.0",. Journal of manufacturing systems, 58, 412–430. doi:10.1016/j.jmsy.2020.12.008

Malessa, N.; Ast, J.; Kandler, M.; Ströhlein, K.; Nyhuis, P.; Lanza, G.; Nieken, P. (2020), „Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen: Entwicklung eines Leitbildes für Führung und Interaktion in der digitalisierten Arbeitswelt“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115 (7-8), 540–544. doi:10.3139/104.112374

# Anhang

## A.1 Übersicht über DSFM Elemente

**Datenaufnahme, Design und Klassifizierung**

1/2

**Beschreibung**

Mit Hilfe des DSFM-Elements „Datenaufnahme Design und Klassifizierung“ wird fest gelegt, wo welche Daten in der Produktion, im Unternehmen und in Prozessen aufgenommen werden, um diese im Rahmen des Shopfloor Managements zu visualisieren. Für eine ausreichend gute Datenqualität muss zusätzlich festgelegt werden, wie diese Daten aufgenommen werden. Hierzu gilt es zu bestimmen, ob diese automatisch, eventgetrieben oder manuell aufgenommen werden. Es sollte standardisiert werden, in welchen Intervallen oder zu welchen Zeitpunkten die Daten aufgenommen werden, damit eine einheitliche und verlässliche Datenaufnahme sichergestellt ist. Zusätzlich sollte definiert werden, mit Hilfe welcher Sensorik Daten aufgenommen werden können und mit welcher Frequenz sowie an welchen Stellen im Produktionsprozess. Es empfiehlt sich zudem Verantwortlichkeiten für die Datenaufnahme und Datenpflege zu bestimmen, sowie die Speicherorte der Daten zu definieren.

Soll ein digitales und echtzeitfähiges Shopfloor Management implementiert werden, so gelten andere Voraussetzungen an die aufzunehmenden Daten. Deshalb muss im Rahmen einer Shopfloor Einführung im Vorfeld definiert werden, welchen Anforderungen die Datenaufnahme gerecht werden muss.

Reifegradeinordnung des DSFM-Elements
Implementierungshinweise

analog
digitalisiert
digital/vernetzt
smart/autonom

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	
Prozessverbesserung	
Mitarbeiterentwicklung	

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

```

graph TD
    Akzeptanz --> ChangeReadiness
    Akzeptanz --> ErklaerbarkeitTransparenz
    Akzeptanz --> Benutzerfreundlichkeit
    Akzeptanz --> KulturKlima
    ChangeReadiness --> Kompetenz
    ChangeReadiness --> Kommunikation
    ChangeReadiness --> ShopfloorTransparenz
    ChangeReadiness --> Nutzerzentrierung
    ChangeReadiness --> Team
    ErklaerbarkeitTransparenz --> Kompetenz
    ErklaerbarkeitTransparenz --> Kommunikation
    ErklaerbarkeitTransparenz --> ShopfloorTransparenz
    ErklaerbarkeitTransparenz --> Nutzerzentrierung
    ErklaerbarkeitTransparenz --> Team
    Benutzerfreundlichkeit --> ShopfloorTransparenz
    Benutzerfreundlichkeit --> Nutzerzentrierung
    Benutzerfreundlichkeit --> Team
    KulturKlima --> Nutzerzentrierung
    KulturKlima --> Team
    
```

Karlsruher Institut für Technologie

Technische Voraussetzungen
Maßnahmen & Problemlösung

Das DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
 Daten

IT-Enabler
 Kennzahlen

Ressourcensteuerung
 ✓

Meetings & Wissens-austausch

**Datenaufnahme, Design und Klassifizierung**

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	E ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden und wie diese manuell eingesetzt werden.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.		
25%	Der Einsatz von Datenaufnahme, Design und Klassifizierung ist geplant, jedoch müssen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden Voraussetzungen, wie geeignete Mittel zur Aufnahme und Archivierung der Daten geschaffen und Kategorien für die Daten festgelegt.			
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von Datenaufnahme, Design und Klassifizierung ist definiert und es finden erste Anwendungen auf dem Shopfloor statt. Die Übergangsphase, in der Daten sowohl noch unterschieden als auch detailliert und in definierten Kategorien aufgenommen werden, beginnt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.		
75%	Datenaufnahme, Design und Klassifizierung wird fachspezifisch auf dem Shopfloor eingesetzt, solass produktionseigene Daten in definierten Orten in standardisierter Weise aufgenommen und in sinnvollen Kategorien eingetragen werden.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digital/vernetzten Shopfloor Management.		
100%	Optimaler Einsatz von Datenaufnahme, Design und Klassifizierung. Die Auswahl von produktionsrelevanten Daten zur Aufnahme sowie die Intervalle der Datenaufnahme werden optimiert. Die Datenkategorien werden ggf. erweitert oder reduziert.		Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.	

Karlsruher Institut für Technologie

## Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten

1/2

### Beschreibung

Voraussetzung für ein erfolgreiches Shopfloor Management, unabhängig des Reifegrades, sind verlässliche Daten. Hierunter fallen Daten von Produktionsprozessen, administrativen Prozessen, Produktionsanlagen und Werkzeugen. Je nachdem welche Kennzahlen und Informationen im Rahmen des Shopfloor Management bereitgestellt werden sollen, müssen diese Daten erfasst und aufbereitet werden. Zu den gängigen Prozessdaten gehören die Durchlaufzeit, Ausschussraten, Prozesszeiten, Fehlerraten, Liefertermine und deren Einhaltung. Gängige Anlagendaten sind die Gesamtanlageneffektivität, Rüstzeiten, Bearbeitungszeiten, Qualitätsdaten und Toleranzen. Hinsichtlich Werkzeugdaten sind häufige Daten, der Abrieb, die Toleranz, die Geschwindigkeit, die Temperatur und der Verschleiß. Aufgrund der vielen möglichen Datengüten, muss überlegt werden, welche Daten gesammelt werden müssen und in welcher Art und Weise die Datenerfassung stattfindet. Nachdem die Daten aufgenommen wurden, sind diese zu bereinigen und an definierten Orten abzulegen und zu aussagekräftigen Kennzahlen aufzubereiten. Ab dem digitalen Reifegrad stehen Daten in nahezu Echtzeit zur Verfügung und können dem gesamten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden. Alle Daten werden in einer fest definierten maximalen kurzen Zeitspanne aktualisiert. In welchen Zeitabständen die Aktualisierung erfolgt ist von den Unternehmen und dessen Produktionsprozessen abhängig.

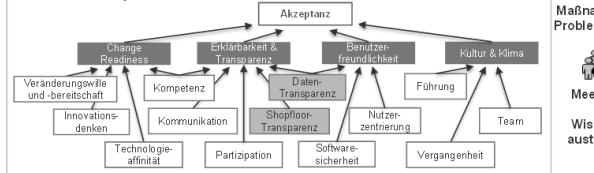
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcen-steuerung



Meetings



Wissens-austausch



**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie

## Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Die Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten werden manuell und standardisiert von verantwortlichen Mitarbeitenden erfasst. Diese Mitarbeitenden kennen die Relevanz einer guten Datenqualität und tragen hierfür sorgfältig.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die manuelle Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorberitung und Einführung erarbeitet werden. Hierzu zählen Vorbereitung von Formularen, Strukturen und die Definition einer Erfassungstechnik sowie die Bestimmung von Verantwortlichen wie z.B. Meister, Teamleiter und Abteilungsleiter zur Erfassung der Daten.	Die digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorberitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden Tools zur Digitalisierung der erfassenden Prozesse, Anlagen- und Werkzeugdaten eingesetzt. Hierzu zählen standardisierte Exceltabellen oder erste Datenbanken, in denen die erneuellen Daten strukturiert abgelegt werden.	Die digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten wird standardisiert digital mit Hilfe von Sensorik oder der Betriebsdatenerfassung erfasst. Verantwortliche Mitarbeitende überprüfen in regelmäßigen Abständen die Datenaufnahme, für die hohe Datenqualität.	Die Daten für das smarte/autonome DSFM werden standardisiert, automatisch und in nahezu Echtzeit digital erfasst. Die Daten werden zentral zur Verfügung gestellt, damit alle Bereiche und DSFM-Elemente auf die Daten zugreifen können.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung und Erfassung der erneulen Datenbestellung ist definiert. Erste Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten werden auf dem Shopfloor manuell durch verantwortliche erfasst.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der digitalisierten Datenverarbeitung ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten analog erfassten Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten digital in Datenverarbeitungsprogrammen oder Datenbanken archiviert werden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der digitalisierten Datenverarbeitung ist definiert und die erforderlichen digitalen Voraussetzungen (z.B. Sensoren, RFID-Tags) sind validiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten automatisch oder eventuell mithilfe Software, Gateways oder der Betriebsdatenerfassung erfasst werden.	Es werden Standards definiert, nach welchen die Daten automatisch und in nahezu Echtzeit aufgenommen werden sollen. Zudem wird für die Daten definiert, in welcher Frequenz sie geerfasst werden. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten automatisch mithilfe Sensoren, Gateways oder der Betriebsdatenerfassung erfasst werden.
75%	Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten werden flächendeckend manuell auf dem Shopfloor durch verantwortliche erfasst und stehen den Unternehmen zur Verfügung. Hierbei erfolgt die Erfassung weitgehend manuell aus dem System heraus. Der Nutzer kann wieder Standard genutzt wird, um eine vergleichbare Datenbasis von Zeitintervall zu Zeitintervall zu bestitzen.	Erste manuelle Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten werden flächendeckend digitalisiert und stehen dem Unternehmen in digitaler Form in Datenverarbeitungsprogrammen bzw. Datenbanken zur Verfügung. Die Daten werden in manuel aus dem System aus oder anderen Produktionssoftware manuell gezogen und werden digital im Unternehmen zu Verfügung gestellt. Verventilung von z.B. Excel-Makros.	Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten werden automatisch und in definierten Intervallen flächendeckend erfasst und stehen dem Unternehmen in digitaler Form in Datenverarbeitungsprogrammen bzw. Datenbanken zur Verfügung. Die Daten werden automatisch oder ereignisbasiert in Datenverarbeitungsprogramme zu archivieren. Optimalerweise wird die Software darauf zugreifen kann.	Optimale digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten in Echtzeit. Die automatischen Methoden zur Datenerfassung sind so konfiguriert, dass sie mit bestehenden MES- und ERP-Systemen sowie Sensoren zur Datenaufnahme in Prozessen, Anlagen und Werkzeugen sind mit einer zentralen Datenbank verbunden. Daten werden zentral bereitgestellt.
100%	Optimale manuelle Erfassung von aktuellen Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten unter Einhaltung der definierten Reihenfolge. Die erfassenden Daten werden bereits erste Daten systematisch erfasst und deren Richtigkeit kann nachvollzogen werden. Es sind bereits erste Prozesse zur digitalisierten bzw. digitalen Erfassung eingerichtet.	Optimale Erfassung und Digitalisierung von aktuellen Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten. Bei Bedarf werden erneute oder erfasste Daten gelöscht. Es werden erste verarbeitete Daten automatisch ergänzt, um Daten automatisch oder ereignisbasiert in Datenverarbeitungsprogramme zu archivieren. Verventilung von z.B. Excel-Makros.	Optimale digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten in Echtzeit. Die automatischen Methoden zur Datenerfassung sind so konfiguriert, dass sie mit bestehenden MES- und ERP-Systemen sowie Sensoren zur Datenaufnahme in Prozessen, Anlagen und Werkzeugen sind mit einer zentralen Datenbank verbunden. Daten werden zentral bereitgestellt.	Optimale digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten in Echtzeit. Die automatischen Methoden zur Datenerfassung sind so konfiguriert, dass sie mit bestehenden MES- und ERP-Systemen sowie Sensoren zur Datenaufnahme in Prozessen, Anlagen und Werkzeugen sind mit einer zentralen Datenbank verbunden. Daten werden zentral bereitgestellt.

## Wearables und mobile Endgeräte

1/2

### Beschreibung

Wearables ist eine Technologie, welche von Menschen häufig während des Sport genutzt werden. Diese können auch in der Produktion genutzt werden, um Daten durch Mitarbeitende aufzunehmen, bspw. durch Smartwatches oder Sensoren. Diese tragen Mitarbeitende am Körper, um somit deren Bewegungsabläufe und Laufwege im Unternehmen als auch Prozessdaten zu erfassen. Auch Müdigkeit und Herzschlag können betrachtet werden, um daraus Rückschlüsse auf die Gesundheit der Mitarbeiter zu ziehen. Die Wearables können mit Hilfe geeigneter Apps aber auch zur Kommunikation zwischen Mitarbeitenden genutzt werden, oder manuell erfasste Daten an eine Datenbank übertragen. Mobil Apps, wie zum Beispiel MS Teams oder von Anbietern Digitaler Shopfloor Management Systeme auf den mobilen Endgeräten (z.B. Smartphones, I-Pads) der Mitarbeitenden werden zur Datenaufnahme genutzt. So können Bilder, Videos, Sprach- oder Textnachrichten, die relevante Informationen und Daten enthalten, direkt in digitalen Datenverarbeitungssystemen, Digitalen Shopfloor Management Operationssystemen oder Datenbanken gespeichert werden und so jedem im Unternehmen zur Verfügung gestellt werden. Die Datenaufnahme mittels mobiler Endgeräte ermöglicht somit eine vereinfachte Datenaufnahme und kann insbesondere auch das digitalisierte Shopfloor Management unterstützen.

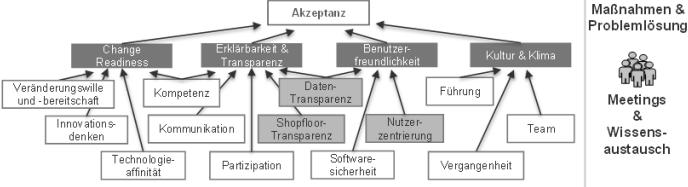
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Wearables und mobile Endgeräte

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden und wie diese manuell erfasst werden.	E ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digitalisiertes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elem ents ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	E ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digitalisiertes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elem ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	Das DSFM-Elem wird bisher nicht umgesetzt.	Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein smart/autonomes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elem ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.
Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.			Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
0%				
25%				
50%				
75%				
100%				



## Zentrale Verfügbarkeit von Daten

1/2

**Beschreibung**

Unter zentraler Verfügbarkeit von Daten wird eine Datenbank oder ähnliches Speichermedium verstanden, in welchem Daten zentral gespeichert werden. Hierbei werden somit Produktions-, Prozess-, Anlagen-, Werkzeugdaten und sonstige Daten zentral gesammelt und mittels eindeutiger Identifikation sortiert. Teilweise kann es sinnvoll sein, Daten unterschiedlicher Produktionsstandorte zentral in einer Datenquelle, beispielsweise einem Server, zu sammeln und allen Produktionsstandorten zur Verfügung zu stellen. Somit können Führungskräfte und Mitarbeitende einheitliche, standortübergreifende Daten von jedem Shopfloor des Unternehmens nutzen und analysieren.


  
Karlsruher Institut für Technologie

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**



**Implementierungshinweise**

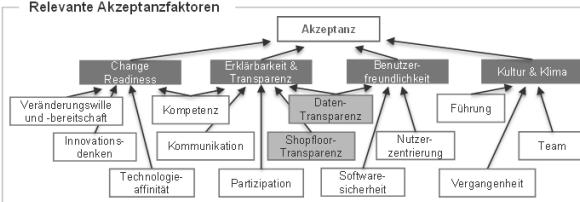
**Technische Voraussetzungen**

- Datenaufnahme Design und Klassifizierung
- „Digitalisierte“ Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitale ERP-Anbindung
- MES-Anbindung
- „Digital/vernetzte“ eindeutige und sichere Identitätsnachweise
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke
- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom

**Relevante Akzeptanzfaktoren**



**Maßnahmen & Problemlösung**

- Meetings & Wissensaustausch

---

## Zentrale Verfügbarkeit von Daten

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Die Daten für das analoge Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Die Daten für das digitalisierte Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digital-vernetztes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elementes ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	Die Daten für das smart/autonome Shopfloor Management werden zentral verwaltet. Um einen smart/autonomen Reifegrad des DSFM müssen die Daten zentral zu Verfügung gestellt werden und die Systeme müssen überheitlich darauf zu greifen können.
25%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.		
50%				
75%				
100%				

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Die Daten für das analoge Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Die Daten für das digitalisierte Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digital-vernetztes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elementes ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	Die Daten für das smart/autonome Shopfloor Management werden zentral verwaltet. Um einen smart/autonomen Reifegrad des DSFM müssen die Daten zentral zu Verfügung gestellt werden und die Systeme müssen überheitlich darauf zu greifen können.
25%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.		
50%				
75%				
100%				

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Die Daten für das analoge Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Die Daten für das digitalisierte Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digital-vernetztes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elementes ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	Die Daten für das smart/autonome Shopfloor Management werden zentral verwaltet. Um einen smart/autonomen Reifegrad des DSFM müssen die Daten zentral zu Verfügung gestellt werden und die Systeme müssen überheitlich darauf zu greifen können.
25%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.		
50%				
75%				
100%				

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Die Daten für das analoge Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Die Daten für das digitalisierte Shopfloor Management werden dezentrale verwaltet. Es gibt mehrere Datenquellen.	Es ist standardisiert beschrieben, wie Daten im Unternehmen aufgenommen werden, dass diese ein digital-vernetztes DSFM ermöglichen. Die Umsetzung des DSFM-Elementes ändert sich aufgrund des Reifegrades nicht.	Die Daten für das smart/autonome Shopfloor Management werden zentral verwaltet. Um einen smart/autonomen Reifegrad des DSFM müssen die Daten zentral zu Verfügung gestellt werden und die Systeme müssen überheitlich darauf zu greifen können.
25%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.		
50%				
75%				
100%				

## Data Mining

1/2

### Beschreibung

Große Datenmengen werden mittels Data Mining durch eine KI ausgewertet. Die KI sucht im Datensatz zielführende Daten, um Kennzahlen zu erstellen, sowie nach Mustern und Trends, die für die Beschreibung der Kennzahlen genutzt werden können. Data Mining kommt im Kontext der Analyse von großen Datenmengen (Big Data) zum Einsatz. Hierbei wird Wissen aus bereits vorhandenen Daten extrahiert und dem Unternehmen zur Verfügung gestellt.



Karlsruher Institut für Technologie



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung



Maßnahmen &amp; Problemlösung

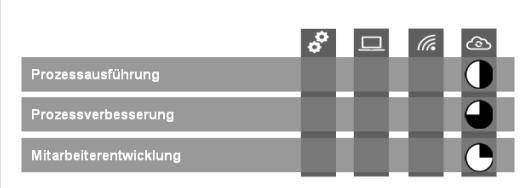


Meetings &amp; Wissensaustausch

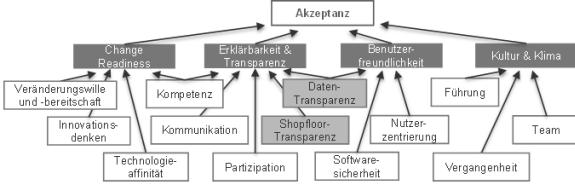
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Data Mining

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Es fehlen durchgängige, digitale Daten zur Anwendung von Data Mining.	Es fehlen durchgängige, digitale Daten zur Anwendung von Data Mining.	Es werden erste Versuche mit Data Mining gemacht, um Shopfloor Management Daten aus Prozessdaten automatisiert zu selektieren.	Die Daten für das smart/autonome Shopfloor Management werden zentral verwaltet. Für einen smart/autonomen Reifegrad des DSFM müssen die Daten zentral zu Verfügung gestellt werden und die Systeme müssen dauerhaft darauf zugreifen können.	
Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digital/vernetzten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	
0%				
25%				Die zentrale Verfügbarkeit von Daten über verschiedene Shopfloors hinweg ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen (z.B. Server, Datenbanken) geschaffen.
50%				Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von Data Mining ist definiert und die erforderlichen digitalen Voraussetzungen validiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Datensätze mithilfe der KI ausgewertet werden.
75%				Data Mining und die zugehörige KI sind vollständig im Einsatz auf dem Shopfloor. Es werden automatisch Kennzahlen basierend auf Big Data erstellt sowie Trends identifiziert. Kennzahlen und extrahierte Informationen stehen dem Unternehmen zur Verfügung.
100%				Optimale Anwendung von Data Mining auf dem Shopfloor. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die Ergebnisse der Big-Data-Analyse geschaffen und die KI um weitere Funktionalitäten erweitert.

## Business Intelligence

1/2

### Beschreibung

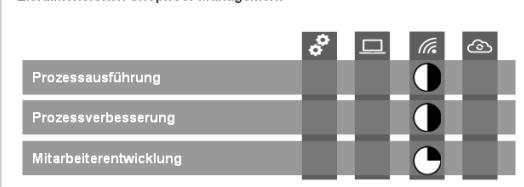
Business Intelligence (BI) Lösungen verarbeiten automatisch die relevanten Daten, die auf dem Shopfloor aufgenommen werden, zu interaktiven Kennzahlen und visualisiert diese auf Dashboards oder Bildschirmen. Hierzu greift ein BI-System auf eine zentrale Datenbank zu und bereitet mittels Rechenoptionen und Algorithmen die Daten automatisch auf. Diese werden dann anschließend in Kennzahlen überführt und visualisiert. Zur Visualisierung stehen meistens vielfältige Grafiken und Diagrammarten zu Verfügung. Die Programmierung der BI-Diagramme erfolgt häufig per Drag&Drop, Pivot-Tabellen und einfachen Filterfunktionen. Für aufwändige Diagramme oder Sonderfälle bieten viele BI-Lösungen auch Statistikfunktionen an. Voraussetzung zur Nutzung von BI-Lösungen sind eine zentrale und gut strukturierte Datenbank.

Aufgrund der Rechenoperationen und Filterfunktionen, welche unmittelbar in der BI-Software durchgeführt werden, können so interaktive Kennzahlen diagramme erstellt werden, welche mit relativ kurzen Latenzzeiten entsprechend der eingestellten Filterfunktionen aktualisiert werden. Durch Mausklick werden, je nach Einstellung, die Rechenoperationen neu ausgeführt, weswegen ein Trade-Off zwischen Aktualisierung und durchzuführenden Rechenoperationen gefunden werden muss.

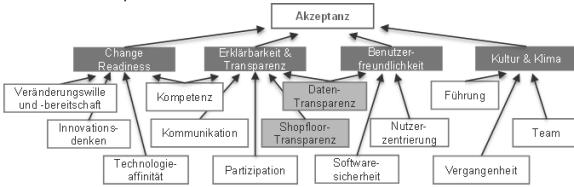
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Business Intelligence

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management entstehen BI-Lösungen, aufgrund der nicht vorhandenen digitalen Daten, nicht sinnvoll genutzt werden.	Im digitalisierten Shopfloor Management entstehen BI-Lösungen, aufgrund der nicht vorhandenen digitalen Daten, nicht sinnvoll genutzt werden.	Mittels BI-Lösungen werden die digitalen Daten in interaktiven Dashboards visualisiert. Durch bedienbare Bildschirme und Datenfilter entstehen interaktive Kennzahlen, welche sich in kurzer Zeit aufgrund von zuvor definierten Regeln entsprechend anpassen.	Mittels BI-Lösungen werden die digitalen Daten in interaktiven Dashboards visualisiert. Durch bedienbare Bildschirme und Datenfilter entstehen interaktive Kennzahlen, welche sich in kurzer Zeit aufgrund von zuvor definierten Regeln entsprechend anpassen.
25%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
50%			Der Einsatz von Business Intelligence-Lösungen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen, wie eine zentrale Datenbank und eine standardisierte Aufnahme digitaler Daten geschaffen. Für zu visualisierende Kennzahlen werden notwendige Rechenoptionen oder Filterkriterien definiert.	
75%			Ein Business Intelligence System ist eingeschleift und der Umgang wird geübt. Zudem werden notwendige Schnittstellen zwischen BI-Lösung und Datenbank sowie Shopfloor Bereiche geschaffen. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Produktionsdaten automatisch verarbeitet und in Form von Kennzahlen auf dem Shopfloor visualisiert werden.	
100%			Business Intelligence-Lösungen werden flächendeckend eingesetzt. Die Kennzahlen passen sich mit Hilfe von Filter und Schaltflächen an die zu betrachtenden Shopfloor Bereiche und Anwendungsklassen an, wodurch ein digitales Front-Office und interaktive Kennzahlen geschaffen sind. Die MitarbeiterInnen sind darin geschult die BI-Lösungen zu bedienen.	Optimaler Einsatz von Business Intelligence-Lösungen. Im Unternehmen gibt es mehrere Experten, welche die Darstellung der Kennzahlen an den BI-Systemen umsetzen können. Führungsräte und Shopfloor Management MitarbeiterInnen sind sicher in der Bedienung der BI-Systeme und können bei Bedarf eigenständig die Darstellung von Kennzahlen ändern.



Karlsruher Institut für Technologie

## Cyberschutz von gespeicherten Daten

1/2



### Beschreibung

Cyberschutz gespeicherter Daten beschreibt die Sicherstellung des Datenschutzes innerhalb des Unternehmens. Es wird sichergestellt, dass interne Daten wie Produktion- oder Personaldaten nicht von Unbefugten eingesesehen werden können. Hierfür werden beschränkte Zugriffsrechte und Schulungen der Mitarbeiter im Umgang mit Daten verwendet, damit der Datenschutz gewährleistet wird. Bei der Darstellung bzw. Erfassung personenbezogener Daten muss die DSGVO berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind bei der Nutzung von digitalen Shopfloor Management Systemen in Kombination mit mobilen Endgeräten sind ggf. spezielle Firewalls sowie eine 2-Faktor Authentifizierung zu nutzen. Aufgrund der zunehmenden drohenden Gefahren der Cyberkriminalität empfiehlt es sich den Zugriff auf Digitale Shopfloor Boards mittels Zugriffsrechten zu beschränken. Darüber hinaus sollte auf den Bildschirmen auch die Verwendung gewisser Dienste und Programme beschränkt werden. Hierzu eignen sich eingeschränkte Administratorrechte sowie die Verwendung von Nutzerprofilen. Über die Nutzerprofile kann zudem gesteuert werden, wer Veränderungen an angezeigten Kennzahlen oder Dienstprogrammen des Shopfloor Managements vornehmen darf. Durch regelmäßige Updates, Firewalls und Schutzprogramme zur Detektion schadhafter Software wird sichergestellt, dass keine Dritten auf Daten zugreifen können.

### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung



Maßnahmen &amp; Problemlösung

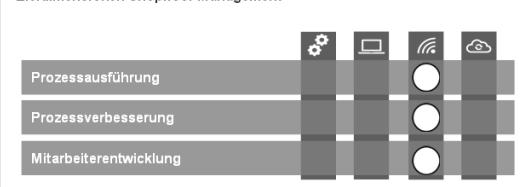


Meetings &amp; Wissensaustausch

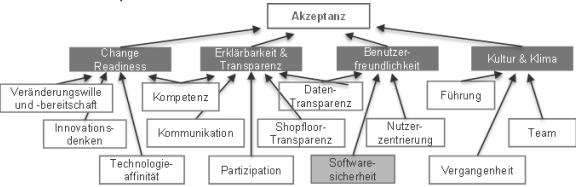
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Cyberschutz von gespeicherten Daten

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrade (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merkmal je RG	Im analogen Shopfloor Management gilt es keine Maßnahmen im Cyberschutz zu berücksichtigen. Allerdings sollten personenbezogene Daten vor unerlaubtem Zugriff geschützt werden.	Im digitalisierten Shopfloor Management werden die digitalisierten Daten in der Regel ausreichend durch die vorhandenen Firewalls und Zugriffsbeschränkungen geschützt.	Aufgrund der digitalen und mit einander vernetzten Systeme müssen spezielle Schutzmaßnahmen vor Cyberangriffen realisiert werden.	Aufgrund der digitalen und mit einander vernetzten Systemen müssen spezielle Schutzmaßnahmen vor Cyberangriffen realisiert werden.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%				
50%				
75%				
100%				

## Eindeutige & sichere Identitätsnachweise

1/2

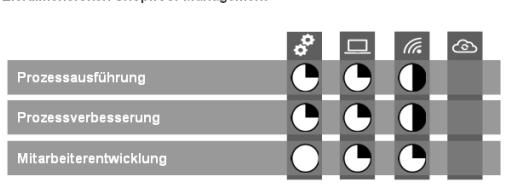
### Beschreibung

Für jede Ressource (Maschinen, Material, Prozesse und Produkte) in der Produktion werden eindeutige und sichere Identitätsnachweise auf dem Shopfloor angelegt. Dabei wird Objekten eine einmalige Kennung zugewiesen, die es von anderen Objekten unterscheidbar macht. In der analogen und digitalisierten Stufe sind dies meist Seriennummern auf Papier oder Aufträgen. Allerdings ist hierdurch ein Vertauschen nicht ausgeschlossen, weswegen in der digitalen Ausbaustufe der Identitätsnachweis mittels RFID-Tags oder QR-Codes an den Objekten oder Werkstatttagern angebracht wird, um es im späteren Produktionsablauf zu erkennen. Damit werden die erfassten Daten in Datenbanken den entsprechenden Ressourcen zugewiesen. Alle Ressourcen, die sich auf dem Shopfloor befinden, werden mittel der eindeutigen Identifikationsnachweisen digital nachverfolgt und in Echtzeit erfasst. So kann von jeder Ressource die genaue Position und Bearbeitungsschritt in Echtzeit nachverfolgt werden. Wichtig hierbei ist, dass zu jedem Zeitpunkt bekannt ist, an welcher Station, Prozess oder Anlage sich ein Kundenauftrag befindet und somit Zeitstempel in einer Datenbank generiert werden, aus welcher Kennzahlen für die Ressourcen bestimmt werden können.

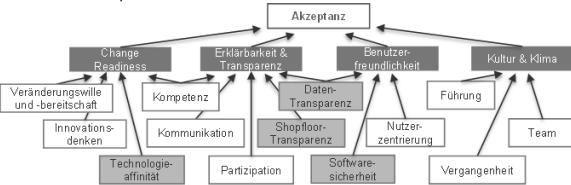
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Eindeutige & sichere Identitätsnachweise

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Produktionsanlagen, -aufträgen und -ressourcen sind eindeutig benannt. Die Mitarbeitenden kennen die eindeutigen Bezeichnungen. Verwechslungen sind jedoch nicht auszuschließen.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Produktionsanlagen, -aufträgen und -ressourcen sind eindeutig mit einem Identitätsnachweis (Seriennummer, ID) ausgestattet. Die IDs werden im ERP-System verwaltet. Verwechslungen sind jedoch weitgehend ausgeschlossen.	Produktionsanlagen, -aufträgen und -ressourcen sind eindeutig mit einem digitalen Identitätsnachweis (ID, Barcode, DM-C-Code, RFID-Tag) ausgestattet. Die IDs werden im ERP-System verwaltet. Verwechslungen sind weitgehend ausgeschlossen.
25%	Es werden Vorbereitungen getroffen um die Produktionsressourcen und Produktionsanträge eindeutig zu identifizieren. Hierzu wird eine standardisierte Nomenklatur entwickelt.	Es werden Vorbereitungen getroffen um die Produktionsressourcen und Produktionsanträge eindeutig zu identifizieren. Hierzu wird eine standardisierte Nomenklatur mit Verwendung von Seriennummern oder Barcodes entwickelt. Es werden die erforderlichen Kennungen und Datenbanken eingeführt.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen ist definiert und die erforderlichen Methoden für die Identitätsnachweise sind validiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Objekte auf dem Shopfloor mit einer einzigen Kennung (Barcode) versehen und damit eindeutigbar gemacht werden.	Der Einsatz von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Kennungen (QR-Codes/RFID-Tags) und Datenbanken eingeführt.
50%	Es ist eine standardisierte Nomenklatur entwickelt, mit welcher die Produktionsressourcen und Produktionsanträge bezeichnet werden. Die Produktionsressourcen und Dokumenten werden nach und nach mit den eindeutigen Nomenklaturen mittels Papier oder Etiketten beschriftet.	Ein standardisiertes Vorgehen von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen in Form von Barcodes wird flächendeckend auf dem Shopfloor eingesetzt, sodass jedes Objekt über eine eindeutige Kennung verfügt. Diese Kennung kann manuell über Seriennummern und an Lesestellen bzw. manuell mit Scannern ausgelerufen werden, wodurch digitale Daten generiert werden können.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen ist definiert und die erforderlichen Methoden für die Identitätsnachweise sind validiert. Die ersten Objekte auf dem Shopfloor werden mit ersten RFID-Tags oder DM-C ausgestattet, wodurch diese eindeutigbar sind und eine eindeutige Zuordnung in einer Datenbank erfolgen kann..	Eindeutige und sichere Identitätsnachweise werden flächendeckend auf dem Shopfloor eingesetzt, sodass jedes Objekt über eine eindeutige Kennung verfügt. Diese Kennung kann manuell über Seriennummern und an Lesestellen bzw. manuell mit Scannern ausgelerufen werden, sodass durchgängig in der Produktion zugehörige Daten erfasst werden können.
75%	Es ist eine standardisierte Nomenklatur entwickelt, mit welcher die Produktionsressourcen und Produktionsanträge bezeichnet werden. Weltweit alle Ressourcen und Dokumente sind mit der Nomenklatur ausgestattet.	Optimaler Einsatz von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen auf dem Shopfloor.	Optimaler Einsatz von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen auf dem Shopfloor. Weltweit alle Ressourcen besitzen eine eigene ID. Die Datenbanken sind entsprechend strukturiert, so dass an allen Lese- und Scanneinheiten Daten mittels der ID erfasst werden können und entsprechend abgelegt werden können. Diese Lesestellen sind mit einer Datenbank verbunden.	Optimaler Einsatz von eindeutigen und sicheren Identitätsnachweisen auf dem Shopfloor. Weltweit alle Ressourcen besitzen eine eigene ID. Die Datenbanken sind entsprechend strukturiert, so dass an allen Lese- und Scanneinheiten Daten mittels der ID erfasst werden können und entsprechend abgelegt werden können. Diese Lesestellen sind mit einer Datenbank verbunden.
100%	Die eindeutige Nomenklatur wird bereits zusätzlich um Barcodes ergänzt. Der Einsatz einer zentralen Datenbank oder die Verwendung einer ERP-Software zur Verwaltung der Identitätsnachweise wird vorbereitet. Alle Produktionsanlagen und Dokumente sind mit eindeutigen Bezeichnungen ausgestattet.			

## ERP (Enterprise Resource Planning) - Anbindung

1/2

### Beschreibung

Das ERP (Enterprise Resource Planning) dient zur Planung und Verwaltung von Ressourcen, Mitarbeitenden, Betriebsmitteln, Vertrieb, Finanzen und weiteren täglichen Geschäftsprozessen. Alle Prozesse werden ausgehend von einer zentralen Software auf der Unternehmenslebensstufe gesteuert. Jede berechtigte Person kann auf das ERP-System zugreifen und sich an der Prozessplanung beteiligen. Innerhalb des ERP-Systems sind viele Daten vorhanden, welche für das SFM genutzt werden können, insbesondere Bestands- und Liefertermindaten. Durch eine Vernetzung zwischen ERP-System und zentraler Datenbank können die Daten aus dem ERP-System schnell zu Kennzahlen im Rahmen des SFM überarbeitet werden. Welche ERP-Software genutzt wird hängt von den Anforderungen des Unternehmens ab. Bei der Auswahl sollte auf Rest-API sowie die Möglichkeit zur Anbindung von Datenbanken und Software gelegt werden. Die Datenqualität im ERP-System ist maßgeblich für den Erfolg von Shopfloor Management. Hierfür sind Mitarbeiter zu sensibilisieren, damit eine hohe Datenqualität vorliegt.

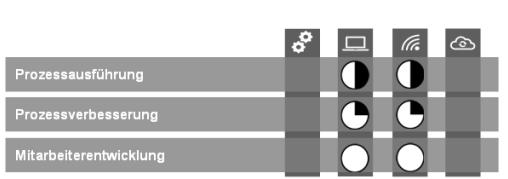


Karlsruher Institut für Technologie

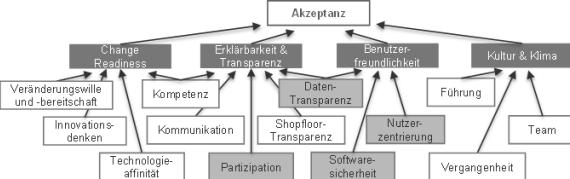
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## MES (Manufacturing Execution System)

1/2

**Beschreibung**

Das MES (Manufacturing Execution System) ist auf dem Shopfloor implementiert und ist mit allen Anlagen und Systemen auf dem gesamten Shopfloor verknüpft. Mithilfe des MES können unter anderem alle Aufträge überwacht und gesteuert werden. Die Produktionsdaten, wie OEE und Zyklusabweichungen, können mithilfe von Sensoren und Methoden der Objektidentifikation automatisch aufgenommen werden und Produktionschritte können rückverfolgt werden. Die Daten werden in Echtzeit verarbeitet und sind überall im Unternehmen in der MES Software einsehbar. Das MES unterstützt eine Kommunikation mittels Rest-API und MQTT, wodurch Daten echtzeitfähig erfasst, gespeichert und verarbeitet werden können. Die Anbietervielfalt an MES-Software ist vielfältig. Die Auswahl hängt immer von den individuellen Anforderungen ab. Bei der Auswahl sollte auf die Unterstützung von Rest-API und MQTT geachtet werden, um Daten leicht zwischen Systemen und Datenbanken austauschen zu können. Teilweise bieten MES-Anbieter auch Erweiterungen um SFM-Software an, welche zur Visualisierung von Kennzahlen genutzt werden können.



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

- Daten
- IT-Enabler
- Kennzahlen
- Ressourcensteuerung
- ✓

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

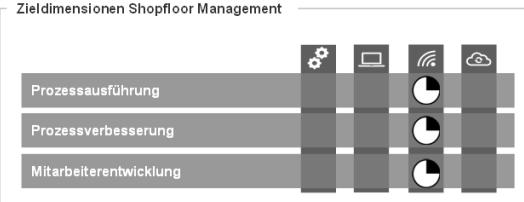


**Implementierungshinweise**

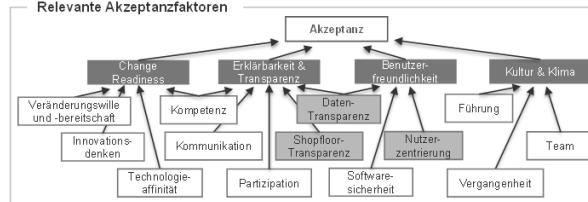
**Technische Voraussetzungen**

- Datenaufnahme Design und Klassifizierung
- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitale ERP-Anbindung
- Digitale Eindeutige und sichere Identitätsnachweise
- zentrale Verfügbarkeit von Daten
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke

**Zieldimensionen Shopfloor Management**



**Relevante Akzeptanzfaktoren**



**Maßnahmen & Problemlösung**

- ✓
- Meetings & Wissensaustausch

## MES (Manufacturing Execution System)

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
	0%	Im analogen Shopfloor Management kann ein MES-System die Datenqualität steigern. Die Daten für das Shopfloor Management können von Mitarbeitenden aus dem MES-System entnommen werden.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Aufgrund der digitalen und mit einander vernetzten Systeme müssen spezielle Schutzmaßnahmen vor Cyberangriffen realisiert werden.
25%				
50%				
75%				
100%				



Karlsruher Institut für Technologie

## SFOS (Shopfloor Operating System)

1/2

### Beschreibung

Das Shopfloor Operating System (SFOS) ist eine Software, welche ein effizientes Digitales Shopfloor Management ermöglicht. Hierbei werden verschiedene Elemente des Digitalen Shopfloor Managements in einer zentralen Softwarelösung gebündelt und zu Verfügung gestellt. Bestandteil eines Shopfloor Operating Systems ist in der Regel immer ein digitales, interaktives Shopfloor Board zur Visualisierung von Kennzahlen mittels SQCDP-Logik. Darüber hinaus unterstützen die Shopfloor Operation Systeme meistens Möglichkeiten zur Erfassung und Dokumentation von Maßnahmen, KVP-Ideen und Schichtpläne. Je nach Funktionsumfang wird zusätzlich ein digitaler Workflow zur Problembearbeitung und für den KVP angeboten. Voraussetzung hierfür sind individuelle Zugänge und User für die einzelnen Shopfloor Teams oder sogar für die einzelnen Mitarbeitenden. Häufig greifen die Digitalen Boards innerhalb der Software auf BI-Lösungen zurück und sind mit einer zentralen Datenbank verbunden, so dass die Kennzahlen über die einzelnen Shopfloor Management Kaskaden miteinander verknüpft sind.

Gängige SFOS sind beispielsweise ValueStreamer, SFM-Systems, HeyDo oder Scable, welche sich wesentlich im Funktionsumfang unterscheiden.



Karlsruher Institut für Technologie

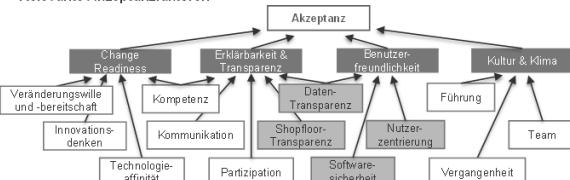
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



Maßnahmen &amp; Problemlösung



## SFOS (Shopfloor Operating System)

2/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%				
50%				
75%				
100%				

## Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke

1/2

**Beschreibung**

Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke beschreiben stabile und leistungsfähige Kommunikationsnetzwerke, die auf dem gesamten Shopfloor und den angrenzenden Produktionsbereiche verfügbar sind. Es wird ein flächendeckendes WLAN oder 5G Netz aufgebaut, dass innerhalb der Produktion auf die zentrale Shopfloor Management Datenbank und die genutzten Softwaresysteme des Shopfloor Managements zu griffen werden kann. Zusätzlich wird die Nutzung offener bzw. standardisierter Schnittstellen (z.B. REST-API) und standardisierter Kommunikationsprotokolle (z.B. MQTT) angestrebt. Hierdurch können die digital aufgenommenen Daten vernetzt, sicher und mit garantierten Latenzen weitergeben und verarbeitet werden. Eine andere Möglichkeit sind LAN- oder Ethernet-Anschlüsse in der Produktion, wodurch Sensoren, Endgeräte und Digitale Dashboards schnell Daten austauschen können und somit eine starke Infrastruktur zur Erfassung, Verarbeitung und Visualisierung von Daten ermöglicht wird.

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

- Das DSFM-Element besitzt keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung.

Reifegradeinordnung des DSFM-Elements

analog → digitalisiert → digitalvernetzt → smart/autonom

Zieldimensionen Shopfloor Management

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom

Relevante Akzeptanzfaktoren

```

graph TD
    subgraph Akzeptanz [Akzeptanz]
        CR[Change Readiness] --> ER[Erklärbarkeit & Transparenz]
        ER --> BF[Benutzer-freundlichkeit]
        BF --> KK[Kultur & Kima]
        KK --> ME[Maßnahmen & Problemlösung]
    end
    subgraph Veranderungswille [Veränderungswille und -bereitschaft]
        VD[Veränderungswille und -bereitschaft] --> ID[Innovationsdenken]
        ID --> K[Kompetenz]
        K --> DT[Daten-Transparenz]
        DT --> NS[Nutzerzentrierung]
        NS --> ME
    end
    subgraph Kommunikation [Kommunikation]
        K --> P[Partizipation]
        P --> ST[Shopfloor-Transparenz]
        ST --> SW[Software-sicherheit]
        SW --> ME
    end
    subgraph Führung [Führung]
        F[Führung] --> T[Team]
        T --> ME
    end
    subgraph Vergangenheit [Vergangenheit]
        V[Vergangenheit] --> ME
    end
    subgraph Team [Team]
        ME
    end

```

Maßnahmen & Problemlösung

Meetings & Wissensaustausch

## Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management ist die Anwendung zukunftsfähiger Kommunikationsnetzwerke nicht notwendig. Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im digitalisierten Shopfloor Management ist die Anwendung zukunftsfähiger Kommunikationsnetzwerke nicht notwendig, kann aber die Bedeutung digitaler Bildschirme und anderer DSFM-Elemente unterstützen. Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Im digitalvernetzten Shopfloor Management ist die Anwendung zukunftsfähiger Kommunikationsnetzwerke notwendig, ansonsten können die verschiedenen DSFM-Elemente nicht sinnvoll eingesetzt und miteinander kombiniert werden. Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt. Die Implementierung von zukünftigen Kommunikationsnetzwerken ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine stabile und leistungstarke Internetverbindung.	Im smart/autonomen Shopfloor Management ist die Anwendung zukunftsfähiger Kommunikationsnetzwerke notwendig, ansonsten können die verschiedenen DSFM-Elemente nicht sinnvoll eingesetzt und miteinander kombiniert werden. Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%				
50%				
75%				
100%				

Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

analog    digitalisiert    digitalvernetzt    smart/autonom

0%    25%    50%    75%    100%

KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

## Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen

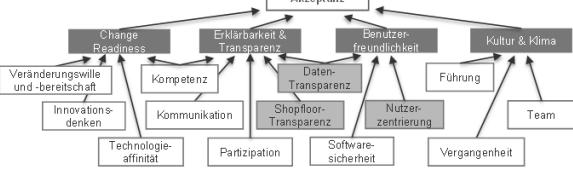
1/2

**Beschreibung**

Homogenisierte Kommunikationsprotokolle, wie OPC-UA, können Anlagen- und Steuerungsinformationen auslesen und in ein standardisiertes Format überführen, welches vom MES oder ERP-System genutzt werden kann. Durch die Verwendung von OPC-UA wird eine herstellerunabhängige "Maschine-to-Maschine" Kommunikation möglich. Der OPC Server stellt die Daten des Feldbusystems anderen Nutzern zur Verfügung und umgekehrt. Darüber hinaus bieten homogenisierte Kommunikationsprotokolle die Möglichkeit verschiedene Datenquellen mit einer einheitlichen Datenbank sowie verschiedenen Softwaresystemen, Dienstprogrammen und DSFM-Elementen zu verbinden. Damit kann eine vernetzte Architektur geschaffen werden, mit dessen Hilfe die DSFM-Elemente miteinander kombiniert werden können und sich dadurch Synergien im Rahmen des Shopfloor Management erzielen lassen. Zusätzlich bieten standardisierte und homogene Kommunikationsprotokolle die Möglichkeit neue DSFM-Elemente oder neue Datenquellen einfach in das bestehende Digitale Shopfloor Management zu integrieren, wodurch der Entwicklungsaufwand reduziert werden kann.

**Implementierungshinweise****Technische Voraussetzungen**

- Das DSFM-Element besitzt keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung.

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements****Zieldimensionen Shopfloor Management****Relevante Akzeptanzfaktoren**

## Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management ist die Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen nicht notwendig.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im Shopfloor Management ist die Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen nicht notwendig, kann aber die Nutzung digitaler Bildschirme und andere DSFM-Elemente unterstützen.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Im digital/vernetzten Shopfloor Management ist die Anwendung homogener Kommunikationsprotokolle notwendig, ansonsten können die verschiedenen DSFM-Elemente nicht sinnvoll eingesetzt und miteinander kombiniert werden.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Im smart/autonomen Shopfloor Management ist die Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen notwendig, ansonsten können die verschiedenen DSFM-Elemente nicht sinnvoll eingesetzt werden.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%			Die Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die das digitale Kommunikationsprotokoll (z.B. OPC-UA) eingeführt.	
50%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von homogenisierten Kommunikationsprotokollen ist definiert. Ein standardisiertes Konzept für die Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen ist definiert und ist durch Prototypen validiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Anlagen- und Steuerungsinformationen automatisch standardisiert werden.	
75%			Das homogenisierende Kommunikationsprotokoll ist flächendeckend auf dem Shopfloor im Einsatz. Anlagen- und Steuerungsinformationen werden automatisch standardisiert und damit herstellerunabhängig an die digitalen Shopfloor Systeme (z.B. MES oder ERP) übermittelt.	
100%			Das Kommunikationsprotokoll ist optimal auf dem Shopfloor im Einsatz. Bei Bedarf wird werden weitere Anlagen und Systeme mit dem Kommunikationsprotokoll verknüpft.	

## Kennzahlen, Design und Klassifizierung

1/2

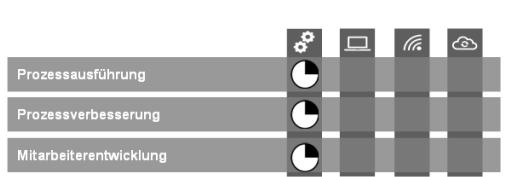
### Beschreibung

Kennzahlen, Design und Klassifizierung beschreibt die Auswahl und Definition von relevanten Kennzahlen für die Produktion des Unternehmens. Hierbei werden zuerst die Bestandteile der Kennzahlen definiert, um eine standardisierte Berechnung dieser zu ermöglichen. Es muss den Mitarbeitenden klar sein, was die einzelnen Kennzahlen aussagen und wie diese berechnet werden. Neben der Definition der Kennzahlen wird somit auch die Berechnungslogik für jedes Shopfloor Board und jeden Shopfloor Bereich festgelegt. Zusätzlich sollen für jede Kennzahl Ziele definiert werden, die mittels der Kennzahl überprüft werden können. Jede genutzte Kennzahl und deren Berechnungslogik sollte den Mitarbeitenden im Unternehmen bekannt sein. Kennzahlen sind so zu gestalten, dass die Mitarbeitenden diese beeinflussen können und somit eine Veränderung in der Arbeitweise auch zu einer Veränderung in den Kennzahlen führt. Je nach Shopfloor Management Kaskade sind andere Kennzahlen interessant. Die Kennzahl des Gewinns oder des Umsatzes ist auf Shopfloor-Ebene kaum interessant, kann aber auf der höchsten Shopfloor Kaskade von Interesse sein. Zu Beginn einer Shopfloor Management Einführung ist es sinnvoll mit wenigen aussagekräftigen Kennzahlen zu starten. Damit tuen sich Mitarbeitende einfacher als mit direkt mehr als 10 Kennzahlen.

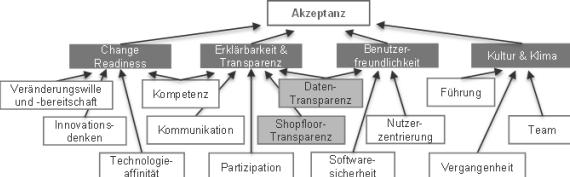
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Kennzahlen, Design und Klassifizierung

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Es ist standardisiert beschrieben, welche Kennzahlen visualisiert werden und wie sich die Kennzahlen aus den Daten im Unternehmen zusammensetzen. Für jede Kennzahl sind SMART-Ziele definiert. SFM-Moderatoren verstehen die Kennzahlen.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Es ist standardisiert beschrieben, welche Kennzahlen digitalisiert visualisiert werden und wie sich die Kennzahlen aus den Daten im Unternehmen zusammensetzen. Für jede Kennzahl sind SMART-Ziele definiert. SFM-Moderatoren verstehen die Kennzahlen.	Es ist standardisiert beschrieben, welche Kennzahlen digital/vernetzt visualisiert werden und wie sich die Kennzahlen aus den Daten im Unternehmen zusammensetzen. Für jede Kennzahl sind SMART-Ziele definiert. SFM-Moderatoren verstehen die Kennzahlen.
25%	Es werden erste Kennzahlen definiert, welche im Rahmen des Shopfloor Managements erst visualisiert und besprochen werden sollen. Für die Kennzahlen wird definiert, wie diese berechnet werden und in welcher Frequenz die Kennzahlen emittiert werden.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digital/vernetzten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
50%	Für die definierten Kennzahlen werden Ziele (SMART) festgelegt. Den Mitarbeitenden des Shopfloor Managements ist klar, wie einzelne Kennzahlen mit den Unternehmenszielen zusammenhängen und wie diese Kennzahlen beeinflusst werden können.			
75%	Die Kennzahlen werden einheitlich im Unternehmen verwendet und sind einheitlich definiert. Den Mitarbeitenden ist bekannt, wie die Kennzahlen berechnet werden und wie sich die Ziele für die Kennzahlen ergeben.			
100%	Die Kennzahlen werden einheitlich im Unternehmen verwendet und sind einheitlich definiert. Den Mitarbeitenden ist bekannt, wie die Kennzahlen berechnet werden und wie sich die Ziele für die Kennzahlen ergeben. Die Mitarbeitenden erkennen, wie die Kennzahlen beeinflusst werden können und erkennen somit die Auswirkungen ihrer getroffenen Maßnahmen.			



## Shopfloor Board

1/2

### Beschreibung

Das Shopfloor Board ist das zentrale DSFM-Element aller Shopfloor Management Besprechungen. An dem Board werden die täglichen Shopfloor Meetings durchgeführt und es dient damit zum einen als Agenda im Rahmen der Shopfloor Besprechungen und zum anderen auch als Möglichkeit zur Dokumentation der besprochenen Inhalte sowie zur Visualisierung und Bereitstellung der Informationen. Die wichtigste Eigenschaft der Shopfloor Boards ist die Visualisierung der Kennzahlen, welche in Abhängigkeit des Reifegrads an Metaplantafeln, Bildschirmen oder interaktiven Dashboard erfolgt. Alle Inhalte die im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, sollten entsprechend an den Shopfloor Boards visualisiert und dokumentiert werden. Für ein erfolgreiches Shopfloor Management empfiehlt es sich, die Shopfloor Boards einheitlich im Unternehmen zu gestalten und diese so in den Shopfloor Management Bereichen zu platzieren, dass diese von allen Mitarbeitenden gut eingesehen werden können. Im digitalisierten Reifegrad, stellen die Shopfloor Boards Bildschirme dar, welche allerdings keine Eingabe ermöglichen, sondern nur eine Anzeigefunktion besitzen. Im digital/vernetzen Reifegrad ermöglichen die Bildschirme eine Interaktion und sind mit weiteren DSFM-Elementen (z.B. KVP-Board) digital verknüpft.

### Reifgradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

##### Analog:

- Kennzahlen Design und Klassifizierung

##### Digitalisiert:

- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten

##### Digital/vernetzt:

- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- & Werkzeugdaten
- Digitale ERP-Anbindung
- MES
- digitalisiertes Shopfloor Board
- zentrale Verfügbartkeit von Daten

Karlsruher Institut für Technologie



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung

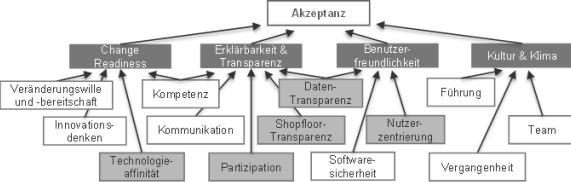


Maßnahmen &amp; Problemlösung



Meetings &amp; Wissensaustausch

### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Shopfloor Board

2/2

KIT

Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Es werden alle Informationen, welche im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, in Papierform an Whiteboards oder Metaplantafeln bereitgestellt und auf ausgedruckten Listen dokumentiert.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Es werden alle Informationen, welche im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden, an einem Bildschirm visualisiert. Besprochene Maßnahmen werden in Listen erfasst und anschließend digitalisiert.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Der Einsatz eines analogen Shopfloor Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.		Der Einsatz eines digitalisierten Shopfloor Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine digitale Eingabemöglichkeit der Kennzahlen, sowie eine Software für deren Visualisierung.	Der Einsatz eines digitalen Shopfloor Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine Software zur automatischen Visualisierung von Kennzahlen basierend den digital übermittelten Daten.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines analogen Shopfloor boards ist festgelegt und es finden erste Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Leistungskennzahlen werden zunehmend durch handgezeichnete Grafiken und Diagramme visualisiert.		Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines digitalisierten Shopfloor Boards ist festgelegt und es findet erste Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Übergangsphase beginnt, in der Kennzahlen zunehmend nicht mehr von Hand, sondern mithilfe von Software nach manueller Eingabe visualisiert werden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines digitalen Shopfloor Boards ist festgelegt und es findet erste Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Übergangsphase beginnt, in der Kennzahlen zunehmend nicht mehr durch manuelle Eingabe sondern automatisch visualisiert und aktualisiert werden.
75%	Das analoge Shopfloor Board wird umfassend für die Kennzahlenvisualisierung auf dem Shopfloor eingesetzt und bildet das Grundgerüst für die Shopfloor Meetings. Das analoge Shopfloor Board macht Leistungskennzahlen für alle Mitarbeitenden zugänglich und die Aktualisierung der Kennzahlenkataloge effizienter.		Das digitalisierte Shopfloor Board wird umfassend für die Kennzahlenvisualisierung auf dem Shopfloor eingesetzt und bildet das Grundgerüst für die Shopfloor Meetings. Das digitale Shopfloor Board macht Leistungskennzahlen für alle Mitarbeitenden zugänglich und die Aktualisierung der Kennzahlenkataloge effizienter.	Das digitale Shopfloor Board wird umfassend für die automatische Kennzahlenvisualisierung auf dem Shopfloor eingesetzt und steigert die Effizienz des Shopfloor Meetings. Das digitale Shopfloor Board stellt in Echtzeit aktualisierte Kennzahlen zur Verfügung und erlaubt eine interaktive Bearbeitung (z.B. per Drag-and-Drop).
100%	Kennzahlen werden optimal am analogen Shopfloor Board visualisiert, sodass sie für alle Mitarbeitenden intuitiv verständlich sind und die Shopfloor Meetings effizienter machen.		Das digitalisierte Shopfloor Board wird optimal für die Kennzahlenvisualisierung und die Strukturierung des Shopfloor Meetings eingesetzt. Visualisierte Kennzahlen sind durch die effizientere Aktualisierungsmöglichkeit aktueller als am analogen Shopfloor Board.	Das digitale Shopfloor Board wird optimal für die automatische Kennzahlenvisualisierung in Echtzeit und die Strukturierung des Shopfloor Meetings eingesetzt. Bei Bedarf wird das digitale Shopfloor Board um zusätzliche Funktionalitäten und externe Schnittstellen zum digitalen Zugriff erweitert.

## Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board

1/2

### Beschreibung

Nicht alle Daten, die auf dem Shopfloor gesammelt werden, sind für alle Mitarbeitenden und alle Bereiche interessant. Häufig werden auf Wunsch einzelner Personen Kennzahlen visualisiert, die nur für einzelne von Interesse sind und somit Shopfloor Boards unübersichtlich werden. Hierdurch werden Analyseprozesse verlangsamt und Entwicklungen in wichtigen Kennzahlen werden schnell übersehen. Adaptive Kennzahlentafeln oder Boards bieten hier eine Hilfestellung, indem die Boards verschiedene Ansichten unterstützen oder die Möglichkeit zur bedarfsgerechten Filterung der Inhalte unterstützen. In der smarten Reifegradstufe werden hierbei Kennzahlen automatisch hervorgehoben, die Ziele nicht erreichen, oder sich ein Trend erkennen lässt, dass die Kennzahl die Toleranzgrenze verlässt. Ziel hiervom ist eine automatische Hervorhebung wichtiger Kennzahlen..



Karlsruher Institut für Technologie

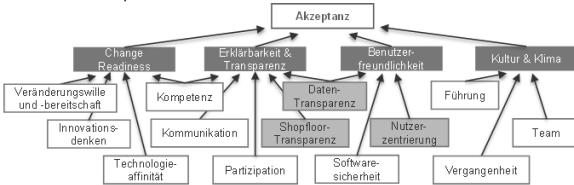
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management ist eine adaptive Visualisierung von Kennzahlen und eine bedarfsgerechte Anzeige von Informationen nicht technisch realisierbar..  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im digitalisierten Shopfloor Management ist eine adaptive Visualisierung von Kennzahlen und eine bedarfsgerechte Anzeige von Informationen nicht technisch realisierbar..  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	An den digital/vernetzten Shopfloor Boards können mittels Filtern und definierten Regeln bestimmte Informationen bedarfsgerecht angezeigt werden. Zudem können nach Nutzerereignisse verschiedene Kennzahlen angezeigt werden.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Im Rahmen des smart/autonomen SFM werden Kennzahlen adaptiv visualisiert. Dabei werden die Kennzahlen automatisch, basierend auf ihrer Zielausweichung oder ihres Verlaufs, hervorgehoben..  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%			Die bedarfsgerechte Filterung von Informationen auf dem Shopfloor ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere werden Benutzerszenarien für Mitarbeitenden eingeführt.  Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von bedarfsgerechter Filterung von Informationen ist definiert. Es ist ein Filterungskonzept definiert, das aufzeigt, welche Informationen für welchen Bereich oder Mitarbeitenden relevant sind. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Bereiche und Mitarbeitenden Zugriff auf bedarfsgerechte Informationen bekommen.	Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die KI eingeschürt.  Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von adaptiver Visualisierung am Shopfloor Board ist definiert und es finden erste Anwendungen am Shopfloor statt. Die Übergangsphase beginnt, in der basierend auf dem automatischen Soll-ist-Abgleich häufig abweichende Kennzahlen visuell am digitalen Shopfloor Board hervorgehoben werden.
50%			Informationen werden flächendeckend auf dem Shopfloor bedarfsgerecht dargestellt. Dargestellte Informationen sind auf die Bedürfnisse und Aufgaben der Mitarbeitenden abgestimmt.  Optimaler Einsatz von bedarfsgerechter Filterung von Informationen. Bei Bedarf werden die Filter an die Bedürfnisse der Mitarbeitenden und Gegebenheiten/Veränderungen auf dem Shopfloor angepasst.	Die adaptive Visualisierung wird für alle Kennzahlen des digitalen Shopfloor Boards eingesetzt und erhöht die Transparenz von Abweichungen im Produktionsprozess. Die Effizienz des Shopfloor Meetings steigt, da abweichungsanfällige Kennzahlen zu Beginn besprochen werden.
75%				Optimaler Einsatz der adaptiven Visualisierung am Shopfloor Board. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf das digitale Shopfloor Board und damit auf die häufig abweichenden Kennzahlen geschaffen.
100%				

## Kennzahlendiagramme sortiert nach Kategorien

1/2

### Beschreibung

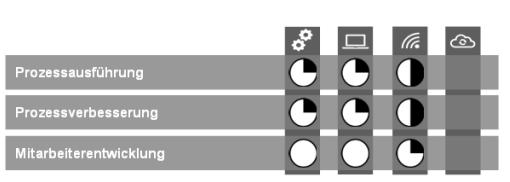
Die aufgenommenen Daten werden in einheitliche Kennzahlen überführt und visualisiert, um Zusammenhänge sofort erkennbar zu machen. Dabei kann jedes Unternehmen auswählen, welche Kennzahlen nach welchem Kennzahlensstandard visualisiert werden. Häufig werden Kennzahlen nach SQCDP-Kategorien (S = Sicherheit, Q = Qualität, C = Kosten, D = Lieferung, P = Personal) visualisiert, da diese relativ gut das gesamte Unternehmen und dessen Leistung abbilden. Eine andere Alternative stellt +QDIP (Sicherheit, Delivery, Inventory, Productivity) dar. Die Strukturierung der Kennzahlen nach Kategorien ist hilfreich, um schnell einen Überblick über die Produktionsziele und die Funktionsweise der Teams zu erhalten.

Im analogen Zustand werden die Kennzahlentkategorien an den analogen Shopfloor Tafeln mittels Magneten oder Etiketten visualisiert. Im Rahmen digitalisierter und digital/vernetzter Boards werden die Kategorien vorher in der verwendeten Software definiert und entsprechend digital per Click & Drop angeordnet. Im Rahmen der digital/vernetzten Reifegradstufe ermöglicht die Interaktivität eine Verrechnung mehrerer Kennzahlen zu einer Kategorie, wobei mittels Ampeln oder farblicher Hervorhebung ein Status für die gesamte Kategorie angegeben wird. So wird es möglich auf einen Blick zu sehen, ob einer gewissen Kennzahlentkategorie besondere Aufmerksamkeit im Shopfloor Meeting benötigt.

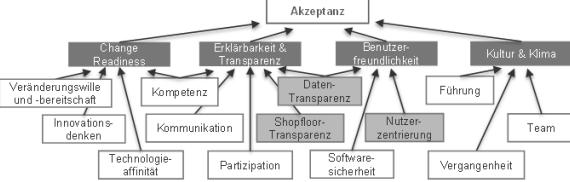
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



Karlsruher Institut für Technologie

## Kennzahlendiagramme sortiert nach Kennzahlentkategorien

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Die Kennzahlen werden auf den analogen Boards entsprechend der ausgewählten Kennzahlentkategorien angeordnet. Jede Kennzahl ist einer Kategorie zugeordnet.	Die Kennzahlen werden auf den digitalisierten Boards entsprechend der ausgewählten Kennzahlentkategorien angeordnet. Jede Kennzahl ist einer Kategorie zugeordnet.	Die Kennzahlen werden auf den digital/vernetzten Boards entsprechend der ausgewählten Kennzahlentkategorien angeordnet. Jede Kennzahl ist einer Kategorie zugeordnet. Kategorien werden farblich hervorgehoben, wenn die Kennzahlen hohe Abweichungen aufweisen.	Die Kennzahlen werden auf den digital/vernetzten Boards entsprechend der ausgewählten Kennzahlentkategorien angeordnet. Jede Kennzahl ist einer Kategorie zugeordnet. Kategorien werden farblich hervorgehoben, wenn die Kennzahlen hohe Abweichungen aufweisen.
25%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
50%	Der Einsatz von analogen Kennzahlendiagrammen nach SQCDP ist geplant, sofern Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen und Kennzahlen zur geeigneten Kennzahlen zur Visualisierung ausgewählt.	Der Einsatz von digitalisierten Kennzahlendiagrammen nach SQCDP ist geplant, sofern Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen und Kennzahlen zur geeigneten Kennzahlen zur Visualisierung ausgewählt.	Der Einsatz von digitalen Kennzahlendiagrammen nach SQCDP ist geplant, sofern Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere ein digitales Dashboard (z.B. Shopfloor Board) inklusive einer Visualisierungssoftware.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der digitalen Kennzahlendiagramme nach SQCDP ist definiert, es findet erste Anwendungen auf dem Shopfloor. Die Übergangsphase beginnt in der zunehmend Kennzahlen nach dem SQCDP-Schema in manueller Weise visualisiert werden.
75%	Analoge Kennzahlendiagramme nach SQCDP stehen auf dem Shopfloor zur Verfügung und verschaffen den Mitarbeitenden damit durch die Standardisierung einen schnellen und einfachen Überblick über die wichtigsten Leistungskennzahlen.	Digitalisierte Kennzahlendiagramme nach SQCDP stehen auf dem Shopfloor zur Verfügung und verschaffen den Mitarbeitenden damit durch die Standardisierung einen schnellen und einfachen Überblick über die wichtigsten Leistungskennzahlen.	Digitale Kennzahlendiagramme nach SQCDP werden flächendeckend auf dem Shopfloor automatisch visualisiert und verschaffen den Mitarbeitenden damit durch die Standardisierung einen schnellen und einfachen Überblick über die wichtigsten Leistungskennzahlen.	
100%	Optimaler Einsatz der analogen Kennzahlendiagramme nach SQCDP.	Optimaler Einsatz der digitalisierten Kennzahlendiagramme nach SQCDP.	Optimaler Einsatz der digitalen Kennzahlendiagramme nach SQCDP. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die SQCDP-Diagramme ergänzt.	

## Drill-Down von Kennzahlen

1/2

**Beschreibung**

Der Drilldown beschreibt eine baumartige, hierarchische Struktur der Kennzahl. So wird bspw. die OEE (Gesamtanlageneffektivität) als übergeordnete Kennzahl, mit ihren Bestandteilen Qualität, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit als untergeordnete Kennzahlen visualisiert. Die nachfolgende Ebene des Baumes beschreibt, wie diese Kennzahlen jeweils zustande kommen. Beim analogen Drilldown werden die Kennzahlen in Baumstruktur visualisiert und angeordnet, um so die Abhängigkeit aufzuzeigen.

Bei der digitalen Variante wird eine Kennzahl durch Anklicken in ihre Bestandteile zerlegt, welche einzeln visualisiert werden, wodurch bereits eine erste schnelle Ursachenanalyse ermöglicht wird.

Kennzahlen werden entsprechend ihrer Hierarchie zueinander visualisiert und am Board angebracht. Zuerst wird die Kennzahl auf oberster Ebene betrachtet (z.B. OEE). Erfüllt die OEE nicht den Zielwert, werden die Ebenen der darunterliegenden Hierarchie betrachtet. Bei Klick auf die Kennzahl gelangt man eine Hierarchiestufe tiefer, wodurch die Bestandteile der Kennzahl visualisiert werden. Die meisten SFM-Softwaresysteme sowie Business Intelligence-Systeme unterstützen diese Funktion.

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

The diagram shows a horizontal progression from left to right through four stages: **analog** (represented by a gear icon), **digitalisiert** (represented by a computer monitor icon), **digital/vernetzt** (represented by a network icon), and **smart/autonom** (represented by a cloud icon).

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- SFM-Kaskade
- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitales Shopfloor Board
- Business Intelligence Lösungen

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	█	█	█	█
Prozessverbesserung	█	█	█	█
Mitarbeiterentwicklung	█	█	█	█

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

The diagram illustrates the interconnectedness of various acceptance factors:

- Akzeptanz** (Acceptance) is at the top, connected to **Change Readiness**, **Erklärbarkeit & Transparenz**, **Benutzer-freundlichkeit**, and **Kultur & Kima**.
- Change Readiness** is connected to **Veränderungswille und -bereitschaft** and **Innovations-denken**.
- Erklärbarkeit & Transparenz** is connected to **Kompetenz**, **Daten-transparenz**, and **Shopfloor-transparenz**.
- Benutzer-freundlichkeit** is connected to **Nutzer-zentrierung** and **Führung**.
- Kultur & Kima** is connected to **Team** and **Vergangenheit**.
- Other factors include **Veränderungswille und -bereitschaft**, **Innovations-denken**, **Kompetenz**, **Daten-transparenz**, **Shopfloor-transparenz**, **Partizipation**, **Technologie-affinität**, **Nutzer-zentrierung**, **Software-sicherheit**, and **Vergangenheit**.

**Maßnahmen & Problemlösung**

- ✓ **Meetings & Wissens-austausch**

**Drill-Down von Kennzahlen**

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management kann der Drill-Down aufgrund der fehlenden Interaktivität der Bildschirme nicht technologisch unterstützt werden. Nur der Moderator kann mit seiner Kompetenz auf Verbindungen zwischen Kennzahlen und verschiedenen Shopfloor Kaskaden hinweisen.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im digitalisierten Shopfloor Management kann der Drill-Down aufgrund der fehlenden Interaktivität der Bildschirme nicht technologisch unterstützt werden. Nur der Moderator kann mit seiner Kompetenz auf Verbindungen zwischen Kennzahlen und verschiedenen Shopfloor Kaskaden hinweisen.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Im digital/vernetzten Shopfloor Management wird der Drill-Down durch interaktive Bildschirme technologisch unterstützt. Kennzahlen sind miteinander vernetzt und können je nach Shopfloor Kaskade in verschiedenen Detailgraden angezeigt werden.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%				
50%				
75%				
100%				

KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

## Bottleneck-Darstellung

1/2

### Beschreibung

Bottleneck-Darstellung beschreibt die Visualisierung von Bottlenecks am Shopfloor Board. Bottlenecks sind Engpässe in der Produktion. Engpässe sind problematisch, da Güter sich vor dem Engpass stauen und die Prozesse dahinter leerlaufen, was zu Verschwendungen im Unternehmen führt. Ein Bottleneck liegt dann vor, wenn die Bearbeitungszeit einer Station/Anlage höher ist als die restlichen, bzw. höher als die vom Kunden geforderte Bearbeitungszeit (Kundentakt). Mittels Ampelsystemen werden die Bearbeitungszeiten an den einzelnen Stationen/Anlagen visualisiert, woraus direkt ersichtlich ist, ob sich die Linie im Takt befindet und an welchen Stationen/Anlagen Bottlenecks, also Engpässe, vorliegen.



Karlsruher Institut für Technologie



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung



Maßnahmen &amp; Problemlösung



Meetings &amp; Wissensaustausch

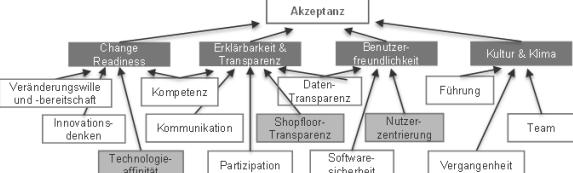
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Bottleneck-Darstellung

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen Shopfloor Management kann die Bottleneck-Darstellung von Produktionsprozessen technologisch nicht sinnvoll realisiert werden.	Im digitalisierten Shopfloor Management kann die Bottleneck-Darstellung von Produktionsprozessen technologisch nicht sinnvoll realisiert werden.	Im digital/vernetzten Shopfloor Management werden mittels der Bottleneck-Darstellung die Produktionsprozesse in nahezu Echtzeit hervorgehoben, welche einen Engpass darstellen und nicht die Kundenaufordungen erfüllen.	Im smart/autonomen Shopfloor Management werden mittels der Bottleneck-Darstellung die Produktionsprozesse in nahezu Echtzeit hervorgehoben, welche einen Engpass darstellen und nicht die Kundenaufordungen erfüllen.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%			Eine Bottleneck-Darstellung in nahezu Echtzeit an den digitalen Shopfloor Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Fertigung erarbeitet werden. Es werden die digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine geeignete Software für die Kennzahlendarstellung und RFID-Leseköpfe.	
50%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung einer Bottleneck-Darstellung in nahezu Echtzeit ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der in ausgeführten Produktionsbereichen die Engpässe in den Produktionsprozessen automatisch erfasst und am digitalen Shopfloor Board visualisiert werden.	
75%			Die Darstellung von Bottlenecks in den Produktionsprozessen erfolgt flächendeckend auf den gesetzten Shopfloor. Alle Prozesse entlang der Wertekette werden flächendeckend erfasst und hinsichtlich der Engpasse analysiert. Die Ergebnisse werden in nahezu Echtzeit visualisiert, sodass die Transparenz steigt.	
100%			Optimaler Einsatz der Bottleneck-Darstellung zur Visualisierung von Engpässen in der Produktion in nahezu Echtzeit. Die Darstellung ist standardisiert in die digitalen Shopfloor Boards integriert oder es wurde eine standardisierte Schnittstelle zur Visualisierungssoftware geschaffen.	

## Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung

1/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Beschreibung

Die wertstrombasierten Kennzahlendarstellung visualisiert mittels einfacher Symbole und Signalfarben (Ampel-Logik) den Ist-Zustand sowie prognostizierte Zustände verschiedener Prozessschritte mit Hilfe der Wertstromanalyse-Symbolik. Dabei werden die Elemente der Wertstromanalyse genutzt, welche mittels der Kennzahlen anzeigen, ob sich ein Prozess innerhalb der gewünschten Parameter bewegt, um bei möglichen Abweichungen schnell eingreifen zu können. Diese Art der Kennzahlenvisualisierung ist für verketzte Produktionsprozesse sehr intuitiv, da auf einen Blick ersichtlich ist, an welchen Stellen im Produktionsprozess die Ursache für das Abweichen der Produktionsziele liegt. Besonders deutlich wird dies, wenn zusätzlich zur Wertstromsymbolik noch Signalfarben oder Andon-Symbole verwendet werden, mit deren Hilfe der Status einzelner Prozessschritte visualisiert wird.

Zur Umsetzung einer wertstrombasierten Kennzahlendarstellung eignen sich neben BI-Lösungen auch selbstprogrammierte Kennzahlengraphen oder die Einblendung von Ablaufsimulationen mittels echter Produktions- und Prozessdaten, wodurch ein Digitaler Schatten entsteht.

### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

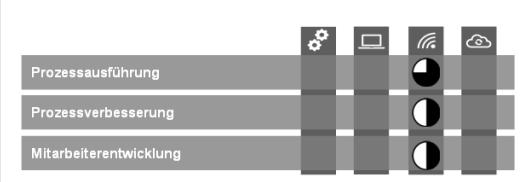
- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- MES
- Digitales Shopfloor Board



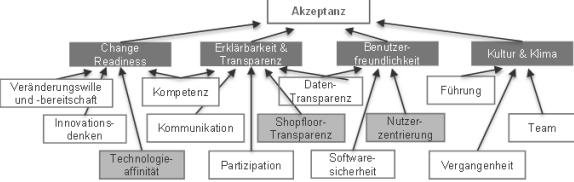
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merkmale je RG	Im analogen Shopfloor Management kann die wertstrombasierte Kennzahlendarstellung nicht technologisch unterstützt werden.	Im digitalisierten Shopfloor Management kann die wertstrombasierte Kennzahlendarstellung nicht technologisch unterstützt werden.	Im digital/vernetzten Shopfloor Management werden die Kennzahlen als Wertstromanalyse dargestellt. Durch die Vernetzung der Systeme können Prozesskosten tatsächlich hervorgehoben werden, wenn diese die Ziele nicht erreichen, notwendig die Darstellung intuitiv ist.	Im smart/autonomen Shopfloor Management wird die wertstrombasierte Kennzahlendarstellung ermöglicht, es gibt jedoch keine spezifische Ausprägung für das DSFM-Element.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%			Eine wertstrombasierte Kennzahlendarstellung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine geeignete Software für die Kennzahlendarstellung und RFID-Leseköpfe.	
50%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von wertstrombasierten Kennzahlendarstellung ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die Zustände der ersten Prozesse automatisch erfasst und wertstrombasiert über Kennzahlen visualisiert werden.	
75%			Wertstrombasierte Kennzahlen werden flächendeckend auf dem gesamten Shopfloor dargestellt. Alle Prozesse entlang der Wertstromkette werden automatisch erfasst und in Echtzeit visualisiert, sodass die Transparenz über Produktionszustände und Abweichungen steigt.	
100%			Optimaler Einsatz der wertstrombasierten Kennzahlendarstellung. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die Echtzeit-Visualisierungen ergänzt.	

## Visualisierung von Maschinenzuständen

1/2

### Beschreibung

Alle Maschinendaten werden gesammelt und visualisiert, sodass ein Zustandsbild der Produktionsanlagen entsteht, das sich automatisch in definierten Zeitintervallen oder zu festen Punkten aktualisiert. Dabei können unter anderem Wartungsarbeiten, die Auftragsauslastung, Werkzeugzustände, Rüstzeiten usw. grafisch für die einzelnen Produktionsanlagen dargestellt werden. Zusätzlich wird auch der Betriebszustand der Produktionsanlagen (Rüstvorgang, Instandhaltung, Bearbeitungsmodus, Stand/Betriebsmodus) angezeigt, wodurch für die Mitarbeitenden ersichtlich ist, welche Produktionsanlagen den Tag über betreut bzw. besetzt werden müssen.

Damit wird eine bessere Planung von Wartungsarbeiten, Mitarbeitenden sowie die Zuteilung von Aufträgen auf die Produktionsanlagen möglich, da zu jeder Zeit der aktuelle Zustand der Maschine visualisiert wird. Voraussetzung hierfür sind durchgängige Zustandsdaten der Produktionsanlagen, die mit Hilfe definierter Schnittstellen und einer kontinuierlichen Maschinendatenerfassung realisiert werden können.



Karlsruher Institut für Technologie

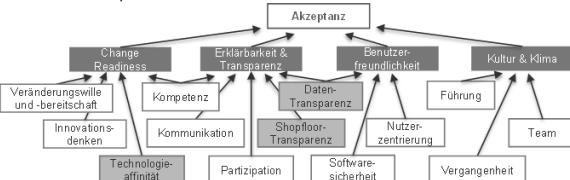
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Visualisierung von Maschinenzuständen

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management entstehen Maschinenzustände nur mittels Magnete oder Hinweistafeln am Shopfloor Board dargestellt. Für das DSFM-Element gibt es damit keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im digitalisierten Shopfloor Management werden Maschinenzustände nur mittels Hinweistafeln am Shopfloor Board dargestellt. Für das DSFM-Element gibt es damit keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Im digital/vernetzten Shopfloor Management werden Maschinenzustände mittels Symbolen und Kennzahlen am Shopfloor Board dargestellt. Die Produktionsanlagen erlauben Maschinendaten, welche in einer Datenbank gespeichert und zu Kennzahlen verarbeitet werden.	Im smart/autonomen Shopfloor Management werden Maschinenzustände mittels Symbolen und Kennzahlen am Shopfloor Board dargestellt, es gibt jedoch keine spezifische Ausprägung für das DSFM-Element in diesem Reifegrad.
25%				
50%				
75%				
100%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.



Karlsruher Institut für Technologie

## Kennzahlen per mobiler App / Shopfloor AR

1/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Beschreibung

Eine App ermöglichen den dezentralen Zugriff auf das digitale Shopfloor Board. Die auf dem digitalen Shopfloor Board visualisierten Kennzahlen können somit mittels mobilen Endgerät, im gesamten Unternehmen aufgerufen werden. Mittels AR-fähigen Geräten, können mittels geeigneter Software und Schnittstelle zur MES-Datenbank während eines Gemba-Walks Kennzahlen visualisiert werden. Hierzu wird in die reale Welt des Shopfloors ein Ausschnitt aus der digitalen Welt (in diesem Fall Kennzahlen-Diagramme) eingefügt. Dabei wird auf einem Handy das reale Sichtfeld um virtuelle Komponenten erweitert. Die einzelnen Arbeitsplätze können dabei ausgewählt oder sogar mittels Bildverarbeitung vom System erkannt werden.

### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- zentrale Verfügbarkeit von Daten
- Wearables und mobile Endgeräte
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung



✓

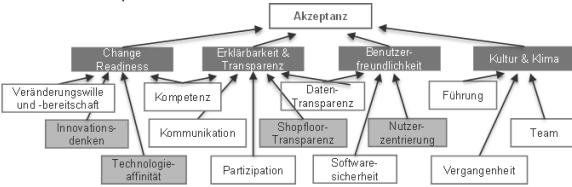
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



Meetings &amp; Wissens-austausch

## Kennzahlen per mobiler App / Shopfloor AR

2/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen Shopfloor Management ist die Nutzung einer App zum Anzeigen von Shopfloor Management Inhalten nicht sinnvoll.	Im digitalisierten Shopfloor Management ist die Nutzung einer App zum Anzeigen von Shopfloor Management Inhalten nicht sinnvoll.	Die Software zur Visualisierung der Shopfloor Management Inhalte bietet die Möglichkeit zur Anzeige der Inhalte auf Smartphones oder Tablets. Mitarbeitende haben Zugang zu einer SFM-App.	Die Software zur Visualisierung der Shopfloor Management Inhalte bietet die Möglichkeit zur Anzeige der Inhalte auf Smartphones oder Tablets mittels AR. Mitarbeitende haben Zugang zu einer SFM-App, welche AR-Technologie unterstützt.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%			Der Einsatz einer App zum Abruf von Kennzahlen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Verbesserung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere die Schnittstelle von mobilen Endgeräten zum digitalen Shopfloor-Board.	Es werden erste Versuche und Experimente mit AR durchgeführt, um Kennzahlen auf iPads oder Smartphones darzustellen. Hierzu werden zunächst mittels QR-Codes oder Barcodes die Anlagen identifiziert.
50%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von mobilen Apps zum Abruf von Kennzahlen ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Mitarbeitenden mit ihren mobilen Endgeräten über eine App auf die Kennzahlen zugreifen können, die auf dem digitalen Shopfloor Board visualisiert sind.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von AR auf dem Shopfloor ist definiert. Ein standardisiertes Konzept für die Verlinkung von AR mit realer Produktion ist definiert und durch Prototypen validiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Mitarbeitenden AR-fähige Geräte für ihre Aufgaben nutzen.
75%			Mobile Apps zum dezentralen Zugriff auf die Kennzahlen des Shopfloor Boards werden flächendeckend eingesetzt, sodass die Transparenz und Flexibilität für die Mitarbeitenden steigt.	AR wird flächendeckend auf dem gesamten Shopfloor von Mitarbeitenden genutzt. Das reale Sichtfeld der Mitarbeitenden wird situations-standortspezifisch um virtuelle Einblendungen von bspw. Kennzahlen, Produktionsdaten, Maschinenzustände oder Handlungshinweise ergänzt.
100%			Optimaler Einsatz der mobilen Apps zum Kennzahlenabruft auf dem Shopfloor. Bei Bedarf werden die Zugriffsmöglichkeiten der App auf andere digitale Kennzahlensysteme erweitert.	Optimaler Einsatz von AR auf dem Shopfloor. Die Visualisierungsmöglichkeiten der AR-Software und die Anwendungsfälle der AR-fähigen Geräte werden kontinuierlich verbessert und erweitert.

## Definierte Zielkorridore

1/2

### Beschreibung

Für jede definierte Kennzahl im Shopfloor Management wird ein zu erreichendes bzw. zu erfüllendes Ziel definiert. Nur mit Hilfe von Zielen ist es möglich den Verlauf der Kennzahlen beurteilen zu können. Hierzu werden mittels des Hoshin Kanri Management die Ziele für die einzelnen Kennzahlen aus den Unternehmenszielen in Produktionsziele, Abteilungsziele und Shopfloor Management Bereichsziele hergeleitet. Bei der Zielerdefinition muss das SMART-Kriterium berücksichtigt werden. Entsprechend müssen die Ziele spezifisch, messbar, akzeptiert, realisierbar und terminierbar sein. Bei der Zielerstellung werden die Führungskräfte der Produktion aller Shopfloor Management Kaskaden im Idealfall beteiligt. Im analogen und digitalisierten Shopfloor Management werden die Ziele statisch auf den Kennzahlendiagrammen angezeigt. Im digital/vernetzten Shopfloor Management können die Ziele entsprechend der SFM-Kaskade variieren und die Ziele können auch unmittelbar in der Shopfloor Management Besprechung angepasst werden. Im smart-autonomen Reifegrad analysiert eine KI die Abweichungen und erstellt daraus Trends für zukünftige Kennzahlen. Anhand dieser Trends kann die KI die zukünftigen Zielkennzahlen entsprechend anpassen und somit die Produktion optimieren. Die dadurch entstehenden Zielkorridore der Kennzahlen sind dynamisch und ändern sich, basierend auf Prognosen, automatisch.

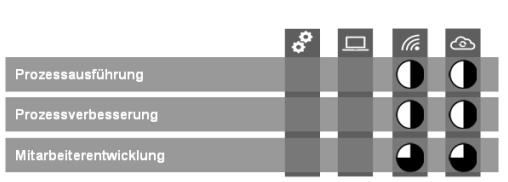


Karlsruher Institut für Technologie

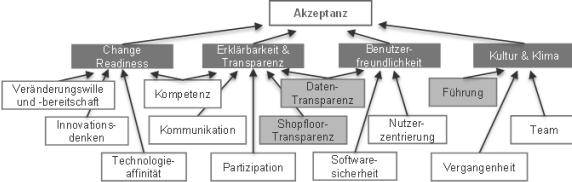
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Definierte Zielkorridore

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen Shopfloor Management sind für jede Kennzahl statische Ziele hinterlegt. Die Ziele werden regelmäßig von den Führungskräften überprüft und mittels Hoshin-Kanri-Management neu gesetzt.	Im digitalisierten Shopfloor Management sind für jede Kennzahl statische Ziele hinterlegt. Die Ziele werden regelmäßig von den Führungskräften überprüft und mittels Hoshin-Kanri-Management neu gesetzt.	Im digitalen Shopfloor Management sind für jede Kennzahl dynamische Ziele hinterlegt. Die Ziele können unmittelbar im SFM-Meeting angepasst werden, wodurch auf sich verändernde Umweltbedingungen reagiert werden kann.	Im smart/autonomen Shopfloor Management sind für jede Kennzahl dynamische Ziele hinterlegt. Die Ziele werden im SFM-Meeting angepasst. Eine KI unterstützt dabei, indem basierend auf Absatzprognosen und Szenariotechnik Ziele automatisch bestimmt werden.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%			Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung dynamischer Zielkorridore ist geplant. Es werden klare Regeln für SFM-Moderatoren, wann, bis zu welchen Zieles im Rahmen des SFM-Meeting angepasst werden dürfen. Das Digitale Shopfloor Board ermöglicht die Anpassung von Zielen innerhalb der Kennzahlenvisualisierungen...	Der Einsatz von dynamischen, KI-unterstützten Zielkorridoren ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere der automatische Soll-Ist-Abgleich. Den SFM-Moderatoren werden Informationen zu Verfügung gestellt, mit denen Zielkorridore im SFM-Meeting geändert werden können.
50%			Dynamische Zielkorridore werden flächendeckend genutzt. Die SFM-Moderatoren passen Ziele der Kennzahlen dynamisch an und dies ist notwendig. Es existiert kein KI-System, das SFM-Moderatoren kann Ziele im Rahmen des SFM-Meeting angepasst werden dürfen. Das Digitale Shopfloor Board ermöglicht die Anpassung von Zielen innerhalb der Kennzahlenvisualisierungen...	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von dynamischen, KI-unterstützten Zielkorridoren ist fertiggestellt. Die Übergangsphase beginnt, in der die KI Trends für die ersten Kennzahlen prognostiziert und darauf aufbauend die Zielkorridore der Kennzahlen anpasst.
75%			Optimaler Einsatz dynamischer Zielkorridore. Es werden Maßnahmen vorgenommen, um die Prognose von Zielen und der Erfüllung mittels KI-Systemen zu überprüfen und Vorschläge zu möglichen Zielanpassungen zu generieren. SFM-Moderatoren können die sich ändernden Zielkorridore interpretieren und wissen, wie damit umgegangen wird.	Dynamische, Zielkorridore kommen flächendeckend auf dem KI-unterstützte Shopfloor zum Einsatz. Die KI ermöglicht einen optimalen Produktionsablauf durch automatische und dynamische Anpassung der Zielkorridore für Kennzahlen.
100%				Optimaler Einsatz dynamischer, KI-unterstützter Zielkorridore. Das unterstützende KI-System kommt zu zuverlässigen Prognosen. Es wird flächendeckend im Unternehmen eingesetzt. SFM-Moderatoren können die sich ändernden Zielkorridore interpretieren und wissen, wie damit umgegangen wird.



Karlsruher Institut für Technologie

## Schichtplan

1/2

**Beschreibung**

Der Schichtplan beschreibt die geplante Zuteilung der Mitarbeitenden auf die Arbeitsschichten und wird im morgendlichen Shopfloor Meeting besprochen. Dabei versucht sich die Führungskraft zusätzlich einen Überblick über die anwesenden Mitarbeitenden. Basierend auf den Informationen des geplanten Produktionsprogramms, den gemeldeten Störungen oder Engpassen, wird gemeinsam im Rahmen des SFM-Meetings der Schichtplan basierend auf den Qualifikationen und Interessen der Mitarbeitenden der Schichtplan gegebenenfalls kurzfristig angepasst. In diesem Rahmen können auch Personalengpässe aufgrund von Krankheit oder Anlagenstörungen gemeldet werden, so dass der SFM-Moderator diese Information in der nächsten SFM-Kaskade besprechen kann. Es wird damit eine Transparenz über die täglich vorhanden Personalkapazitäten geschaffen.

In der digitalen Ausprägung ist es den Mitarbeitenden möglich mithilfe einer digitalen App auf den Mobilien Endgeräten der Mitarbeitenden den Schichtplan digital abzurufen. Zudem können Schichtwechselanfragen in der App gestellt und von einer Führungskraft gewährt werden. Die Erstellung des Schichtplans wird zudem von einem digitalen System unterstützt, wobei auch die Qualifikationen, der Weiterbildungsbedarf, Interessen der Mitarbeitenden und die aktuelle Auftragslage berücksichtigt wird.

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

**Analog:**

- keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digitalisiert:**

- digitalisiertes Shopfloor Board
- Qualifikationsmatrix

**Digital/vernetzt:**

- Digitale ERP-Anbindung
- MES
- Digitales Shopfloor Board
- Digitale Qualifikationsmatrix

**Smart/autonom:**

- digitaler Schichtplan
- Digitale ERP-Anbindung
- MES
- Digitales Shopfloor Board
- Digitale Qualifikationsmatrix
- vernetzte Instandhaltungsplanung
- Zukunfts-fähige Kommunikationsnetzwerke

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

**Maßnahmen & Problemlösung**

- Meetings & Wissens-austausch

## Schichtplan

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Ein manueller Schichtplan wird auf einem Flipchart, einem Whiteboard oder ähnlichem dargestellt. Im Rahmen des Shopfloor Management wird dieser besprochen und ggf. angepasst.	Ein manueller Schichtplan wird auf einem digitalen Bildschirm dargestellt. Im Rahmen des Shopfloor Management wird dieser besprochen und kann im Nachgang von dem SFM-Moderator angepasst werden.	Ein digitaler Schichtplan wird basierend auf den im ERP/MES hinterlegten Profilen automatisch erstellt und visualisiert. Darstellung des Schichtplans auf dem digitalen Shopfloor Board. Änderungen können im SFM-Meeting vorgenommen werden.	Ein digitaler Schichtplan wird basierend auf den Daten und Qualifikationsprofilen der Mitarbeitenden automatisch durch eine KI generiert. Dieser Schichtplan wird am digitalen Shopfloor Board dargestellt. Änderungen können im SFM-Meeting vorgenommen werden.
25%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
50%	Die Einführung eines analogen Schichtplans ist gestartet, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einührung erarbeitet werden. Es wird eine Vorlage für die manuelle Notation des Schichtplans erstellt, bspw. auf einem Flipchart oder Whiteboard.	Die Einführung eines digitalisierten Schichtplans ist gestartet, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen und eine geeignete Planungs- und Visualisierungsoffensive eingeführt.	Die Einführung eines digitalen Schichtplans ist gestartet, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine Möglichkeit zur automatischen Überprüfung der anwesenden Mitarbeitenden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des intelligenten Schichtplans ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die analogen Schichtpläne zunehmend digitalisiert werden und somit leichter durch manuelle Engpässen der Führungskräfte geändert werden können.
75%	Der analoge Schichtplan wird umfassend in den morgendlichen Shopfloor Meetings von Führungskräften eingesetzt, um alle Schichten so mit Mitarbeitenden zu besetzen, dass deren Qualifikationen mit den zu erledigenden Aufgaben übereinstimmen. Der analoge Schichtplan ist für alle Mitarbeitenden auf dem Shopfloor einsehbar.	Der digitalisierte Schichtplan wird umfassend in den morgendlichen Shopfloor Meetings von Führungskräften eingesetzt, um alle Schichten so mit Mitarbeitenden zu besetzen, dass deren Qualifikationen mit den zu erledigenden Aufgaben übereinstimmen. Der analoge Schichtplan ist für alle Mitarbeitenden auf dem Shopfloor einsehbar.	ach der automatischen Überprüfung der Anwesenheit der Mitarbeitenden wird in den morgendlichen Shopfloor Meetings am digitalen Shopfloor Board der Schichtplan erstellt, der die Anwesenheit mit den Qualifikationen besetzt, dass diese Qualifikationen mit den zu erledigenden Aufgaben übereinstimmen. Der digitale Schichtplan ist für alle Mitarbeitenden auf dem Shopfloor einsehbar.	Basierend auf der automatischen Überprüfung der anwesenden Mitarbeitenden erstellt die KI automatisch Schichtpläne unter Berücksichtigung der Qualifikationen der Mitarbeitenden. Der automatisch erstellte Schichtplan wird im morgendlichen Shopfloor Meeting besprochen und ist für alle Mitarbeitenden auf dem Shopfloor einsehbar.
100%	Optimaler Einsatz des analogen Schichtplans zur qualifikationsbezogenen Zuteilung von Mitarbeitern zu Aufgaben. Ggf. wird die Einführung eines digitalisierten Schichtplans geplant.	Optimaler Einsatz des digitalisierten Schichtplans zur qualifikationsbezogenen Zuteilung von Mitarbeitern zu Aufgaben. Ggf. wird die Einführung eines digitalen Schichtplans geplant.	Optimaler Einsatz des digitalen Schichtplans zur automatischen Anwesenheitsüberprüfung und qualifikationsbezogenen Zuteilung von Mitarbeitern zu Aufgaben. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf den digitalen Schichtplan geschaffen. Ggf. wird die Einführung eines intelligenten Schichtplans geplant.	Optimaler Einsatz des intelligenten Schichtplans zur automatischen Erstellung von Schichtplänen durch eine KI unter Berücksichtigung der Anwesenheit und Qualifikation der Mitarbeitenden. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf den intelligenten Schichtplan geschaffen.

**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie

## Qualifikationsmatrix

1/2

### Beschreibung

Die Qualifikationen der Mitarbeitenden werden in einer Matrix dargestellt, wobei jeder Mitarbeitende seinen aktuellen und den notwendigen Qualifikationen gegenübergestellt wird. Die Matrix wird teilweise im Shopfloor Meeting besprochen, um aufzuzeigen, welche Qualifikationen die Mitarbeitenden und Führungskräfte besitzen und wie sie sich weiterentwickeln können. So können gezielt Qualifizierungsmaßnahmen und Aus- sowie Weiterbildungsmaßnahmen oder der Besuch von Schulungen geplant werden.

Im Rahmen des digitalisierten Reifegrades wird hierzu eine eigenständige Software genutzt, wozu nur die Führungskräfte Zugang besitzen. Die Schulungsbedarfe und Qualifizierungsmaßnahmen werden sporadisch im Rahmen der SFM-Meetings besprochen, wobei die Informationen im Vorfeld dem SFM-Moderator durch eine Führungskraft zu Verfügung gestellt werden müssen.

In der digitalen Reifegrade ist die Software der Qualifikationsmatrix mit dem digitalen Shopfloor Board vernetzt und kann direkt im SFM-Meeting aufgerufen werden. Die Matrix wird mindestens einmal im Monat besprochen. Mitarbeitende verfügen über eigene Login-Daten und können so selbst Interesse an Schulung und Qualifizierung anmelden, gleichzeitig werden Mitarbeitende auch digital über wahrnehmende Schulungen informiert.

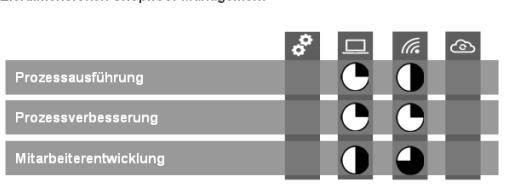


Karlsruher Institut für Technologie

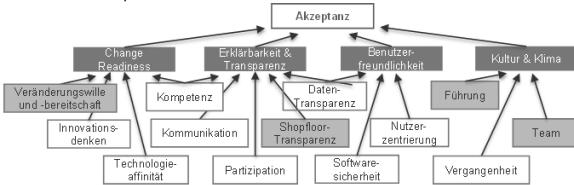
### Reifgradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



Karlsruher Institut für Technologie

## Qualifikationsmatrix

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Weiterqualifizierungsmaßnahmen werden ohne technische Unterstützung im SFM-Meeting besprochen. Qualifikationsprofile werden gesondert gepflegt.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Visualisierung der Qualifikationsmatrix auf einer digitalisierten Anzeige. Kann im Nachgang an das SFM-Meeting von der Führungskraft angepasst werden. Kann zur Besprechung von Weiterqualifizierungsmaßnahmen genutzt werden.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Visualisierung der Qualifikationsmatrix auf einer digitalen und interaktiven Anzeige. Kann im SFM-Meeting angepasst werden und zur Besprechung von Weiterqualifizierungsmaßnahmen genutzt werden.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Visualisierung der Qualifikationsmatrix auf einer digitalen und interaktiven Anzeige. Kann im SFM-Meeting angepasst werden und zur Besprechung von Weiterqualifizierungsmaßnahmen genutzt werden.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.
25%				
50%				
75%				
100%				

## Instandhaltungsplanung

1/2

### Beschreibung

Maschinen bzw. Werkzeuge werden präventiv gewartet, indem nach einem Instandhaltungsplan vorgegangen wird, der genau regelt, in welchen Zeitintervallen welche Maschine und welches Teil gewartet werden muss. Im Shopfloor Meeting werden die Instandhaltungsmaßnahmen besprochen und Mitarbeitenden zugewiesen. Die Instandhaltungsplanung berücksichtigt die aktuellen Fertigungsaufträge, sodass Wartungsarbeiten mit einem möglichst minimalen Ausfall der Produktion einhergehen. Im analogen Fall ist die Planung starr, sodass zum Teil noch funktionsfähige Teile ausgewechselt werden. Im digitalen und smarten Fall, werden Teile erst kurz vor dem Versagen gewartet/ausgetauscht.

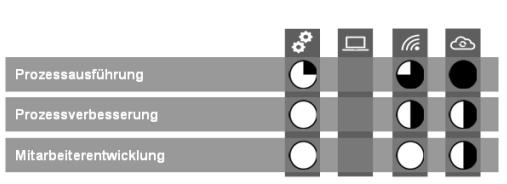


Karlsruher Institut für Technologie

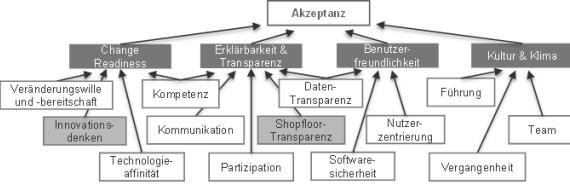
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Instandhaltungsplanung

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Manuelle Instandhaltungsplanung, basierend auf den Erfahrungen und Berichten im Rahmen des Shopfloor Management.	Manuelle Instandhaltungsplanung, welche digitalisiert visualisiert wird. Die Planung erfolgt basierend auf den Erfahrungen und Berichten im Rahmen des Shopfloor Management.	Analyse von digitalen Prozess-, Anlagen-, und Werkzeugdaten zur Einstellung von Prognosen über den Zeitpunkt des Versagens erforderlich	Automatische Analyse von Prozess-, Anlagen-, und Werkzeugdaten durch KI; Ermittlung des optimalen Zeitpunkts für Instandhaltungsmaßnahmen von KI bzgl. geprägter Zeitpunkt des Versagens und Auftragstage; MES erfordert
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die Einführung von analoger Instandhaltungsplanung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Wartungsbedürftige Maschinen und Werkzeuge werden ermittelt, inklusive deren voraussichtlichen Wartungsintervallen.			
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der analogen Instandhaltungsplanung ist definiert. Es werden die ersten festen Pläne in Form von Zeitintervallen für Wartung und Instandhaltungen erstellt.			
75%	Die analoge Instandhaltungsplanung wird flächendeckend für alle Maschinen und Werkzeuge auf dem Shopfloor eingesetzt. Instandhaltungsarbeiten werden unter Beobachtung der Planung von Führungskräften und Wartungsteams geplant. Im Shopfloor Meeting werden konkrete Instandhaltungsmaßnahmen besprochen und Mitarbeitenden zugewiesen.			
100%	Optimaler Einsatz der analogen Instandhaltungsplanung. Maschinen und Werkzeuge gehen nicht unverwert kaputt und müssen nicht während eines aktiven Auftrages repariert/ausgetauscht werden. Ggf. wird der Einsatz von digitaler Instandhaltungsplanung geplant.			



Karlsruher Institut für Technologie

## Maschinenzuteilung

1/2

### Beschreibung

Im täglichen Shopfloor Meeting werden die Maschinenverfügbarkeit und -belegung besprochen sowie die Maschinen den Mitarbeitenden und die Aufträge den entsprechenden Anlagen zugewiesen. Hierzu können Plantafeln oder auch Heijunka-Boards verwendet werden. Im Rahmen des SFM-Meetings erfolgt zudem ein Abgleich zwischen der Maschinenzuteilung, den Anlagenstörungen und der Instandhaltungsplanung, wodurch Anpassungen an den Plänen möglich sind.

Im Falle eines digital/vernetzten oder smart/autonomen Reifegradlevel, liegen für die Erstellung des Maschinenplans bereits alle Informationen in einer zentralen Datenbank zu Verfügung und es kann bereits im Vorfeld der SFM-Besprechung an vorhandene Störungen oder Wartungszyklen angepasst werden. Im Falle des smarten/autonomen Reifegrad wird die Planung dabei durch Künstliche Intelligenz unterstützt, wobei die KI basierend auf den vorhanden Anlagendaten, Werkzeugdaten, Prozessdaten, Mitarbeiterqualifizierung und Auslastung sowie Auftragseingang einen idealen Maschinenzuteilung vorimmt, welche den Mitarbeitenden im Rahmen der SFM-Meetings präsentiert und mit diesen besprochen wird.

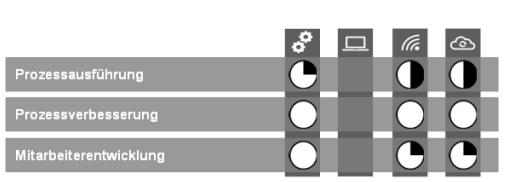


Karlsruher Institut für Technologie

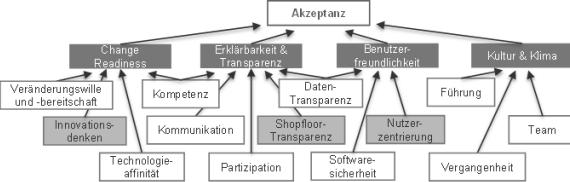
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Maschinenzuteilung

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	manuelle Visualisierung & Zuteilung von Maschinen, Aufträgen und Mitarbeitenden auf Whiteboard/Flipchart	manuelle Visualisierung & Zuteilung von Maschinen, Aufträgen und Mitarbeitenden auf digitalisiertem Shopfloor Board	Unterstützung der Führungskraft bei der Maschinenzuteilung durch Bereitstellung von digitalen Informationen zu Aufträgen und Maschinenstatus; digitale Anzeige für Visualisierung erforderlich; MES erforderlich	Automatische Maschinenzuteilung nach optimalen Einsatzgebiet durch KI; KI reagiert flexibel auf Produktionsänderungen
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die Einführung von analoger Maschinenzuteilung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es wird manuell die Verfügbarkeit und Belegung der Maschinen auf dem Shopfloor bestimmt.		Die Einführung von digitaler Maschinenzuteilung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzung für die Bereitstellung von digitalen Informationen zu Aufträgen und Maschinenstatus an die Führungskräfte geschafft.	Die Einführung von intelligenten Maschinenzuteilung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzung geschaffen, insbesondere wird die KI zur automatischen Maschinenzuteilung eingesetzt.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der analogen Maschinenzuteilung ist definiert. Es werden die ersten Maschinen manuell den anwesenden Mitarbeitenden und Aufträgen zugewiesen.		Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der digitalen Maschinenzuteilung ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die Maschinenzuteilung zunehmend auf den automatisch bereitgestellten Informationen zu Aufträgen und Maschinenstatus basiert.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der intelligenten Maschinenzuteilung ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der Maschinenzuteilung nicht mehr von Führungskräften sondern zunehmend von der KI erstellt werden.
75%	Die analoge Maschinenzuteilung wird flächendeckend für alle Maschinen auf dem Shopfloor eingesetzt. Maschinen werden manuell gemäß ihrer Verfügbarkeit geeigneten Aufträgen und anwesenden Mitarbeitenden zugewiesen. Die analoge Maschinenzuteilung wird im Shopfloor Meeting besprochen.		Die Erstellung der Maschinenzuteilung durch die Führungskräfte stützt sich auf automatisch bereitgestellte Informationen zu Aufträgen und Maschinenstatus und wird durch KI unterstützt. Die erstellte Maschinenzuteilung wird mittels geeigneter Software für alle Mitarbeitenden digital visualisiert und im Shopfloor Meeting besprochen.	Die intelligente Maschinenzuteilung wird flächendeckend für alle Maschinen und Werkzeuge auf dem Shopfloor eingesetzt. Die KI erhält automatisch mithilfe der digitalen Informationen zu Aufträgen und Maschinenstatus eine optimale Maschinenzuteilung, die sie basiert auf Produktionsänderungen anpassen kann.
100%	Optimaler Einsatz der analogen Maschinenzuteilung. Ggf. wird der Einsatz von digitaler Maschinenzuteilung geplant.		Optimaler Einsatz der digitalen Maschinenzuteilung. Ggf. wird der Einsatz von intelligenter Maschinenzuteilung geplant.	Optimaler Einsatz der intelligenten Maschinenzuteilung. Maschinen werden automatisch und flexibel Aufträgen und Mitarbeitenden zugewiesen.



Karlsruher Institut für Technologie

## Heijunka-Board – Plantafel für Aufträge

1/2

### Beschreibung

Bestandteil des Digitalen Shopfloor Managements ist die kurzfristige Produktionssteuerung, wozu die Einplanung und Umplanung von Produktionsaufträgen gehört sowie die Planung von Rüst- und Wartungsarbeiten im laufen Produktionsbetrieb. Ziel dabei ist, die Produktionssteuerung möglichst so zu gestalten, dass die Produktion möglichst effizient, ausgelastet und flexibel ist, dabei jedoch auch die Liefertermine eingehalten werden. Hierbei besteht ein Zielkonflikt zwischen einer hohen Auslastung und einer hohen Flexibilität, wobei es zu vielen Rüstzeiten und entsprechenden notwendigen Stillstandszeiten kommt. Mittels des Heijunka-Boards wird die Produktion in einheitliche sich immer wiederholende Intervalle unterteilt. Dabei wird jedes zu produzierende Produkt im Fertigungszeitraum in sich immer wiederholende Intervalle, in denen immer die gleiche Menge produziert wird, aufgeteilt. Das Heijunka-Board wird hierbei genutzt, um Aufträge auf die einzelnen Produktionsanlagen zu verteilen und diese ggf. im Rahmen der SFM-Besprechung umzuplanen. An der Plantafel können zudem Wartungsintervalle eingeplant werden. In der analogen Form werden hier Fächerätsel genutzt, während es im digital/vernetzten Reifegrad digitale Kanban-Boards oder Digitale Leistände gibt, die zur Feinplanung von Produktionsaufträgen genutzt werden. Das Heijunka-Board unterstützt damit die Produktionssteuerung und schafft Transparenz über die bestehende Auftragsplanung.

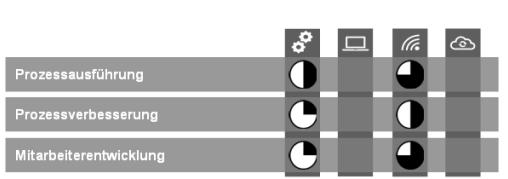


Karlsruher Institut für Technologie

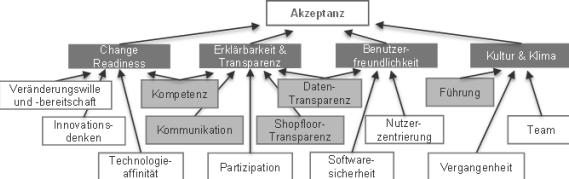
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Heijunka-Board – Plantafel für Aufträge

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG				
0%	Manuelle Glättung der Produktion von Hand mithilfe von Karten oder auf Whiteboard	Manuelles Eintragen der Aufträge direkt in einen digitalen Board oder in Excel mit digitaler Visualisierung auf digitalem Board; Visualisierungssoftware erforderlich	Automatische Visualisierung der Produktionsintervalle in Echtzeit auf digitalem Board; MES erforderlich	Automatische Visualisierung der Produktionsintervalle in Echtzeit auf digitalem Board; MES erforderlich
25%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
50%	Die Einführung eines analogen Heijunka-Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden interne Karten oder Formvorlagen auf einem Whiteboard erstellt.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des analogen Heijunka-Boards ist definiert. Es werden die ersten Produkte in sich wiederholende Produktionsintervalle eingeteilt.	Die Einführung eines digitalen Heijunka-Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des digitalen Heijunka-Boards ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der Produktionsintervalle zunehmend automatisch erstellt auf den digitalen Heijunka-Board visualisiert werden.
75%	Das analoge Heijunka-Board wird flächendeckend für die gesamte Produktion auf dem Shopfloor eingesetzt. Produkte wechseln sich wiederholende Produktionsintervalle ab, anhand dieser eine Ostung der Produktion manuell erstellt wird. Damit wird eine Überlastung der Produktion vermieden und Bedarfspitzen werden geglättet.		Das digitale Heijunka-Board wird flächendeckend für die gesamte Produktion auf dem Shopfloor eingesetzt. Produktionsintervalle werden automatisch erstellt und in Echtzeit aktualisiert. Damit wird automatisch eine Überlastung der Produktion vermieden und Bedarfspitzen werden geglättet.	
100%	Optimaler Einsatz des analogen Heijunka-Boards zur Produktionsglättung. Ggf. wird die Einführung eines digitalisierten Heijunka-Boards geplant.		Optimaler Einsatz des digitalen Heijunka-Boards zur Produktionsglättung. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die Produktionsintervalle geschaffen.	

## Maßnahmenliste

1/2

**Beschreibung**

Im Rahmen des Abweichungsmanagements im Shopfloor Management werden Sofortmaßnahmen zum Umgang mit Problemen bestimmt. Zusätzlich werden auch langerfristige Maßnahmen definiert. Maßnahmen beziehen sich hier auf das Beheben von Problemen, bspw. die Abweichung einer Kennzahlen von ihrem Soll-Wert. Die Maßnahmen werden im Shopfloor Meeting definiert und es werden Zuständigkeiten verteilt. Alle getroffenen Maßnahmen werden in Maßnahmenlisten protokolliert, wobei euch ein verantwortlicher Mitarbeiter und ein einzuhaltender Zeitpunkt ist zur Umsetzung festgelegt wird. In den darauffolgenden Shopfloor Meetings dienen die Maßnahmenlisten als Erinnerung für die ergriffenen Maßnahmen und es wird der Erfolg der getroffenen Maßnahmen bewertet. Waren diese erfolgreich können diese in neue Standards überführt werden, andernfalls werden neue Maßnahmen definiert. Gleichzeitig dienen die Maßnahmenlisten auch für die späteren Schichten bzw. für Mitarbeitende, welche nicht am SFM-Meeting teilnehmen konnten, als Informationsquelle.

Die Maßnahmenlisten werden direkt am oder neben dem Shopfloor Board visualisiert. Bei der Verwendung von digitalen Shopfloor Boards können die Maßnahmenlisten direkt am Board gepflegt werden und es können ggf. schon voreingestellte Maßnahmen ausgewählt werden.

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

**Analog:**

- keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digitalisiert:**

- analoge Maßnahmenliste
- digitalisiertes Shopfloor Board

**Digital/vernetzt:**

- Digitalisierte Maßnahmenliste
- Digitales Shopfloor Board

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

**Maßnahmen & Problemlösung**

**Meetings & Wissens-austausch**

---

## Maßnahmenliste

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrade (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen SFM wird eine Maßnahmenliste auf Papier (z.B. Flipchart) geführt, auf dem alle ergriffenen Maßnahmen inkl. Verantwortlichkeiten und Zeitpunkten eingetragen werden.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Im digitalisierten SFM wird vom SFM-Moderator eine Maßnahmenliste mit Verantwortlichkeiten und Zeitpunkten geführt, welche im Nachgang digitalisiert wird und auch am digitalisierten Shopfloor Board visualisiert wird.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die Einführung einer analogen Maßnahmenliste zur Problemlösung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Die Einführung einer digitalisierten Maßnahmenliste zur Problemlösung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Möglichkeiten zur mündlichen Digitalisierung der analogen Maßnahmenliste geschaffen, inklusive der Möglichkeit zur digitalen Visualisierung des Bearbeitungsstatus.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung einer analogen Maßnahmenliste ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Maßnahmen zur Problemlösung auf der Liste erfasst und Mitarbeitenden zugeordnet werden.	Die digitalisierte Maßnahmenliste wird standardisiert eingesetzt und kann manuell aktualisiert werden. Die digitalisierte Maßnahmenliste zeigt nach der Aktualisierung jeweils den aktuellen Bearbeitungsstatus der Maßnahmen an und kann auf digitalem Weg an Mitarbeitenden verteilt werden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung einer digitalisierten Maßnahmenliste ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Maßnahmen zur Problemlösung digitalisiert werden und die Bearbeitungsstatus einzelner Maßnahmen visualisiert wird.	Die digitale Maßnahmenliste visualisiert und aktualisiert automatisch und Echtzeit den Status und die Verantwortlichkeit aller definierten Maßnahmen zur Problemlösung. Die Maßnahmenliste kann über eine Zeit unbeeinträchtigt Maßnahmen vornehmen, während hervorgehoben, sodass die Transparenz und Effizienz der Maßnahmenliste steigt.
75%	Die analoge Maßnahmenliste wird standardisiert, um Maßnahmen zur Problemlösung zu planen, nachvollziehbar zu machen und verantwortlichen Mitarbeitenden zuzuordnen.	Die digitalisierte Maßnahmenliste wird standardisiert eingesetzt und kann manuell aktualisiert werden. Die digitalisierte Maßnahmenliste zeigt nach der Aktualisierung jeweils den aktuellen Bearbeitungsstatus der Maßnahmen an und kann auf digitalem Weg an Mitarbeitenden verteilt werden.	Die digitale Maßnahmenliste visualisiert und aktualisiert automatisch und Echtzeit den Status und die Verantwortlichkeit aller definierten Maßnahmen zur Problemlösung. Die Maßnahmenliste kann über eine Zeit unbeeinträchtigt Maßnahmen vornehmen, während hervorgehoben, sodass die Transparenz und Effizienz der Maßnahmenliste steigt.	Optimale Nutzung der digitalisierten Maßnahmenliste. Ggf. wird der Einsatz einer digitalen Maßnahmenliste geplant.
100%	Optimale Nutzung der analogen Maßnahmenliste. Ggf. wird der Einsatz einer digitalisierten Maßnahmenliste geplant.	Optimale Nutzung der digitalisierten Maßnahmenliste. Ggf. wird der Einsatz einer digitalen Maßnahmenliste geplant.	Optimale Nutzung der digitalen Maßnahmenliste. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die digitale Maßnahmenliste ergänzt.	Optimale Nutzung der digitalen Maßnahmenliste. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf die digitale Maßnahmenliste ergänzt.

**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie

## Störmeldesystem

1/2

### Beschreibung

Störungen sind häufig die Ursache, dass Ziele innerhalb der Produktion und einzelner Shopfloor Bereiche nicht erfüllt werden. Damit Störungen in der kurzfristigen und tagesaktuellen Produktionssteuerung berücksichtigt werden können, müssen diese im Rahmen des Shopfloor Meetings besprochen werden. Hierzu müssen die Störungen zunächst durch Mitarbeitende erfasst werden, im Idealfall bereits vor dem SFM-Meeting, spätestens jedoch im Verlauf des SFM-Meetings. Durch die Dokumentation der Störungen am Shopfloor Board oder einem Störmeldesystem werden somit auch nachfolgende Schichten über die Störung informiert. Zudem können Führungskräfte die Störungen an andere Abteilungsleiter / Bereiche melden, um gemeinsam einen eventuellen Störungsschwerpunkt und Maßnahmen festzustellen. Im Rahmen der KVP langfristige Maßnahmen zur Behebung der Störung definiert. Im Rahmen des digital/vernetzten Shopfloor Managements sind Störmeldesystem, Maßnahmenliste und Shopfloor Board miteinander verknüpft (z.B. zentrale Datenbank), wodurch eine gute Datenbasis für den Einsatz von KI im smart/autonomen SFM entstehen kann. Dabei kann KI zur automatischen Detektion von Störungen und der Bestimmung geeigneter Sofortmaßnahmen genutzt werden.

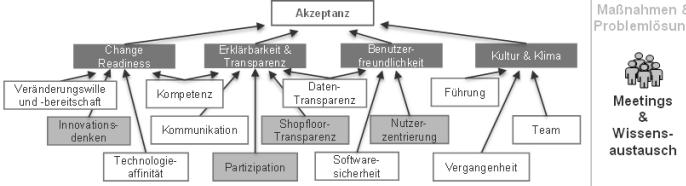
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



Karlsruher Institut für Technologie



IT-Enabler



Ressourcen-steuerung



Meetings &amp; Wissens-austausch

## Störmeldesystem

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrade (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Störungen von Anlagen und Prozessen werden unmittelbar im analogen SFM im SFM-Meeting an einem Flipchart notiert.	manuelle Visualisierung & Zuteilung von Maschinen, Aufträgen und Mitarbeitenden auf digitalisiertem Shopfloor Board.	Im digitalen SFM ist das SFM-Board mit einem Störmeldesystem verknüpft, in welches bereits im Vorfeld Störungen eingegeben werden. Im SFM-Meeting werden die eingegebenen Störungen besprochen und dienen als Information für die Mitarbeitenden / andere Schichten.	Im smart/autonomen SFM ist das SFM-Board mit einem Störmeldesystem verknüpft, welches basierend auf den erfassten Prozess- und Anlagendaten Störungen erkennt und diese automatisch beschreibt. Die Störungen werden einschließlich im SFM-Meeting besprochen.
25%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt. Die Einführung eines analogen Störmeldesystems ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines analogen Störmeldesystems ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Produktionsstörungen von Mitarbeitenden auf einem Flipchart eingetragen werden.		Die Einführung eines digitalen Störmeldesystems ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Funktionen am digitalen Shopfloor Board und auf den mobilen Endgeräten der Mitarbeiter eingeführt.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung eines intelligenten Störmeldesystems ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Produktionsstörungen von Mitarbeitenden direkt über das digitale Shopfloor Board oder von ihren mobilen Endgeräten aus gemeldet werden.
75%	Das analoge Störmeldesystem wird fachbedeckend für den Shopfloor genutzt, um nachfolgende Schichten und Führungskräfte über aktuelle Störungen zu informieren.		Das digitale Störmeldesystem wird umfassend genutzt, um Störungen von überall auf dem Shopfloor aus zu melden. Nachfolgende Schichten und Führungskräfte können alle Störungen auf dem digitalen Shopfloor Board einschließen und die Störungsbefehle werden auf digitalen Weg an geeignete Ansprechpartner kommuniziert.	Das intelligente Störmeldesystem ist flächendeckend auf dem Shopfloor im Einsatz. Durch die datenbasierte Prognose von möglichen Störungen und deren automatische Korrelation an verantwortliche Führungskräfte oder Mitarbeitende werden Störungen aktiv vor ihrem Auftreten verhindert.
100%	Optimale Nutzung des analogen Störmeldesystems. Ggf. wird der Einsatz eines digitalen Störmeldesystems geplant.		Optimale Nutzung des digitalen Störmeldesystems. Ggf. wird der Einsatz eines intelligenten Störmeldesystems geplant.	Optimale Nutzung des intelligenten Störmeldesystems. Die KI kann Störungen immer zuverlässiger und präziser vorhersagen.



Karlsruher Institut für Technologie

## Integration von Problemanalysemethoden (Smart Analytics)

1/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Beschreibung

Mithilfe von Problemanalysemethoden (Ishikawa, 5W, Pareto, ...) können durch konsequente Anwendung von den Mitarbeitenden etwaige Problemursachen gefunden werden. Wird eine mögliche Ursache gefunden, werden sofort oder langfristige Maßnahmen zur Behebung des Problems definiert.

Durch Smart Analytics können Mitarbeitende Anlagen- und Werkzeugdaten aus vorherigen Schichten/Monaten per mobilem Endgerät aus einer Cloud laden und so erste Analysetechniken (z.B. Pivot-Diagramme) direkt auf dem Shopfloor durchführen.

Der intelligente Problemlösungsprozess wird von einer KI durchgeführt, die mittels eines Maßnahmenkatalogs automatische Lösungen für ein aktuelles Problem mithilfe alter Maßnahmen aus dem Katalog vorschlägt. Diese Maßnahmen werden automatisch an den zuständigen Mitarbeiter kommuniziert.

### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

##### Analog:

- keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung
- Digitales Störmelesystem
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitales Shopfloor Board
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke
- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen
- Digitales KVP-Board

##### Digital/vernetzt:

- Digitales KVP-Board
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitale Integration von Problemanalysemethoden
- Digitales Störmelesystem
- Digitales Shopfloor Board
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke
- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen

##### Smart/autonom:

- Digitales KVP-Board
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitale Integration von Problemanalysemethoden
- Digitales Störmelesystem
- Digitales Shopfloor Board
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke
- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung

✓ Maßnahmen &amp; Problemlösung

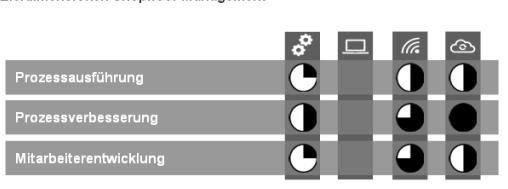


Meetings &amp; Wissensaustausch

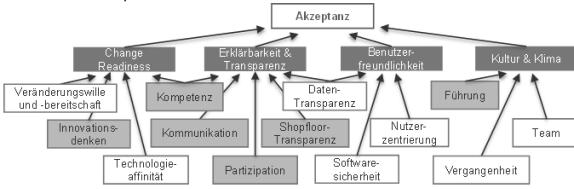
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## Integration von Problemanalysemethoden (Smart Analytics)

2/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merkmal je RG	Im analogen SFM werden Vordrucke und Vorlagen für die Problemanalysemethoden bereitgestellt. Innerhalb der SFM-Meetings werden Teams zur Problem analyse definiert.	Im digitalisierten SFM werden digitale Systeme zur Durchführung der Problemanalyse bereitgestellt. Diese können im SFM-Board integriert werden, bzw es können Ergebnisse im SFM-Board dargestellt werden. Ein digitaler Workflow unterstützt die Mitarbeitenden dabei.	Im digitalen SFM werden digitale Systeme zur Durchführung der Problemanalyse bereitgestellt. Diese können im SFM-Board integriert werden. Ein digitaler Workflow unterstützt die Mitarbeitenden dabei.	Im smart/autonom SFM werden Instrumente des Smart Analytics zur Durchführung der Problemanalyse bereitgestellt. Diese können im SFM-Board integriert werden. Ein digitaler Workflow und eine KI, unterstützt die Mitarbeitenden bei der Analyse von Problemen.
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die analoge Anwendung von Problemanalysemethoden ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.			
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung der analogen Anwendung von Problemanalysemethoden ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der Mitarbeitende mithilfe der Durchführung von Problemanalysemethoden auf Papier sowohl Ursachen als auch Gegenmaßnahmen identifizieren.			
75%	Die analoge Anwendung von Problemanalysemethoden wird flächendeckend auf dem Shopfloor genutzt. Anhand von Vordrucken verschiedener Problemanalysemethoden identifizieren die Mitarbeitenden selbstständig Ursachen für Probleme und definieren Maßnahmen zur Problemlösung.			
100%	Optimale analoge Anwendung von Problemanalysemethoden.	Optimale digitale Anwendung von Problemanalysemethoden auf dem Shopfloor.	Optimale digitale Anwendung von Problemanalysemethoden auf dem Shopfloor.	Optimale Anwendung von Smart Analytics zur Analyse und Behebung von Problemen.

## Ishikawa-Diagramm

1/2

**Beschreibung**  

Das Ishikawa-Diagramm ist eine weit verbreitete Möglichkeit zur Identifikation von Problemursachen und stellt entsprechend eine Methode zur Ursachenanalyse dar. Es ist zudem bekannt als Fischgräten-Diagramm oder Ursache-Wirkungs-Diagramm. Das Ishikawa-Diagramm bietet den Mitarbeitenden beziehungsweise dem KVP-Team eine Struktur zur Ursachenanalyse, indem es Kriterien bei der Ursachenanalyse für Probleme vor gibt. Das Diagramm ähnelt in seiner Struktur einem Fischgräten-Skelett, wobei die Wirbelsäule (waagrechter Strich) das zu untersuchende Problem darstellt. Die vertikal verlaufenden Striche stellen mögliche Hauptursachen dar, welche im Rahmen des Brainstormings dann detailliert werden. Häufig werden alle Hauptursachen die folgenden Kategorien: Mensch, Prozess, Maschine, Material, Messung und Umwelt vorgegeben, wobei jederzeit weitere Kategorien hinzugenommen werden können, oder anders betitelt werden können. Im Rahmen von Workshops mit den Prozessexperten oder dem KVP-Team wird anschließend nach Ursachen innerhalb der Hauptursachen gesucht, die als mögliche Verursacher des Problems in Frage kommen könnten. Üblicherweise wird das Ishikawa-Diagramm an Vordrucken, welche in den Shopfloor Management Bereichen ausliegen durchgeführt. Im Rahmen des Digitalen Shopfloor Management können auch digitale Instrumente genutzt werden, die im digitalen Shopfloor Board integriert sind.

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**



**Implementierungshinweise**

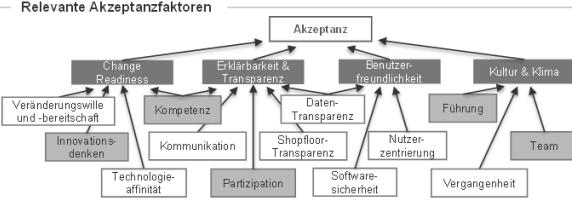
**Technische Voraussetzungen**

- Analog:** • keine weiteren DSFM-Elemente als technische Voraussetzung
- Digital/vernetzt:** • Digitales Shopfloor Board

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	●	●	●	●
Mitarbeiterentwicklung	●	●	●	●

**Relevante Akzeptanzfaktoren**



**Maßnahmen & Problemlösung**

- Meetings & Wissens-austausch

## Ishikawa-Diagramm

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog				digitalisiert				digital/vernetzt				smart/autonom			
	0%	25%	50%	75%	100%	0%	25%	50%	75%	100%	0%	25%	50%	75%	100%	
Merkmale je RG																
0%	Im analogen SFM werden Vordrucke für die Durchführung von Ishikawa-Diagrammen im Shopfloor Management Bereich bereitgestellt. Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.				Im digitalisierten SFM werden Vordrucke für die Durchführung von Ishikawa-Diagrammen im Shopfloor Management Bereich bereitgestellt. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse im Anschluss digitalisiert. Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.				Im digital/vernetzten SFM werden digitale Instrumente für die Anwendung von Ishikawa-Diagrammen bereitgestellt. Diese sind mit dem digitalen Shopfloor Board vernetzt, oder die Ergebnisse können einfach in das digitale Shopfloor Board integriert werden. Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.				Im smart/autonomen SFM werden digitale Instrumente für die Anwendung von Ishikawa-Diagrammen bereitgestellt. Diese sind mit dem digitalen Shopfloor Board vernetzt, oder die Ergebnisse können einfach in das digitale Shopfloor Board integriert werden. Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.			
25%	Bei der Durchführung von Ursachenanalysen für aufgetretene Probleme sollen Ishikawa-Diagramme angefertigt werden. Die SFM-Moderatoren und Prozessgenieure kennen die Methodik zur Ursachenanalyse.				Bei auftretenden Problemen, dessen Ursache nicht in kurzer Zeit identifiziert werden kann, wird standardmäßig eine strukturierte Ursachenanalyse mit Hilfe des Ishikawa-Diagramms durchgeführt. Es stehen hierzu Vordrucke zu Verfügung, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen.				Bei der Durchführung von Ursachenanalysen für aufgetretene Probleme sollen Ishikawa-Diagramme angefertigt werden. Die SFM-Moderatoren und Prozessgenieure kennen die Methodik zur Ursachenanalyse. Die Diagramme werden mit Hilfe von nicht standardisierten digitalen Instrumenten durchgeführt.				Bei auftretenden Problemen, dessen Ursache nicht in kurzer Zeit identifiziert werden kann, steht standardmäßig eine strukturierte digitale Ursachenanalyse mit Hilfe des digitalen Shopfloor Boards zur Verfügung. Die Mitarbeiter kennen alle die zu nutzenden digitalen Software zur Ursachenanalyse und können diese eigenständig für die Ursachenanalyse nutzen.			
50%	Bei auftretenden Problemen, dessen Ursachen nicht in kurzer Zeit identifiziert werden, wird standardmäßig eine strukturierte Ursachenanalyse mit Hilfe des Ishikawa-Diagramms durchgeführt. Es stehen hierzu Vordrucke zu Verfügung, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen.				Bei auftretenden Problemen, dessen Ursachen nicht in kurzer Zeit identifiziert werden, wird standardmäßig eine strukturierte digitale Ursachenanalyse mit Hilfe des digitalen Shopfloor Boards zur Verfügung. Die Mitarbeiter kennen alle die zu nutzenden digitalen Software zur Ursachenanalyse und können diese eigenständig für die Ursachenanalyse nutzen.				Bei auftretenden Problemen, dessen Ursachen nicht in kurzer Zeit identifiziert werden, wird standardmäßig eine strukturierte digitale Ursachenanalyse mit Hilfe des digitalen Shopfloor Boards zur Verfügung. Die Mitarbeiter kennen alle die zu nutzenden digitalen Software zur Ursachenanalyse und können diese eigenständig für die Ursachenanalyse nutzen.				Optimale und routinierte Durchführung der Ursachenanalyse mit Hilfe des Ishikawa-Diagramms. Es werden bereits vertiefende Methoden zur Ursachenanalyse angewendet.			
75%																
100%																

**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie

## 8D-Report

1/2

### Beschreibung

Ein 8D-Report ist ein strukturierter und standardisierter Prozess zur Beschreibung, zum Umgang, zur Kommunikation und zur Lösung von Problemen, die häufig im Zusammenhang mit Kundenreklamationen (sowohl intern als auch extern) stehen.

Die 8D's sind Synonyme für die 8 Schritte, welche bei einem strukturierten 8D-Report durchlaufen werden:

1. Zusammenstellung eines Teams aus Prozessexperten, Qualitätsverantwortlichen und Personen mit Bezug zum aufgetreten Problem
2. Beschreibung des Problems, möglichst präzise und zudem die Beschreibung der Auswirkungen dessen
3. Definition von Sofortmaßnahmen zum Umgang mit dem Problem und dessen Auswirkungen
4. Ursachenanalyse zur Identifikation der Problemmursachen, damit das Problem langfristig gelöst wird
5. Fehlerbehebung bzw. Entwicklung von Lösungen, basierend auf den identifizierten Ursachen
6. Bewertung der identifizierten Lösungen auf ihre Wirksamkeit und setzen neuer Produktionsstandards
7. Vorbeugende Maßnahmen definieren, die ergriffen werden können, dass ähnliche Probleme erkannt werden oder nicht entstehen
8. Anerkennung des Teams in Form von Lob und Anerkennung

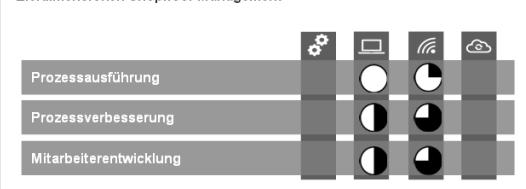


Karlsruher Institut für Technologie

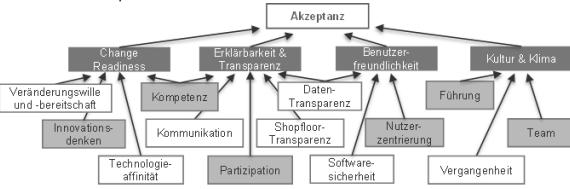
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



Maßnahmen & Problemlösung  
Meetings & Wissens-austausch

## 8D-Report

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen SFM wird auf digitalisierte Vordrucke für die Durchführung von 8D-Reports zurückgegriffen. Die Durchführung an Papier-Vordrucken ist nicht sinnvoll.	Im digitalisierten SFM werden digitalisierte Formulare für die Durchführung von 8D-Reports bereitgestellt. Der Verantwortliche führt mit dem bestellten Team den 8D-Prozess aus und leitet diesen an. Die Teams für den 8D-Report finden sich im SFM-Meeting.	Im digitalvernetzten SFM werden digitale Formulare (mit Auswahlmöglichkeiten) für die Durchführung von 8D-Reports bereitgestellt. Der CO-Prozess wird eigenständig von bestellten Team durchgeführt. Die Teams für den 8D-Report finden sich im SFM-Meeting.	Im smart/autonomen SFM werden digitale Instrumente für die Durchführung von 8D-Reports bereitgestellt. Diese sind mit dem digitalen Shopfloor Board vernetzt, oder die Ergebnisse können einfach in das digitale Shopfloor Board integriert werden.
0%	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%		Bei Auftreten eines Problems (mit negativer Wirkung auf die Kundenzufriedenheit), soll ein 8D-Report angefordert werden. Die SFM-Moderatoren und Prozessingenieure kennen die Methodik. Die Anwendung und Durchführung eines 8D-Reports benötigt jedoch noch Unterstützung durch Experten.	Bei Auftreten eines Problems (mit negativer Wirkung auf die Kundenzufriedenheit), soll ein 8D-Report angefordert werden. Die SFM-Moderatoren und Prozessingenieure kennen die Methodik. Es stehen hierfür digitalisierte Formulare zu Verfügung, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen. Die Anwendung und Durchführung eines 8D-Reports erfolgt unter Anleitung von Experten.	Bei Auftreten eines Problems (mit negativer Wirkung auf die Kundenzufriedenheit), wird standardmäßig ein 8D-Report durchgeführt. Es stehen hierfür standardisierte digitale Formulare, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen. Die Anwendung und Durchführung eines 8D-Reports erfolgt eigenständig durch das beauftragte Team.
50%			Bei Auftreten eines Problems (mit negativer Wirkung auf die Kundenzufriedenheit), wird standardmäßig ein 8D-Report durchgeführt. Es stehen hierfür standardisierte digitale Formulare, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen. Die Anwendung und Durchführung eines 8D-Reports erfolgt eigenständig durch das beauftragte Team.	Bei Auftreten eines Problems (mit negativer Wirkung auf die Kundenzufriedenheit), wird standardmäßig ein 8D-Report durchgeführt. Es stehen hierfür standardisierte digitale Formulare, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen. Die Anwendung und Durchführung eines 8D-Reports erfolgt eigenständig durch das beauftragte Team.
75%			Optimale und routinierte Durchführung der 8D-Reports mit Hilfe digitalisierter Formulare. Es werden bereits weitere Methoden zur Ursachenanalyse angewendet.	Optimale und routinierte Durchführung der digitalen 8D-Reports in den bereitgestellten Softwarelösungen. Es werden bereits weitere Methoden zur Ursachenanalyse angewendet.
100%				

## 5-Why

1/2

### Beschreibung

Im Shopfloor Management beschreibt die Methode "5 Mal warum" eine Methode zur Ursachenanalyse, um den Ursprung eines Problems oder einer Störung zu ergründen. Die Idee hinter "5 Mal warum" ist, dass man nicht nur die oberflächlichen Symptome eines Problems berücksichtigt, sondern die Problemursache (Wurzel des Problems) versucht zu identifizieren, um daraus eine langfristige Lösung ableiten. Die Methode besteht aus der wiederholten Frage "Warum?". Diese Frage sollte circa fünfmal gestellt werden, um zum grundlegenden Kernproblem, also der Problemursache zu gelangen. Jede Antwort auf die Frage "Warum?" führt zu einer weiteren Frage, die darauf abzielt, die Ursache der vorherigen Antwort zu verstehen. Auf diese Weise wird eine tiefgehende Ursachenanalyse ermöglicht. Im Rahmen des Shopfloor Managements ist der Shopfloor Management Moderator in diesem DSFM-Element geschult worden. Durch die Bereitstellung von Vordrucken am analogen Shopfloor Board oder durch eine zusätzliche Funktion am digitalen Shopfloor Board kann der SFM-Moderator die Ergebnisse der Antworten eintragen und wird durch den Prozess der Ursachenanalyse geleitet.

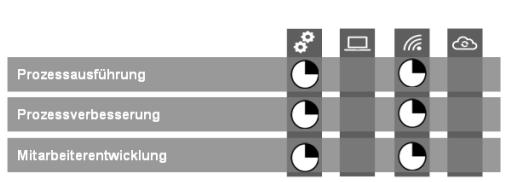


Karlsruher Institut für Technologie

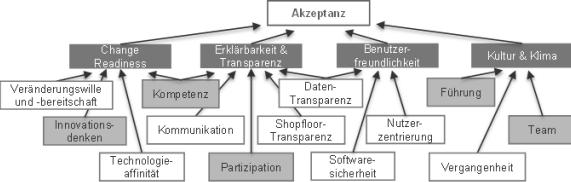
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



## 5-Why

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen SFM werden Vordrucke für die Durchführung von 5-Why im Shopfloor Management Bereich bereitgestellt.	Im digitalisierten SFM werden Vordrucke für die Durchführung von 5-Why im Shopfloor Management Bereich bereitgestellt. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse am Anschluss digitalisiert.	Im digitalisierten SFM werden digitale Instrumente für die Ablaufplanung von 5-Why-Ursachenanalysen bereitgestellt. Dies wird mit dem analogen Shopfloor Board vernetzt, oder die Ergebnisse können einfach in das digitale Shopfloor Board integriert werden.	Im smart/autonomen SFM werden digitale Instrumente für die Ablaufplanung von 5-Why-Ursachenanalysen bereitgestellt. Dies wird mit dem analogen Shopfloor Board vernetzt, oder die Ergebnisse können einfach in das digitale Shopfloor Board integriert werden.
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%	Bei der Durchführung von Ursachenanalysen für aufgetretene Probleme wird die Methode 5-Why verwendet. Die SFM-Moderatoren und Prozessingenieure kennen die Methodik zur Ursachenanalyse und können diese anwenden.			
50%	Bei Auftreten eines Problems, dessen Ursache nicht bekannt ist, wird standardmäßig eine 5-Why-Ursachenanalyse durchgeführt. Es stehen hierfür Vordrucke zu Verfügung, welche die SFM-Moderatoren oder KVP-Experten nutzen.			
75%	Bei Auftreten eines Problems, dessen Ursache nicht bekannt ist, wird standardmäßig eine 5-Why-Ursachenanalyse durchgeführt. Die Mitarbeiter haben Kenntnisse über die Methode und können diese eigenständig durchführen. Ist die Diskussion im Rahmen des 5-Why-Methode zu groß, wird eine andere Methode zur Ursachenanalyse angewendet.			
100%	Optimale und routinierte Durchführung der 5-Why-Ursachenanalyse. Es werden zusätzlich vertiefende Methoden zur Ursachenanalyse angewendet.			

## Abweichungsmanagement

1/2

**Beschreibung**

Im Rahmen der SFM-Meetings werden die Kennzahlen hinsichtlich ihrer Zielerfüllung sowie deren Kennzahlenverläufe besprochen. Weichen die Kennzahlen von ihren Zielen ab, oder sind negative Trends innerhalb der Kennzahlen ersichtlich, so werden im Rahmen des Abweichungsmanagements die Gründe für die Abweichung besprochen und Sofortmaßnahmen hergeleitet. Können innerhalb kurzer Zeit nicht die Gründe für die Abweichung ermittelt werden, so wird ein KVP oder Problemlösungsprozess gestartet. Ist die Abweichung gravierend, betrifft andere Shopfloor-Bereiche oder hat ihre Ursache in einem anderen Bereich, so wird eine Sofortmaßnahme zum Umgang mit der Abweichung definiert und zusätzlich die Abweichung auf die nächste Shopfloor-Kaskade delegiert. Aktuelle Kennzahlen werden also ständig mit ihren definierten Zielwerten abgeglichen. Im digitalen Netzwerk erfolgt das Abweichungsmanagement direkt im digitalen Shopfloor Board mittels eines Workflows, der alle notwendigen Prozesse zur Dokumentation und Information bereitstellt. Im smarten/autonomen Reifegrad wird eine KI entwickelt, die eigenständig Abweichungen erkennt und basierend auf dem vorhandenen Wissen passende Gegenmaßnahmen vorschlagen kann. Die KI simuliert die Gegenmaßnahmen und wertet die Simulationsergebnisse aus, um die effizienteste Gegenmaßnahme für die betreffende Abweichung zu identifizieren und diese an den verantwortlichen Mitarbeitenden zu kommunizieren.



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**



analog → digitalisiert → digital/vernetzt → smart/autonom

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

**Analog:**

- Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digitalisiert:**

- Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digital:**

- Kennzahlen Design und Klassifizierung
- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- & Werkzeugdaten

**Smart/autonom:**

- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitales Abweichungsmanagement
- digital/vernetzte Maßnahmenliste
- Digitales Störmelesystem - organan
- Kennzahlen Design und Klassifizierung

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung				
Mitarbeiterentwicklung				

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

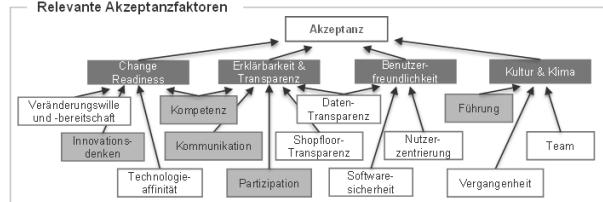


Diagramm der relevanten Akzeptanzfaktoren für Abweichungsmanagement. Es zeigt verschiedene Faktoren wie Change Readiness, Erklärbarkeit & Transparenz, Benutzerfreundlichkeit, Kultur & Klima, Führung, Team, Vergangenheit, Software-sicherheit, Partizipation, Shopfloor-Transparenz, Daten-Transparenz, Kommunikation, Kompetenz, Innovation+denken, Veränderungswille und -bereitschaft, Technologie-affinität und Partizipation.

## Abweichungsmanagement

2/2

Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)				
Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen SFM erfolgt das Abweichungsmanagement ohne digitale Unterstützung. Der Moderator erkennt die Abweichungen anhand der Kennzahlenverläufe und beschreibt diese im Rahmen des Shopfloor Meetings..	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die Durchführung eines Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM ist geplant. Gemeinsam mit den SFM-Moderatoren und Verantwortlichen wird ein Prozess für das Abweichungsmanagement sowie ein Regelwerk zum Umgang mit Abweichungen definiert.	Die Durchführung eines digitalisierten Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM ist geplant. Gemeinsam mit den SFM-Moderatoren und Verantwortlichen wird ein Prozess für die digitale Unterstützung des Abweichungsmanagements definiert.	Die Durchführung eines digitalen Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM ist geplant. Gemeinsam mit den SFM-Moderatoren und Verantwortlichen wird die digitale Unterstützung und die Anforderungen an ein digitales System bestimmt. Es wird zudem ein digitaler Workflow für die Dokumentation und Bearbeitung von Abweichungen entwickelt.	Die Durchführung eines intelligenten Abweichungsmanagements im SFM ist geplant. Gemeinsam mit den SFM-Moderatoren und Verantwortlichen werden die Anforderungen an ein intelligentes System bestimmt. Ein digitaler Workflow für die Dokumentation und Bearbeitung von Abweichungen wird entwickelt und eine Datenbasis für die KI geschaffen.
50%	Die Durchführung eines digitalisierten Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM ist geplant. Es ist definiert, wie der Prozess des Abweichungsmanagements im Nachgang des SFM-Meetings digitalisiert wird. Der SFM-Moderator beherrscht den Prozess im Rahmen des digitalisierten Abweichungsmanagements.	Die Durchführung eines digitalen Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM ist definiert. Es ist ein digitaler Workflow für die Dokumentation und Bearbeitung von Abweichungen definiert. Es wird eine geeignete Software entwickelt und die unterstützende KI wird mittels einer geeigneten Datenbasis trainiert.	Ein erster Prototyp eines digitalen Abweichungsmanagements wird im SFM eingesetzt. Der digitale Workflow funktioniert bereits vollständig. Das digitale System ist geprägt durch eine benutzerfreundliche Funktionsweise, kann bearbeitet und optimiert werden. Die Mitarbeitenden werden in der Anwendung des digitalen Abweichungsmanagements geschult.	Ein intelligenter Abweichungsmanagements wird im SFM eingesetzt. Der digitale Workflow funktioniert und unterstützt die Mitarbeitenden und SFM-Moderatoren im Umgang mit Abweichungen. Die Mitarbeitenden und SFM-Moderatoren können das digitale Abweichungsmanagement bedienen und kennen die Funktionsgrenzen.
75%	Die Durchführung eines digitalisierten Abweichungsmanagements im Rahmen des SFM erfolgt durch die geschulten SFM-Moderatoren. Dabei wird ein standardisierter Prozess und ein Regelwerk für den Umgang mit Abweichungen festgelegt. Die erzielten Maßnahmen werden protokolliert. Mitarbeiter sind zudem über das Abweichungsmanagement geschult.	Ein digitalisiertes Abweichungsmanagement wird im SFM eingesetzt. Der Prozess zur Digitalisierung der Ergebnisse des Abweichungsmanagements funktioniert und unterstützt die Mitarbeitenden und SFM-Moderatoren im Umgang mit Abweichungen. Es werden bereits Maßnahmen für die Erweiterung und Automatisierung des Systems vorliegen.	Ein digitales Abweichungsmanagement wird im SFM eingesetzt. Der digitale Workflow funktioniert und unterstützt die Mitarbeitenden und SFM-Moderatoren im Umgang mit Abweichungen. Die Mitarbeitenden und SFM-Moderatoren können das digitale Abweichungsmanagement bedienen und kennen die Funktionsgrenzen.	Ein intelligenter Abweichungsmanagements wird im SFM eingesetzt. Der digitale Workflow funktioniert und die KI liefert zuverlässige Ergebnisse und unterstützt bei der Bearbeitung von Abweichungen. Die Mitarbeitenden können das intelligente Abweichungsmanagement bedienen und kennen die Funktionsgrenzen des KI-Systems.
100%	Optimaler Einsatz des Abweichungsmanagements im Rahmen der Shopfloor Meetings auf allen SFM-Kaskaden. Es werden bereits Maßnahmen getroffen, um das Abweichungsmanagement zu digitalisieren.			



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

## Kaizen Event und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

1/2

**Beschreibung**

Bei einem Kaizen Event werden Mitarbeitende in feste, interdisziplinäre Teams eingeteilt. Ziel ist es mittels der Kaizen-Methode der kontinuierlichen Verbesserung im Team ein spezifisches Problem zu identifizieren, zu analysieren, zu lösen und damit Verschwendungen zu vermeiden. Dabei wird darauf geachtet, dass die Kaizen-Teams durch ihre interdisziplinäre Zusammenstellung ihre Aufgabe optimal lösen können und die Teammitglieder sich untereinander verstehen.

Im smarten/autonomen SFM, werden alle Verbesserungsvorschläge, die von Mitarbeitern eingebracht werden, werden mittels einer KI analysiert, simuliert, ausgewertet und priorisiert. Dafür ermittelt die KI mithilfe einer Simulation der Produktionsanlage, wie erfolgreich die Verbesserungsvorschläge sind. Zu den relevanten Verbesserungsvorschlägen werden automatisch KVP-Karten erstellt und diese zuständigen Personen zugeteilt.

**Implementierungshinweise**

**Technische Voraussetzungen**

**Analog:**

- Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digitalisiert:**

- Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung

**Digital:**

- Digitales SFM-Board
- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke

**Smart/autonom:**

- Digitales KVP-Board
- Data Mining
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitales Störmeleidensystem

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

**Maßnahmen & Problemlösung**

**Meetings & Wissens-austausch**

## Kaizen und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

2/2

Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)				
	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
<b>Merk-male je RG</b>				
0%	Im analogen SFM wird der KVP mit Papierkarten durchgeführt. Im Rahmen der SFM-Meetings finden sich KVP-Teams die sich einzelnen KVP-Ideen und sonstigen KAIZEN-Projekten widmen. Der Fortschritt und die Ergebnisse wird mit den Karten dokumentiert.	Im digitalisierten SFM wird der KVP mit Papierkarten durchgeführt, welche von einem KVP-Verantwortlichen digitalisiert werden. Im Rahmen der SFM-Meetings finden sich KVP-Teams die sich KVP-Ideen widmen. Der Fortschritt wird digitalisiert dokumentiert.	Im digitalen SFM wird der KVP-Prozess mittels digitalem Workflow unterstützt. KVP-Karten werden digital verfasst und direkt an Verantwortliche weitergegeben. Der Fortschritt und die Ergebnisse werden digital im KVP-System dokumentiert und archiviert.	Im smart/autonom SFM wird der KVP-Prozess mittels digitalem Workflow unterstützt. KVP-Karten werden digital ersetzt. Eine KI unterstützt bei der Bearbeitung von KVP-Ideen und bei der Dokumentation der Ergebnisse. KI kann bei der Auswahl und Priorisierung unterstützen.
25%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
50%	Die Durchführung von Kaizen Events und des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden Möglichkeiten und Prozesse für die Bearbeitung von KVP-Ideen geschaffen. Vorlagen für KVP-Ideen werden entworfen und ein KVP-erarbeiter ist definiert.	Die Durchführung des digitalisierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist geplant, sodass Maßnahmen zur Einführung erarbeitet werden. Es werden Prozesse für die Bearbeitung von KVP-Ideen geschaffen. Vorlagen werden entworfen. Es wird ein KVP-Verantwortlicher je Shopfloor Bereich bestimmt, der die KVP-Ideen digitalisiert.	Der kontinuierliche Verbesserungsprozess ist standardisiert. Prozesse für die Bearbeitung, Dokumentation und Bewertung von KVP-Ideen sind standardisiert. Vorlagen werden bereitgestellt. Ein KVP-Verantwortlicher je Shopfloor Bereich ist bestimmt, der die KVP-Ideen digitalisiert und Ansprechpartner für Mitarbeitende ist.	Die Einführung der automatischen Analyse von Verbesserungsvorschlägen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die KI zur Analyse, Simulation und Priorisierung von Verbesserungsvorschlägen eingesetzt.
75%	Ein standardisierte Vorgehen zur Einführung und zur Bearbeitung von Kaizen Events auf dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess definiert. Es finden die ersten Kaizen Events und KVP-Projekte auf dem Shopfloor statt. Es ist ein Standard definiert, welcher vorgibt, wie KVP-Ideen bearbeitet, dokumentiert und bewertet werden.	Die Durchführung des digitalisierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist geplant, sodass Maßnahmen zur Einführung erarbeitet werden. Es werden Prozesse für die Bearbeitung von KVP-Ideen geschaffen. Vorlagen werden entworfen. Es wird ein digitaler Workflow für die Umsetzung von KVP-Ideen entwickelt. Die Anforderungen an eine Software werden beschrieben.	Der digitale KVP ist vollständig in das SFM integriert, und im Zuge der kontinuierlichen Verbesserungen werden Lösungen für Probleme von Mitarbeitenden entwickelt. Die Vorlagen und die definierten Standards sind bekannt und werden von den Mitarbeitenden im KVP angewendet.	Ein standardisierte Vorgehen zur Einführung der automatischen Analyse von Verbesserungsvorschlägen ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die KI zur Analyse, Simulation und Priorisierung von Verbesserungsvorschlägen eingesetzt.
100%	Optimaler Einsatz von Kaizen Events und des KVP's zur Problemlösung. Es beteiligen sich viele Mitarbeitende am KVP und es finden sich genügend KVP-Verantwortliche. Alle Mitarbeitenden sind die Prozesse des KVP's bekannt, sodass jeder eine KVP-Idee in einem Team bearbeitet, dokumentieren und bewerten könnte.	Optimaler Einsatz des digitalisierten KVP's zur Problemlösung. Es beteiligen sich viele Mitarbeitende am KVP und es finden sich genügend KVP-Verantwortliche. Alle Mitarbeitenden sind die Prozesse des digitalisierten KVP's bekannt, sodass jeder einen digitalen Workflow für KVP-Ideen bedienen und nutzen kann, um KVP-Ideen zu bearbeiten, zu dokumentieren und zu bewerten.	Optimaler Einsatz des digitalen KVP's zur Problemlösung. Es beteiligen sich viele Mitarbeitende am KVP und es finden sich genügend KVP-Verantwortliche. Alle Mitarbeitenden sind die Prozesse des digitalen KVP's bekannt, sodass jeder den digitalen Workflow für KVP-Ideen bedienen und nutzen kann, um KVP-Ideen zu bearbeiten, zu dokumentieren und zu bewerten.	Optimaler Einsatz der automatischen Analyse von Verbesserungsvorschlägen, um erfolgversprechende Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitenden automatisch in konkrete KVP-Maßnahmen umzusetzen und somit den kontinuierlichen Verbesserungsprozess voranzutreiben.

## KVP-Board – Visualisierung des KVP-Fortschritts mittels PDCA

1/2

### Beschreibung

Für einen übersichtlichen und transparenten Kontinuierlichen Verbesserungsprozess ist die Visualisierung des Fortschritts einzelner Verbesserungsideen essentiell. Hierfür eignen sich KVP-Boards, auf welchen die Phasen der KVP-Ideen übersichtlich visualisiert werden und damit eine grundlegende Unterstützung für Shopfloor Management Moderatoren in der SFM-Besprechungen darstellen.

Auf den KVP-Boards wird zu diesem Zweck der PDCA-Zyklus (Plan, Do, Check, Act) und ein Themen speicher dargestellt. Im Rahmen der SFM-Besprechungen oder über das betriebliche Vorschlagswesen werden neue KVP-Ideen eingebracht, welche in den Themen speicher aufgenommen werden. Während der SFM-Besprechungen können dann die einzelnen KVP-Ideen in die dargestellten Phasen des PDCA-Zyklus eingesortiert werden und es kann anhand der Karten der Fortschritt besprochen werden. Durch die Ergänzung von Datumsangaben kann damit auch sichergestellt werden, dass KVP-Ideen regelmäßig bearbeitet werden. In den digitalen Varianten des KVP-Boards können zusätzlich noch Regeln definiert werden, mit welchen bestimmt wird, wann KVP-Ideen (KVP-Karten) erneut im Shopfloor Meeting besprochen werden müssen. Dabei können auch Andon-Systeme genutzt werden, um die SFM-Moderatoren auf KVP-Karten hinzuweisen.



Karlsruher Institut für Technologie

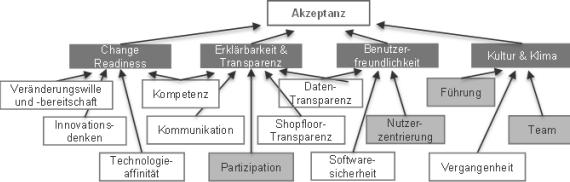
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



- Daten
- IT-Enabler
- Kennzahlen
- Ressourcen-steuerung
- ✓ Maßnahmen & Problemlösung
- Meetings & Wissens-austausch

## KVP-Board – Visualisierung des KVP-Fortschritts mittels PDCA

2/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrade (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen SFM wird das KVP-Board auf einer Metaplattform dargestellt. Es liegen KVP-Karten (Papier) bereit, welche ausgetauscht werden und entsprechend an das KVP-Board geprägt werden. Der SFM-Moderator muss den Fortschritt der KVP-Karten beobachten.	Im digitalisierten SFM wird das KVP-Board auf einem Bildschirm dargestellt. Es liegen KVP-Karten (Papier) bereit, welche ausgetauscht werden und anschließend in das digitale Board übertragen werden. Der SFM-Moderator muss den Fortschritt der KVP-Karten beobachten.	Im digitalen SFM wird das KVP-Board auf einem interaktiven Bildschirm dargestellt. KVP-Karten werden digital erfasst und anschließend in das digitale Board übertragen. Das Board besitzt Regeln, mit dessen Hilfe der Fortschritt der KVP-Karten überwacht wird.	Im smarten/autonomen SFM wird das KVP-Board auf einem interaktiven Bildschirm dargestellt. KVP-Karten werden digital erfasst und anschließend in das digitale Board übertragen. Das Board besitzt Regeln, mit dessen Hilfe der Fortschritt der KVP-Karten überwacht wird.
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%	Die Einführung eines analogen KVP-Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorberitung und Einführung erarbeitet werden. Es wird ein KVP-Formblatt für die standardisierte manuelle Notation erstellt.	Die Einführung eines digitalisierten KVP-Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorberitung und Einführung erarbeitet werden. Es wird ein geeignete Software für die manuelle Eingabe sowie ein entsprechendes digitales Anzeigesystem eingeführt.	Die Einführung eines digitalen KVP-Boards ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorberitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere eine geeignete Software zur automatischen Aktualisierung und Visualisierung der Zustände von Verbesserungsmaßnahmen.	
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des analogen KVP-Boards ist definiert. Das analoge KVP-Board findet erste Anwendungen, indem Themen bzgl. des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses darauf festgehalten werden.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des digitalisierten KVP-Boards ist definiert. Die Überzeugung beginnt, in der die manuellen Notationen auf dem analogen KVP-Board zunehmend digitalisiert werden und damit in digitaler Form zur Verfügung stehen.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung des digitalen KVP-Boards ist definiert. Die Überzeugung beginnt, in der die digitale Notationen auf dem analogen KVP-Board zunehmend digitalisiert werden und damit in digitaler Form zur Verfügung stehen.	
75%	Das analoge KVP-Board wird umfassend auf dem Shopfloor eingesetzt, um alle Maßnahmen, Probleme und Anregungen bzgl. des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses darzustellen. In standardisierter, digitalisierter Weise für alle Mitarbeitenden zugänglich zu machen. Das analoge KVP-Board kommt in den Shopfloor Meetings zum Einsatz.	Das digitalisierte KVP-Board wird umfassend auf dem Shopfloor eingesetzt, um alle Maßnahmen, Probleme und Anregungen bzgl. des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses darzustellen. In standardisierter, digitalisierter Weise für alle Mitarbeitenden zugänglich zu machen. Das digitale KVP-Board kommt in den Shopfloor Meetings zum Einsatz.	Das digitale KVP-Board wird umfassend auf dem Shopfloor eingesetzt, um alle Maßnahmen, Probleme und Anregungen bzgl. des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses darzustellen. In standardisierter, digitalisierter Weise für alle Mitarbeitenden zugänglich zu machen. Das digitale KVP-Board kommt in den Shopfloor Meetings zum Einsatz.	
100%	Optimaler Einsatz des analogen KVP-Boards zur Steuerung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses auf dem Shopfloor. Ggf. wird die Einführung eines digitalisierten KVP-Boards geplant.	Optimaler Einsatz des digitalisierten KVP-Boards zur Steuerung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses auf dem Shopfloor. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf das digitale KVP-Board geschaffen. Ggf. wird die Einführung eines digitalen KVP-Boards geplant.	Optimaler Einsatz des digitalen KVP-Boards zur Steuerung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses auf dem Shopfloor. Bei Bedarf werden externe Schnittstellen zum Zugriff auf das digitale KVP-Board geschaffen.	

## SFM-Meeting

1/2

**Beschreibung**

Das Shopfloor Meeting findet auf allen Hierarchieebenen statt. Innerhalb 15 Minuten werden Themen entsprechend einer standardisierten Agenda am Shopfloor Board mit den Mitarbeitenden besprochen. Das Shopfloor Meeting folgt dabei einer festen Agenda, wobei zunächst die wichtigsten Kennzahlen besprochen werden, Abweichungen identifiziert werden und hierfür Sofortmaßnahmen sowie Verbesserungsmaßnahmen hergeleitet werden. Der Abschluss der Meetings bildet häufig ein allgemeiner Informationsteil.

Moderiert wird das SFM-Meeting von der Führungskräfte des jeweiligen Shopfloor Bereichs, auf unterster Ebene sind dies entsprechend Meister:innen oder Teamleiter:innen.

Das SFM-Meeting findet direkt in der Produktion, an hierzu eingereichten festen Bereichen statt.

Im digitalen Reifegrad können einzelne Mitarbeitende digital zugeschaltet werden. Besonders Potential bietet das digitale SFM-Meeting jedoch auf den höheren Shopfloor Kaskaden (Management, bzw. Unternehmensverbund). Auf diesen Kaskaden wird heute häufig Home-Office ermöglicht, bzw. es sind Aufenthalte an anderen Standorten notwendig, weswegen die Durchführung digitaler Meetings sinnvoll sein kann. Dabei wird das Meeting häufig auch auf 30-45 Minuten ausgedehnt. Die üblichen Meeting-Regeln sollten unabhängig von digitalem oder analogem Meeting gleich bedeutend sein.

**Reifegradeinordnung des DSFM-Elements**

**Zieldimensionen Shopfloor Management**

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	●	●	●	●
Mitarbeiterentwicklung	●	●	●	●

**Relevante Akzeptanzfaktoren**

**Maßnahmen & Problemlösung**

- Meetings & Wissens-austausch

KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

**SFM-Meeting**

2/2

**Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)**

Merkmale je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen SFM werden die Shopfloor Management Meetings an analogen Shopfloor Boards durchgeführt. Die Treffen finden in Präsenz, bestens unmittelbar in der Produktion, in den SFM-Bereichen statt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Das DSFM-Element wird bislang nicht umgesetzt.	Im smart/autonomen SFM werden die SFM-Meetings an digitalen Boards durchgeführt. Die Treffen finden in Präsenz, in der Produktion, in den SFM-Bereichen statt. Teilnehmer können digital am Meeting teilnehmen, besonders auf den hohen SFM-Kaskaden sinnvoll.
25%	Die regelmäßige Durchführung von analogen Shopfloor Meetings ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Das Shopfloor Board wird eingeführt.			
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von regelmäßigen analogen Shopfloor Meetings ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der die ersten Shopfloor Meetings durchgeführt werden, um sich schrittweise zur Routine zu entwickeln.			
75%	Analoge Shopfloor Meetings finden regelmäßig mit den Mitarbeitenden vor Ort statt. Es werden Informationen zu den aktuellen Kennzahlen ausgetauscht, Maßnahmen zur Problemlösung besprochen, Ressourcen eingelegt, Entscheidungen getroffen und Strategien entwickelt.			
100%	Optimale und routinierte Durchführung der analogen Shopfloor Meetings. Ggf. wird ein Übergang zum digitalen Shopfloor Meeting geplant.			

## Dokumentation des Shopfloor Meetings

1/2

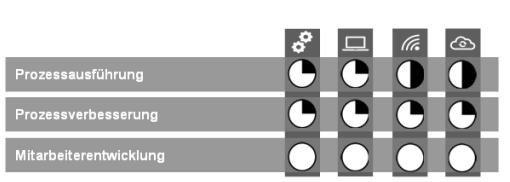
### Beschreibung

Innerhalb des Shopfloor Meetings werden alle wesentlichen Informationen hinsichtlich der anstehenden Arbeitsaufgaben, Hindernisse, Probleme, Störungen sowie Maßnahmen zum Umgang mit diesen besprochen. Nicht immer können alle Mitarbeitenden am Shopfloor Meeting teilnehmen. Aus diesem Grund müssen die besprochenen Inhalte, besonders aber die Störungen, die getroffenen Sofortmaßnahmen und die Verbesserungsmaßnahmen sowie Informationen zu Fehlteilen oder Ausfällen von Anlagen dokumentiert werden. Im analogen Reifegrad, werden diese Informationen an bereitgestellten Formularen unmittelbar am analogen Shopfloor Board, oder aber an Flipchart dokumentiert werden. Im digitalisierten Reifegrad werden die Informationen in ein digitales, statisches System überführt und können dort über den Tag von den Mitarbeitenden angesehen werden. Im digital/vernetzten Reifegrad werden die Information ähnlich an Bildschirmen dauerhaft bereitgestellt, wobei die Informationen jedoch direkt im Digitalen Shopfloor Board protokolliert oder bereits im Vorfeld des SFM-Meetings von einer Führungskraft dort veröffentlicht werden. Durch die Interaktivität, können Mitarbeitende die notwendigen Informationen selbst suchen. Im smart-autonomen Reifegrad wird versucht mittels Spracherkennung die Dokumentation automatisiert durchzuführen, wodurch lästiges protokollieren entfällt. Besonders gut funktioniert dies in ruhigen Produktionsbereichen.

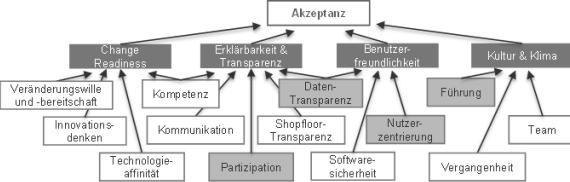
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Dokumentation des Shopfloor Meetings

2/2



### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen SFM wird der KVP mit Papierkarten durchgeführt. Im Rahmen der SFM-Meetings finden sich KVP-Teams die sich einzelnen KVP-Ideen und sonstigen KAIZEN-Projekten widmen. Der Fortschritt und die Ergebnisse wird mit den Karten dokumentiert.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	Die analoge Dokumentation von Shopfloor Meetings ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.	Die Durchführung des digitalisierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Erführung erarbeitet werden. Es werden Prozesse für die Bearbeitung von KVP-Ideen geschaffen. Vorlagen werden entworfen. Es wird ein KVP-Verantwortlicher je Shopfloor Bereich bestimmt, der die KVP-Ideen digitalisiert.	Die digitale Dokumentation von Shopfloor Meetings ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die erforderlichen Geräte zur digitalen Dokumentation eingeführt.	Der Einsatz von Spracherkennung ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden die digitalen Voraussetzungen geschaffen, insbesondere wird die KI zur Spracherkennung eingebracht.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen für die analoge Dokumentation ist definiert. Die ersten Shopfloor Meetings finden statt, deren Ergebnisse manuell (z.B. auf einem Flipchart) festgehalten werden.	Die Durchführung des digitalisierten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ist standardisiert. Prozesse für die Bearbeitung, Dokumentation und Bewertung von KVP-Ideen sind standardisiert. Vorlagen werden bereitgestellt. Ein KVP-Verantwortlicher je Shopfloor Bereich ist bestimmt, der die KVP-Ideen digitalisiert und Ansprechpartner für Mitarbeitende ist.	Ein standardisiertes Vorgehen für die digitale Dokumentation ist definiert. Die ersten Shopfloor Meetings finden statt, deren Ergebnisse digital (z.B. mithilfe von Kameras) festgehalten werden.	Ein standardisiertes Vorgehen für die Einführung von Spracherkennung ist definiert. Die ersten Shopfloor Meetings finden statt, deren aufgezeichnete Tonspuren per KI in Text umgewandelt werden.
75%	Shopfloor Meetings werden routiniert und standardisiert manuell dokumentiert, sodass die Ergebnisse und besprochenen Maßnahmen für die Mitarbeitenden zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehen.	Der digitalisierte KVP ist vollständig in das SFM integriert, und eine Software für die Abwicklung des KVP ist im Einsatz. Die Vorlagen und die definierten Standards sind bekannt und werden von den Mitarbeitenden im KVP angewendet. Die digitale Workflow ist den SFM-Moderatoren bekannt und wird von diesen angewendet.	Der digitale KVP ist vollständig in das SFM integriert, und eine Software für die Abwicklung des KVP ist im Einsatz. Die Vorlagen und die definierten Standards sind bekannt und werden von den Mitarbeitenden im KVP angewendet. Die digitale Workflow ist den SFM-Moderatoren bekannt und wird von diesen angewendet.	Besprochene Inhalte des Shopfloor Meetings werden per KI in Text umgewandelt, der den Mitarbeitenden zu einem späteren Zeitpunkt auf digitalen Weg zur Verfügung steht.
100%	Optimale analoge Dokumentation von Shopfloor Meetings und Archivierung der Aufzeichnungen. Oft wird eine digitale Dokumentation des Shopfloor Meetings geplant.	Optimaler Einsatz des digitalisierten KVP's zur Problemlösung. Es beteiligen sich viele Mitarbeitende am KVP und es finden sich genügend KVP-Verantwortliche. Allen Mitarbeitenden sind die Prozesse des digitalisierten KVP's bekannt, sodass jeder den digitalen Workflow für KVP-Ideen bedienen und nutzen kann, um KVP-Ideen zu bearbeiten, dokumentieren und bewerten können.	Optimaler Einsatz des digitalen KVP's zur Problemlösung. Es beteiligen sich viele Mitarbeitende am KVP und es finden sich genügend KVP-Verantwortliche. Allen Mitarbeitenden sind die Prozesse des digitalen KVP's bekannt, sodass jeder den digitalen Workflow für KVP-Ideen bedienen und nutzen kann, um KVP-Ideen zu bearbeiten, dokumentieren und zu bewerten.	Optimaler Einsatz der Spracherkennung zur Dokumentation von Shopfloor Meetings.

## Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitenden

1/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Beschreibung

Die Kommunikation im Rahmen des Shopfloor Managements erfolgt unmittelbar an den Shopfloor Boards. Im Zuge der Digitalisierung erhalten Mitarbeitende mehr und mehr Zugang zu Smartphones oder anderen mobilen Endgeräten, welche auch im Rahmen des Shopfloor Managements und zur digitalen Kommunikation beziehungsweise für Digitale Workflows genutzt werden können. Mit Hilfe firmeneigener Messenger-Dienste oder Kommunikationsnetzwerke können die Mitarbeitenden untereinander digital kommunizieren. Damit können Mitarbeitende auf digitale Weise untereinander diskutieren sowie Probleme, Anregungen und Informationen austauschen. Es können bspw. Bilder für den KVP einfach und effizient geteilt werden oder per Chat-System Instandhalter oder Supportteams angefordert werden, die Mitarbeitende unterstützen. Ein Störungssystem kann beispielsweise auch so gestaltet werden, dass bei einer Störung direkt der zuständige Mitarbeitende eine Push-Benachrichtigung oder einen Anruf erhält, um möglichst schnell die Störung zu lösen. Die digitalen Kommunikationsplattformen können zudem für die Ankündigung von Informationen, neuen Prozessen oder Arbeitsanweisungen genutzt werden.

### Implementierungshinweise

#### Technische Voraussetzungen

Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung



Daten



IT-Enabler



Kennzahlen



Ressourcensteuerung

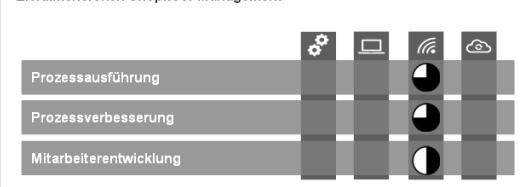


✓

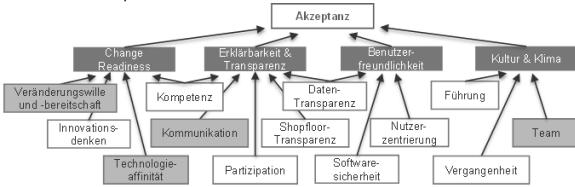
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



Meetings &amp;



Wissens-austausch

## Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitenden

2/2



Karlsruher Institut für Technologie

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merk-male je RG	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
0%	Im analogen Shopfloor Management erfolgt die Kommunikation ausschließlich auf den üblichen Kommunikationswegen. Es werden keine Inhalte des SFM's in digitalen Kommunikationsnetzwerken geteilt.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im analogen Shopfloor Management.	Im analogen Shopfloor Management erfolgt die Kommunikation ausschließlich auf den üblichen Kommunikationswegen. Es werden keine Inhalte des SFM's in digitalen Kommunikationsnetzwerken geteilt.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Im digitalvernetzten Shopfloor Management werden digitale Kommunikationsnetzwerke zum Teilen von Informationen, Wissen und Arbeitsanweisungen genutzt. Zudem können individuelle Absprachen zwischen Mitarbeitenden erfolgen.  Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Im smart/autonomen Shopfloor Management können digitale Kommunikationsnetzwerke zum Teilen von Informationen, Wissen und Arbeitsanweisungen genutzt. Zudem können individuelle Absprachen zwischen Mitarbeitenden erfolgen.  Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%				
50%				
75%				
100%				

## Gemba-Walks

1/2

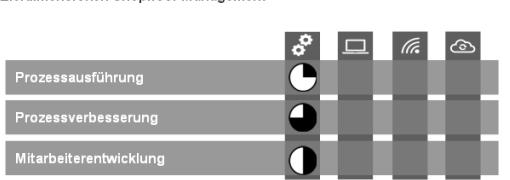
### Beschreibung

Gemba-Walks ist ein DSFM-Element, bei welchem die Führungskraft Präsenz in der Produktion zeigt. Vor dem nächsten Shopfloor Meeting oder im Anschluss an das Shopfloor Meeting geht der Shopfloor Management Moderators (häufig die Führungskraft) gemeinsam mit den Mitarbeitenden durch den Produktionsbereich. Dabei kann sich die Führungskraft durch Beobachten und aktives Zuhören ein eigenes Bild von den tatsächlichen Prozessen machen. Ziel des Gemba-Walks ist es, Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren sowie proaktiv Ideen und Feedback von den Mitarbeitenden entgegenzunehmen, um eine Kultur der Offenheit, des Vertrauens und des Teamgeistes zu etablieren. Zudem zeigt die Führungskraft durch die Präsenz und seinem Engagement Wertschätzung gegenüber den Mitarbeitenden und ihrer Arbeit. In einem Follow-up, meistens dem nächsten Shopfloor Meeting, bespricht die Führungskraft ihre Erkenntnisse mit den Mitarbeitenden. Wichtig dabei ist, dass die Führungskraft bei einem Gemba-Walk die Prinzipien des Lean Leaderships sowie die der wertebasierten Unternehmenskultur berücksichtigt, damit der Gemba-Walk nicht den Eindruck eines Kontrollgangs vermittelt. Es geht dabei um eine Kommunikation auf Augenhöhe von Führungskraft und Mitarbeitenden mit dem Ziel der gemeinsamen Prozessoptimierung und Erfüllung der Produktionsziele.

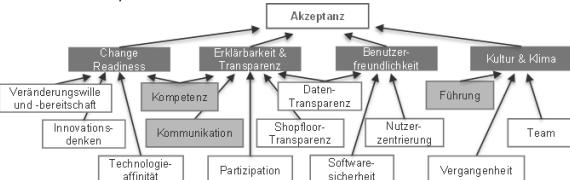
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



### Maßnahmen & Problemlösung



## Gemba Walks

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen SFM findet vor oder nach dem SFM-Meetings zu regelmäßigen, angekündigten Zeitpunkten ein Gemba-Walk mit der Führungskraft und den Mitarbeitenden statt..	Im digitalisierten SFM findet vor oder nach dem SFM-Meetings zu regelmäßigen, angekündigten Zeitpunkten ein Gemba-Walk mit der Führungskraft und den Mitarbeitenden statt..	Im digitalvernetzten SFM findet vor oder nach dem SFM-Meetings zu regelmäßigen, angekündigten Zeitpunkten ein Gemba-Walk mit der Führungskraft und den Mitarbeitenden statt..	Im smart/autonomen SFM findet vor oder nach dem SFM-Meetings zu regelmäßigen, angekündigten Zeitpunkten ein Gemba-Walk mit der Führungskraft und den Mitarbeitenden statt..
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digital/vernetzten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%	Der Einsatz von Gemba-Walks ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden.			
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Einführung von regelmäßigen Gemba-Walks ist definiert. Die Übergangsphase beginnt, in der Führungskräfte die ersten Gemba-Walks auf dem Shopfloor durchführen.			
75%	Gemba-Walks werden regelmäßig und entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf dem Shopfloor durchgeführt. Die Führungskräfte identifizieren Verbesserungsmöglichkeiten und verbessern durch aktiven Austausch die Kultur auf dem Shopfloor.			
100%	Optimaler Einsatz von Gemba-Walks auf dem Shopfloor.			

## SFM-Informationsplattform

1/2

**Beschreibung**

Teilweise sind im Rahmen des Shopfloor Management Meetings nicht alle Mitarbeitenden anwesend. Jedoch werden im Shopfloor Management Meeting viele Informationen besprochen, die für alle Mitarbeitenden wichtig sind, wie z.B. neue geltende Arbeitsstandards, Sicherheitsvorschriften oder sonstige Ankündigungen. Diese Informationen werden deswegen häufig am Shopfloor Board als Aushang angebracht und können auch nach den Shopfloor Meetings von den Mitarbeitenden eingesehen werden. Häufig werden dort auch Informationen wie Urlaubsregelungen, Vertretungsregeln oder sonstige Ankündigungen ausgehängt, wodurch das Board einer Art schwarzen Brett gleicht.

Im Zuge der Digitalisierung werden Intranets oder unternehmenseigene soziale Netzwerke (Social Intranet) genutzt, um die Dokumentation und Bereitstellung von Wissen und Information auf einer Plattform zu ermöglichen. Jeder Mitarbeitende kann auf der Informationsplattform relevante Informationen suchen und abrufen, teilweise auch einstellen. Dabei wird der gesamte Informationsaustausch zentral in einem System gespeichert und für die Mitarbeitenden zur Verfügung gestellt. Diese digitalen Informationsplattformen stellen dabei eine Erweiterung des eigentlichen Shopfloor Managements dar, beinhalten jedoch wichtiges Wissen und Informationen von Mitarbeitenden für Mitarbeitende oder vom Management für Mitarbeitende.

Reifegradeinordnung des DSFM-Elements

analog
digitalisiert
digitalvernetzt
smart/autonom

Zieldimensionen Shopfloor Management

Prozessausführung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Prozessverbesserung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
Mitarbeiterentwicklung	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom

Relevante Akzeptanzfaktoren

Maßnahmen & Problemlösung

- Daten
- IT-Enabler
- Kennzahlen
- Ressourcen-steuerung
- Meetings & Wissens-austausch

## SFM-Informationsplattform

2/2

Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

Merkmal je RG	analog	digitalisiert	digitalvernetzt	smart/autonom
0%	Die im analogen SFM besprochenen Inhalte und definierten Maßnahmen, sowie sonstige Informationen werden am analogen Shopfloor Board nach dem SFM-Meeting bereitgestellt. Für die Pflege ist der Verantwortliche des SFM-Boards zuständig.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.
25%	SFM-Moderatoren und die Verantwortlichen des Shopfloor Boards sind angehalten die besprochenen Inhalte zu dokumentieren. Die Dokumentation und Bereitstellung von Information erfolgt nicht standardisiert.	Shopfloor Boards sind angehalten die besprochenen Inhalte digitalisiert zu dokumentieren. Die Dokumentation und Bereitstellung von Information an den digitalisierten Boards erfolgt nicht standardisiert. Ein einheitlicher Prozess für die Bereitstellung von Informationen ist noch nicht definiert.	Shopfloor Boards sind angehalten die besprochenen Inhalte digitalisiert zu dokumentieren. Die Dokumentation und Bereitstellung von Information an den digitalisierten Boards erfolgt nicht standardisiert. Ein einheitlicher Prozess für die Bereitstellung von Informationen ist noch nicht definiert.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
50%	Ein standardisiertes Vorgehen zur Darstellung der besprochenen Inhalte und sonstiger Information ist entwickelt. Die SFM-Moderatoren bemühen sich um eine lückenlose Dokumentation der besprochenen Inhalte.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Darstellung der besprochenen Inhalte und sonstiger Information ist entwickelt. Die SFM-Moderatoren bemühen sich um eine lückenlose Dokumentation der besprochenen Inhalte.	Ein standardisiertes Vorgehen zur Darstellung der besprochenen Inhalte und sonstiger Information ist entwickelt. Die SFM-Moderatoren bemühen sich um eine lückenlose Dokumentation der besprochenen Inhalte. Es wird definiert, welche Informationen auf welchen Plattformen bereitgestellt werden.	Weltweit alle digitalisierten Shopfloor Boards sind mit zusätzlichen Infotafeln ausgestattet, an welchen zusätzliche Informationen angebracht werden können. Ein einfacher Standardprozess zur Pflege der Infotafeln ist stabilisiert und wird gelebt. Die SFM-Moderatoren achten auf eine Dokumentation und die Aktualisierung der SFM-Informationsplattform.
75%	Weltweit alle Shopfloor Boards sind mit zusätzlichen Infotafeln ausgestattet, an welchen zusätzliche Informationen angebracht werden können. Ein einfacher Standardprozess zur Pflege der Infotafeln ist stabilisiert und wird gelebt. Die SFM-Moderatoren achten auf eine Dokumentation und die Aktualisierung der SFM-Informationsplattform.	Die zusätzlichen digitalisierten SFM-Informationstafeln sind auf allen SFM-Kaskaden gut gepflegt und werden täglich aktualisiert. Es werden bereits erste Maßnahmen ergriffen, um digitale, interaktive Lösungen für betriebliche Informationen zu nutzen.	Die digitalen SFM-Informationstafeln sind auf allen SFM-Kaskaden gut gepflegt und werden täglich aktualisiert. Die verschiedenen Informationsplattformen und Tafeln werden zunehmend miteinander vernetzt und versucht in einer einheitlichen Shopfloor Management Informationsplattform zu integrieren.	Weltweit alle digitalisierten Shopfloor Boards sind mit zusätzlichen digitalisierten SFM-Informationsplattformen ausgestattet, an welchen zusätzliche Informationen angezeigt werden. Ein einfacher Standardprozess zur Pflege der Infotafeln ist stabilisiert und wird gelebt.
100%	Die zusätzlichen SFM-Informationstafeln sind auf allen SFM-Kaskaden gut gepflegt und werden täglich aktualisiert. Es werden bereits erste Maßnahmen ergriffen, um digitale, interaktive Lösungen für betriebliche Informationen zu nutzen.	Die zusätzlichen digitalisierten SFM-Informationstafeln sind auf allen SFM-Kaskaden gut gepflegt und werden täglich aktualisiert. Es werden bereits erste Maßnahmen ergriffen, um digitale, interaktive Lösungen für betriebliche Informationen zu nutzen.	Die digitalen SFM-Informationstafeln sind auf allen SFM-Kaskaden gut gepflegt und werden täglich aktualisiert. Die verschiedenen Informationsplattformen und Tafeln werden zunehmend miteinander vernetzt und versucht in einer einheitlichen Shopfloor Management Informationsplattform zu integrieren.	Weltweit alle digitalisierten Shopfloor Boards sind mit zusätzlichen digitalisierten SFM-Informationsplattformen ausgestattet, an welchen zusätzliche Informationen angezeigt werden. Ein einfacher Standardprozess zur Pflege der Infotafeln ist stabilisiert und wird gelebt.

**KIT**  
Karlsruher Institut für Technologie

## SFM-Kaskade

1/2

### Beschreibung

Die SFM-Kaskade beschreibt die Gestaltung und Durchführung der Shopfloor Meetings auf den verschiedenen Entscheidungsebenen des Unternehmens. Ziel der SFM-Kaskade ist es sowohl eine Kommunikation von oben nach unten, besonders aber auch von unten nach oben zu ermöglichen. Die Inhalte der SFM-Meetings sind zwar von Ebene zu Ebene identisch, jedoch werden auf den verschiedenen Entscheidungsebenen jeweils verschiedene Kennzahlen, Informationen und Probleme besprochen. Falls die dabei auftretenden Abweichungen oder Probleme auf einer Ebene nicht gelöst werden können, so werden diese auf die nächsthöhere Entscheidungsebene kaskadiert. Ebenfalls müssen getroffene Entscheidungen von unteren Ebenen an höhere Ebenen, und andersrum, kommuniziert werden. Damit Probleme, Anregungen und Maßnahmen, zielgerichtet adressiert, besprochen und gelöst werden können, bedarf es einer standardisierten Kommunikations- und Eskalationskaskade, die den Shopfloor Management Moderatoren und Führungskräften bekannt sein muss. Die SFM-Kaskade beschreibt diese Kommunikationsstruktur sowie die Eskalationsprozesse im Rahmen des Shopfloor Managements.

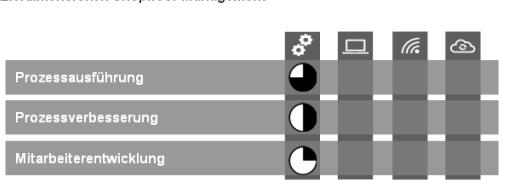


Karlsruher Institut für Technologie

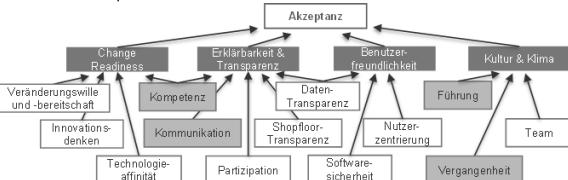
### Reifegradeinordnung des DSFM-Elements



### Zieldimensionen Shopfloor Management



### Relevante Akzeptanzfaktoren



- Maßnahmen & Problemlösung
- Meetings & Wissens-austausch

## SFM-Kaskade

2/2

### Umsetzungsgrade pro Reifegrad (RG)

	analog	digitalisiert	digital/vernetzt	smart/autonom
Merk-male je RG	Im analogen SFM ist definiert, auf welchen Unterebenen der SFM-Meetings durchgeführt werden. Zudem ist definiert, wer diese Meetings moderiert und die Teilnehmer der Meetings auf allen Ebenen (Kaskaden) sind definiert.	Im digitalisierten SFM ist definiert, auf welchen Unterebenen die SFM-Meetings durchgeführt werden. Zudem ist definiert, wer die Meetings moderiert und die Teilnehmer der Meetings auf allen Ebenen (Kaskaden) sind definiert.	Im digitalvernetzten SFM sind die Kaskaden definiert und der SFM-Boden ist entsprechend miteinander vernetzt. Zudem ist definiert, wer diese Meetings moderiert und die Teilnehmer der Meetings auf allen Ebenen (Kaskaden) sind definiert.	Im smart/autonomen SFM sind die Kaskaden definiert und die SFM-Ebenen sind entsprechend miteinander vernetzt. Zudem ist definiert, wer diese Meetings moderiert und die Teilnehmer der Meetings auf allen Ebenen (Kaskaden) sind definiert.
0%	Das DSFM-Element wird bisher nicht umgesetzt.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digitalisierten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im digital/vernetzten Shopfloor Management.	Für das DSFM-Element gibt es keine spezifische Ausprägung im smart/autonomen Shopfloor Management.
25%	Der Einsatz der SFM-Kaskade ist geplant, sodass Maßnahmen zur Vorbereitung und Einführung erarbeitet werden. Es werden geeignete Eskalationspfade zwischen den Hierarchieebenen definiert.			
50%	Ein standardisierte Vorgehen zur Einführung der SFM-Kaskade ist definiert. Die Übertragungshierarchie ist definiert, in der die oberen Probleme, Anregungen und Maßnahmen über die SFM-Kaskade an höhere Hierarchieebenen kaskadiert werden, sobald sie nicht im ursprünglichen Shopfloor-Meeting abgeschlossen werden konnten.			
75%	Die SFM-Kaskade wird routiniert im Anschluss an Shopfloor-Meetings genutzt, um ungelöste Probleme oder noch offene Themen aus den unteren Ebenen hierarchisch weiterzuverarbeiten und Lösungen festzustellen (Bottom-Up) als auch um Themen, Maßnahmen oder Informationen an untergeordnete Hierarchieebenen zu verteilen (Top-Down).			
100%	Optimaler Einsatz der SFM-Kaskade. Informationen, Probleme, Maßnahmen und Anregungen werden zielgerichtet und effizient entlang der definierten Eskalationspfade kommuniziert und auf die Ziellebene behandelt. Bei Bedarf werden die Eskalationspfade zwischen den Hierarchieebenen modifiziert.			

## A.2 DSFM Interdependenztabelle

DSFM-Element	Voraussetzungen
<b>Analoge DSFM-Elemente</b>	
5-Why	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoges Abweichungsmanagement	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoge Dokumentation des SFM Meetings	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoge eindeutige & sichere Identifikationsnachweise	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoge Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	- Datenaufnahme Design und Klassifizierung
Analoge SFM Informationsplattform	- Analoges Shopfloor Board ergänzen - Analoge Dokumentation des SFM-Meetings
Analoge Instandhaltungsplanung	- Analogie Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
Analoge Kennzahlendiagramme nach Kategorien	- Analogie Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten - Kennzahlen Design und Klassifizierung
Analoge Maschinenzuteilung	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoge Maßnahmenliste	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoges Shopfloor Board	- Kennzahlen Design und Klassifizierung
Datenaufnahme Design und Klassifizierung	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Gemba Walks	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoges Heijunka Board	- Analoges Störmeldesystem
Analoge Integration von Problemanalysemethoden	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen

Analoges Ishikawa Diagramm	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoger Kaizen und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Kennzahlen Design und Klassifizierung	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoges KVP-Board	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoger Schichtplan	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
SFM-Kaskade	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Analoges Shopfloor Meeting	- analoges Shopfloor Board - SFM-Kaskade
Analoges Störmeldesystem	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
<b>Digitalisierte DSFM Elemente</b>	
Digitalisierter Schichtplan	- digitalisiertes Shopfloor Board - Qualifikationsmatrix
Digitalisierte Kennzahlendiagramme sortiert nach Kategorien	- Kennzahlen Design und Klassifizierung - Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
Digitalisierte Dokumentation des SFM Meetings	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	- Datenaufnahme, Design und Klassifizierung
Digitalisierte SFM Informationsplattform	- - Digitalisiertes Shopfloor Board - - Digitalisierte Dokumentation des SFM-Meetings
Digitalisierte Maßnahmenliste	- - analoge Maßnahmenliste - - digitalisiertes Shopfloor Board
Digitalisiertes Abweichungsmanagement	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitalisierter Kaizen und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitalisiertes KVP-Board	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitalisiertes Shopfloor Board	- Kennzahlen Design und Klassifizierung - Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten

Digitalisierte eindeutige und sichere Identitätsnachweise	- ERP-Anbindung
Digitalisierte ERP-Anbindung	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitalisierte Qualifikationsmatrix	- Digitalisiertes Shopfloor Board
Digitalisierter 8D-Report	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
<b>Digitale DSFM-Elemente</b>	
Digitales 5-Why	- Digitales Shopfloor Board
Business Intelligence Lösungen	- Kennzahlen Design und Klassifizierung
Cyberschutz von gespeicherten Daten	- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen
Digitale Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	- Kennzahlen Design und Klassifizierung - Digitales Shopfloor Board - Business Intelligence Lösungen - Zentrale Verfügbarkeit von Daten - Zukunftsähnliche Kommunikationsnetzwerke
Digitale Kennzahlendiagramme nach Kategorien	- Kennzahlen Design und Klassifizierung - Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten - Business Intelligence Lösungen - zentrale Verfügbarkeit von Daten
Digitale Maßnahmenliste	- Digitalisierte Maßnahmenliste - Digitales Shopfloor Board
Digitale Bottleneck-Darstellung	- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten - MES - Digitales Shopfloor Board - Digitale Visualisierung von Maschinenzuständen - Zentrale Verfügbarkeit von Daten - Zukunftsähnliche Kommunikationsnetzwerke
Digitale Dokumentation SFM-Meeting	- Digitales Shopfloor Board - Digitales KVP-Board - Digitale Maßnahmenliste
Digitale eindeutige und sichere Identifikationsnachweise	- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten - Digitalisierte eindeutige & sichere Identitätsnachweise - Digitale ERP-Anbindung - Zentrale Verfügbarkeit von Daten

Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES-Anbindung</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Digitale ERP-System Anbindung!	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierte Kommunikationsprotokolle</li> <li>- Digitale eindeutige Identitätsnachweise</li> </ul>
Digitale SFM-Informationsplattform	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitenden</li> <li>- Digitale Dokumentation des SFM-Meetings</li> </ul>
Digitale Kommunikation zwischen Mitarbeitern	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das DSFM-Element besitzt keine DSFM-Elemente als technische Voraussetzung</li> </ul>
Digitale Visualisierung von Maschinenzuständen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale eindeutige und sichere Identitätsnachweise</li> <li>- digitalisiertes Shopfloor Board</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- MES</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Digitale Maschinenzuteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales StörmeldeSystem</li> <li>- digitaler Schichtplan;</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale Qualifikationsmatrix</li> </ul>
Digitaler 8D-Report	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> </ul>
Digitaler Schichtplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Digitale Qualifikationsmatrix</li> </ul>
Digitales Abweichungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- &amp; Werkzeugdaten</li> </ul>
Digitale definierte Zielkorridore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> </ul>
Digitales Heijunka-Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Störmeldesystem</li> </ul>
Digitales Ishikawa-Diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> </ul>
Digitales Kaizen und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales SFM-Board</li> <li>- Zukunftsähnige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Digitales KVP-Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales SFM-Board</li> <li>- Zukunftsähnige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Digitales Shopfloor Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- &amp; Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES</li> <li>- digitalisiertes Shopfloor Board</li> <li>- zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> </ul>
Digitales Shopfloor Management Meeting	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Shopfloor Management Board</li> <li>- SFM-Kaskade</li> </ul>
Digitales Störmeldesystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analoges Störmeldesystem</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Zukunftsähnige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> </ul>
Drilldown von Kennzahlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- SFM-Kaskade</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> </ul>
Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen</li> </ul>
Digitale Integration von Problemanalysemethoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Störmeldesystem</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Zukunftsähnige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales KVP-Board</li> </ul>
Kennzahlen per mobiler App	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Wearables und mobile Endgeräte</li> <li>- Zukunftsähnliche Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
MES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenaufnahme Design und Klassifizierung</li> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- Digitale Eindeutige und sichere Identitätsnachweise</li> <li>- zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Zukunftsähnliche Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Digitale Qualifikationsmatrix	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalisierte Qualifikationsmatrix</li> </ul>
Shopfloor Operating System	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitale Kennzahlendiagramme nach SQCDP</li> <li>- Digitalisierte Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> </ul>
Digitale Instandhaltungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- digitaler Schichtplan</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES</li> <li>- Digitale Maschinenzuteilung</li> <li>- Digitale Qualifikationsmatrix</li> <li>- Zukunftsähnliche Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> <li>- Digitales Störmeldesystem</li> </ul>
Wearables und mobile Endgeräte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen</li> </ul>
Wertstrombasierte Kennzahlendarstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- MES</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> </ul>

zentrale Verfügbarkeit von Daten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenaufnahme Design und Klassifizierung</li> <li>- „Digitalisierte“ Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES-Anbindung</li> <li>- „Digital/vernetzte“ eindeutige und sichere Identitätsnachweise</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> </ul>
Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DSFM-Element besitzt keine Voraussetzungen</li> </ul>
<b>Smart/autonome DSFM-Elemente</b>	
Autonome Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- digital/vernetzte Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board</li> </ul>
Autonome Dokumentation des Shopfloor Meetings	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Digitales KVP-Board</li> <li>- Digitale Maßnahmenliste</li> </ul>
Autonome Dynamische Zielkorridore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> </ul>
Autonome Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES-Anbindung</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Autonome Instandhaltungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digital/vernetzte Instandhaltungsplanung</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Intelligentes Störungsmanagement</li> </ul>

Autonome Integration digitaler Problemanalysemethoden/Smart Analytics	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales KVP-Board</li> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitale Integration von Problemanalysemethoden</li> <li>- Digitales Störmeldesystem</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> </ul>
Autonome Maschinen Zuteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digital/vernetzte Maschinenzuteilung</li> </ul>
Autonomer Schichtplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- digitaler Schichtplan</li> <li>- Digitale ERP-Anbindung</li> <li>- MES</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Digitale Qualifikationsmatrix</li> <li>- vernetzte Instandhaltungsplanung</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> </ul>
Autonomes Abweichungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Digitales Abweichungsmanagement</li> <li>- digital/vernetzte Maßnahmenliste</li> <li>- Digitales Störmeldesystem - ergänzen</li> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> </ul>
Autonomes Störmeldesystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- Homogenisierung von Kommunikationsprotokollen</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> </ul>
Data Mining	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Eindeutige und sichere Identitätsnachweise</li> <li>- zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> </ul>
Kennzahlen per Mobiler App (autonom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennzahlen Design und Klassifizierung</li> <li>- Digitales Shopfloor Board</li> <li>- Business Intelligence Lösungen</li> <li>- Zentrale Verfügbarkeit von Daten</li> <li>- Zukunftsfähige Kommunikationsnetzwerke</li> <li>- digital/vernetzte Adaptive Visualisierung am Shopfloor Board</li> </ul>

Autonomes Kaizen Event und Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

- Digitales KVP-Board
- Data Mining
- Digitale Erfassung von Prozess-, Anlagen- und Werkzeugdaten
- Digitales Störmeldesystem

## A.3 Akzeptanzmaßnahmen

### Akzeptanzmaßnahmen



#### Business Origami (Sandbox Session)

##### Beschreibung

Ein Business Origami ist eine partizipative Methode, um die in einem System involvierten Menschen, Objekte, Prozesse, Technologien, Umgebungen sowie Kommunikations- und Informationsflüsse aus der Vogelperspektive physisch darzustellen. Dafür werden repräsentierende Elemente aus Papier räumlich angeordnet und mit Linien verbunden, um deren Beziehungen untereinander zu visualisieren. Somit können unterschiedliche Standpunkte offen gelegt werden sowie Erfahrung und Wissen ausgetauscht werden. Im Falle einer Sandbox Session, können auch Spielfiguren und andere Gegenstände verwendet werden. Ein Business Origami kann in weniger als einer Stunde erstellt werden.

##### Vorgehen/Methodik

1. Kleingruppen einteilen
2. Business Origami in Kleingruppen erstellen
  - a. Benötigte Elemente aus Papier ausschneiden und beschriften
  - b. Elemente auf einer horizontalen Fläche räumlich anordnen
  - c. Beziehungen und Leistungsströme zwischen den Elementen in verschiedenen Farben einzeichnen
3. Business Origami jeweils präsentieren und im Team diskutieren

##### Potenziale

- Verständnis für Zielgruppen & Abläufe entwickeln
- Gedanken- und Erfahrungsaustausch: Interaktion
- Unterschiedliche Perspektiven, Einstellungen und Meinungen offenlegen
- Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Interaktion der System-Elemente identifizieren
- Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren
- Schnelles Experimentieren

##### benötigte Materialien

- Tisch/Whiteboard
- Papierfläche
- Post-it Notes
- Scheren/Cutter-Messer
- ggf. Spielfiguren/weitere Gegenstände

##### Change Management Phase

Unfreeze

↓

Change

↓

Refreeze

##### Teilnehmende

- Interne Stakeholder
- Shopfloor-Mitarbeitende

##### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft

Innovationsdenken

Technologieaffinität

Kompetenz

Kommunikation

Partizipation

Shopfloor-Transparenz

Daten-Transparenz

Nutzerzentrierung

Software-Sicherheit

Führung

Vergangenheit

Team

Eignungsgrad



5

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



#### Napkin Pitch

##### Beschreibung

Der Napkin Pitch beschreibt eine Formatvorlage zur effektiven Kommunikation eines neuen SFM-Konzepts mittels einer simplen und knappen Übersicht. Die Vorlage beinhaltet die folgenden vier Felder: (1) Idee (Beschreibung des Konzepts), (2) Bedürfnisse und Vorteile (Welche Stakeholder werden adressiert? Welche Bedürfnisse werden adressiert? Worin liegt der Nutzen?), (3) Umsetzung (Wie wird das Konzept umgesetzt?) und (4) Problemlösung (Wie wird die bestehende Herausforderung bewältigt? Gibt es Überschneidungen zu bereits existierenden Konzepten?). Ziel ist es, das SFM-Konzept in weniger als einer Minute vermitteln zu können.

##### Vorgehen/Methodik

Formatvorlage mittels Brainstormings und/oder Diskussionen im Team befüllen. Folgende Schritte können dabei helfen:

1. Konzept beschreibend benennen
2. Konzept kurz und kompakt beschreiben
3. Problem erläutern, das mit dem Konzept adressiert wird
4. Beschreiben, wie die Zielgruppe von der Idee profitiert
5. Problemlösung skizzieren

##### Potenziale

- Kein eines Konzeptes identifizieren und vermitteln
- Stakeholder einbinden
- Verständnis für SFM-Konzept schaffen
- Zustimmung der Stakeholder gewinnen

##### benötigte Materialien

Formatvorlage (Plakat, Flipchart, PowerPoint o.Ä.) mit den 4 Feldern:

- 1) Beschreibung des Konzepts
- 2) Bedürfnisse der Stakeholder
- 3) Beschreibung der Umsetzung
- 4) Beschreibung der Problemlösung des Konzepts

##### Change Management Phase

Unfreeze

↓

Change

↓

Refreeze

##### Teilnehmende

- Führungskräfte/Change Agents als Moderator/in
- Shopfloor-Mitarbeitende

##### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft

Innovationsdenken

Technologieaffinität

Kompetenz

Kommunikation

Partizipation

Shopfloor-Transparenz

Daten-Transparenz

Nutzerzentrierung

Software-Sicherheit

Führung

Vergangenheit

Team

Eignungsgrad

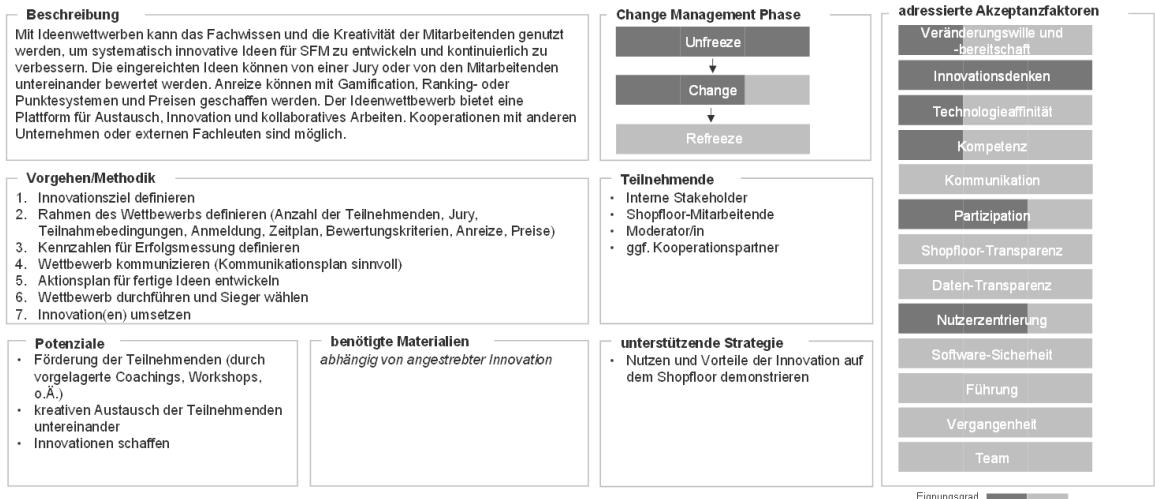


6

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Ideenwettbewerb



7

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze

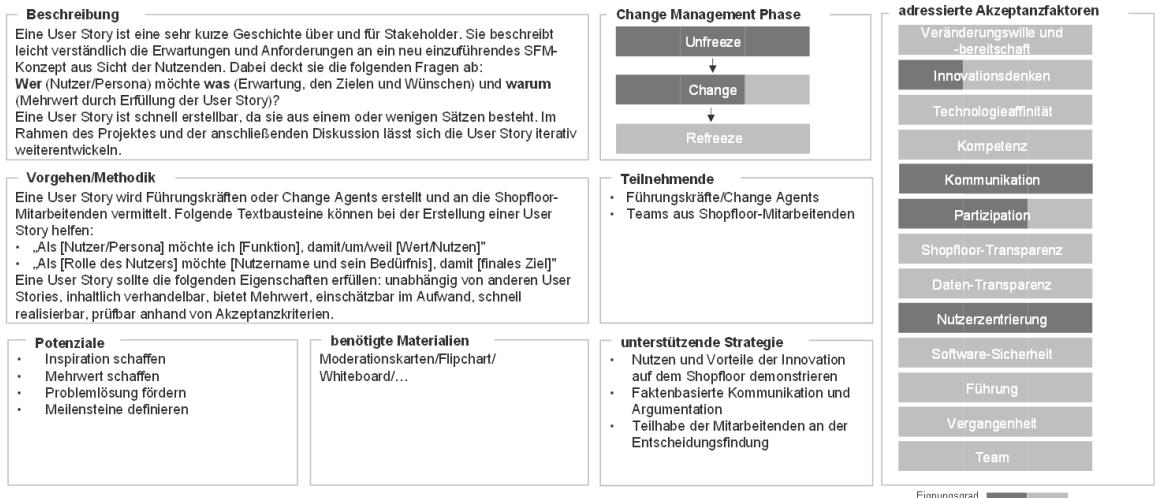


Karlsruher Institut für Technologie



Institut für Produktionstechnik

## User Story



8

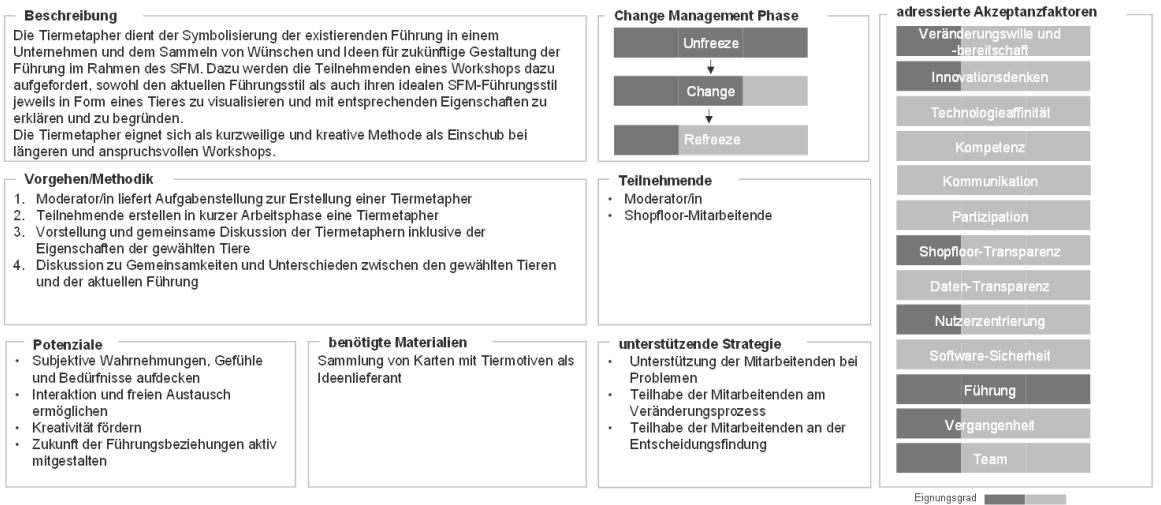
Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



Institut für Produktionstechnik



## Tiermetapher



9

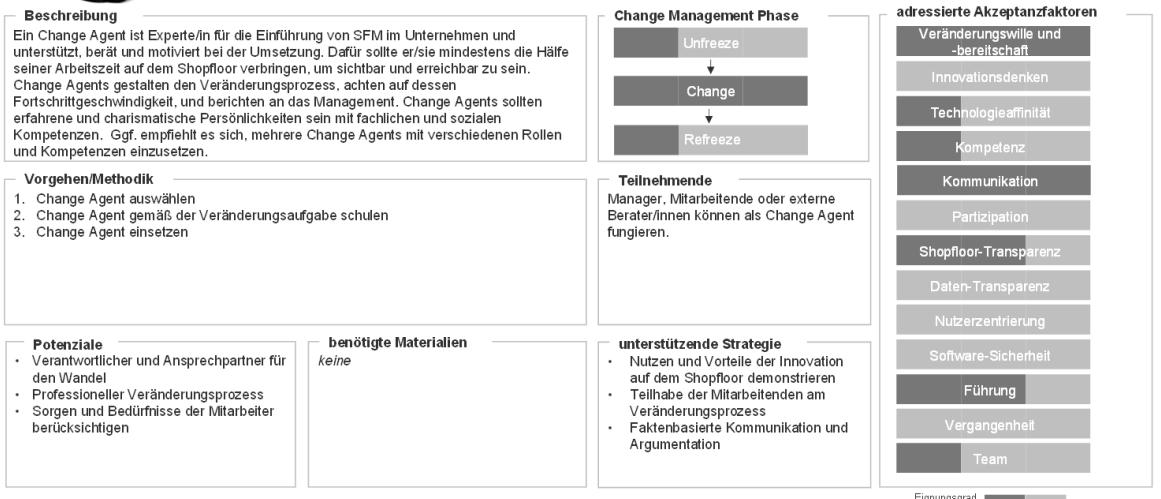
Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



Karlsruher Institut für Technologie



## Change Agent



10

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



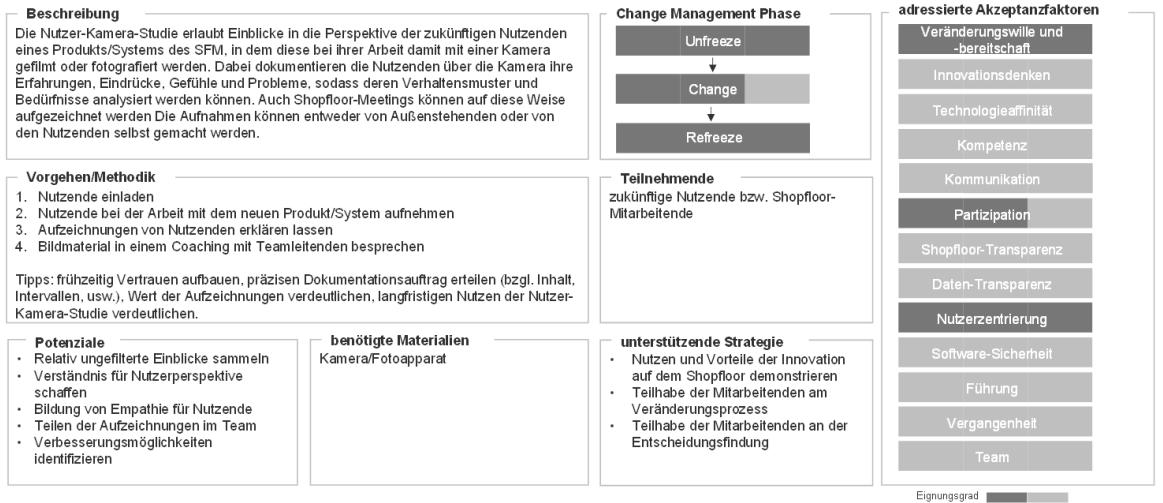
Institut für Produktionstechnik



Karlsruher Institut für Technologie



## Nutzer-Kamera-Studie

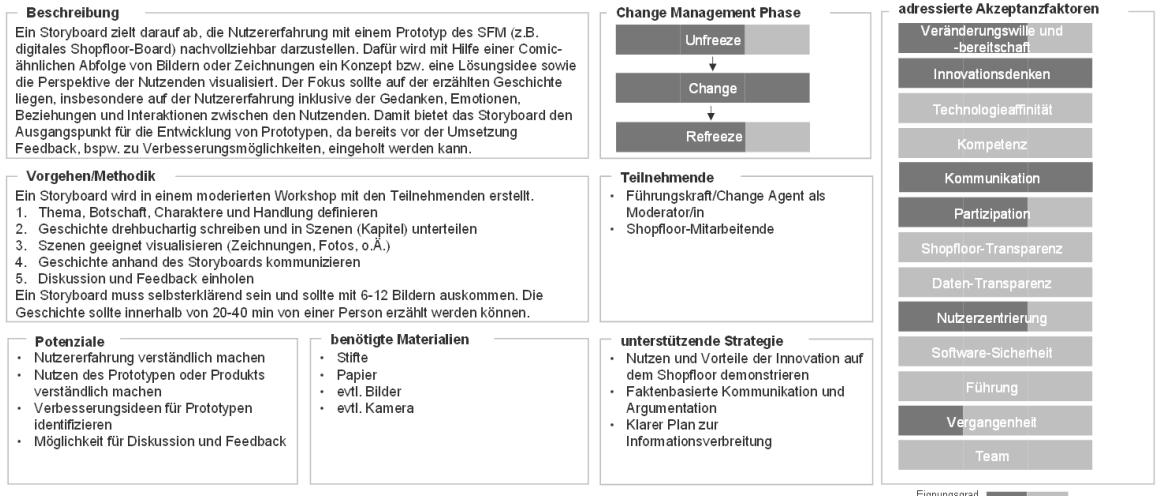


11

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Storyboards



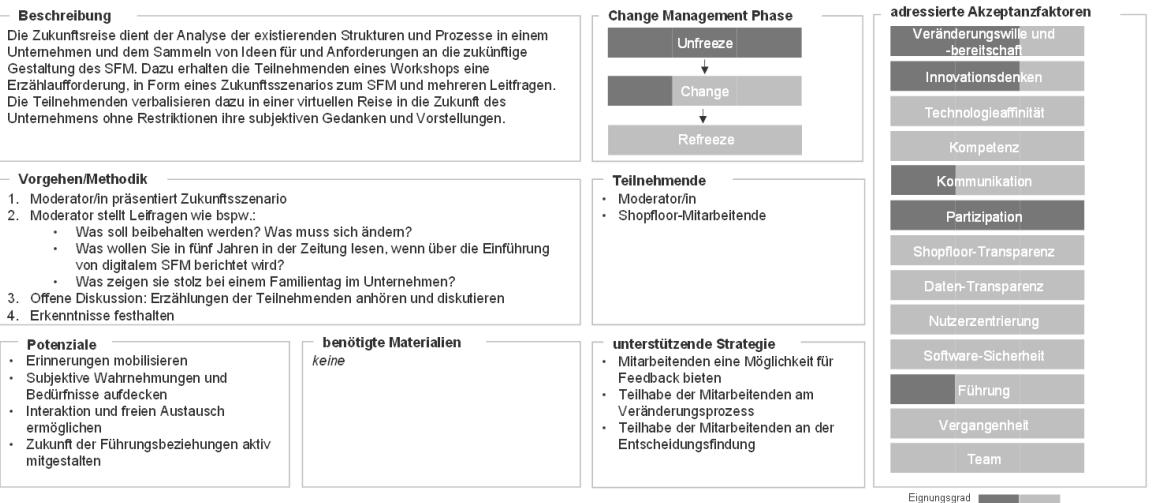
12

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze





## Zukunftsreise



13

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



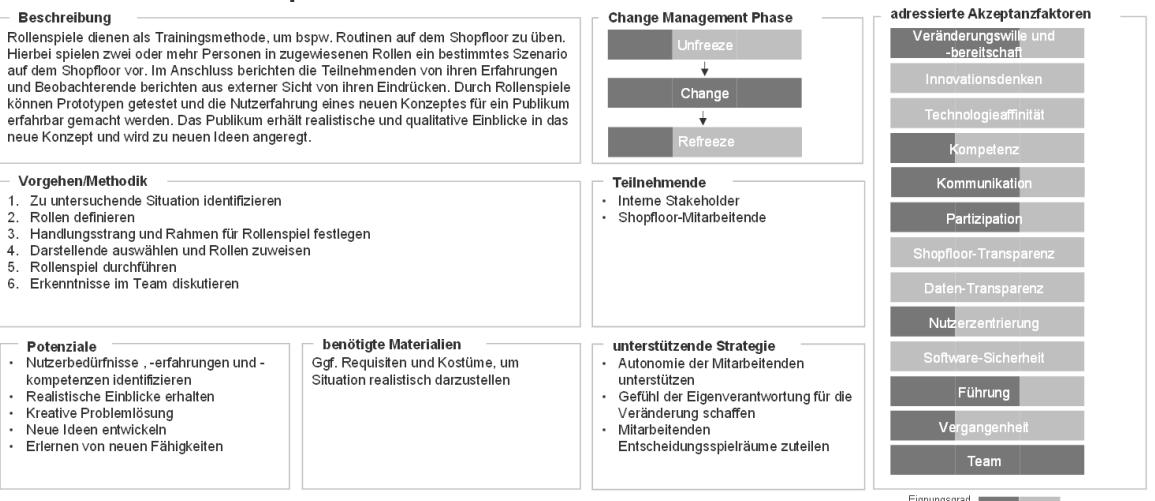
Karlsruher Institut für Technologie



Institut für Produktionstechnik



## Rollenspiele

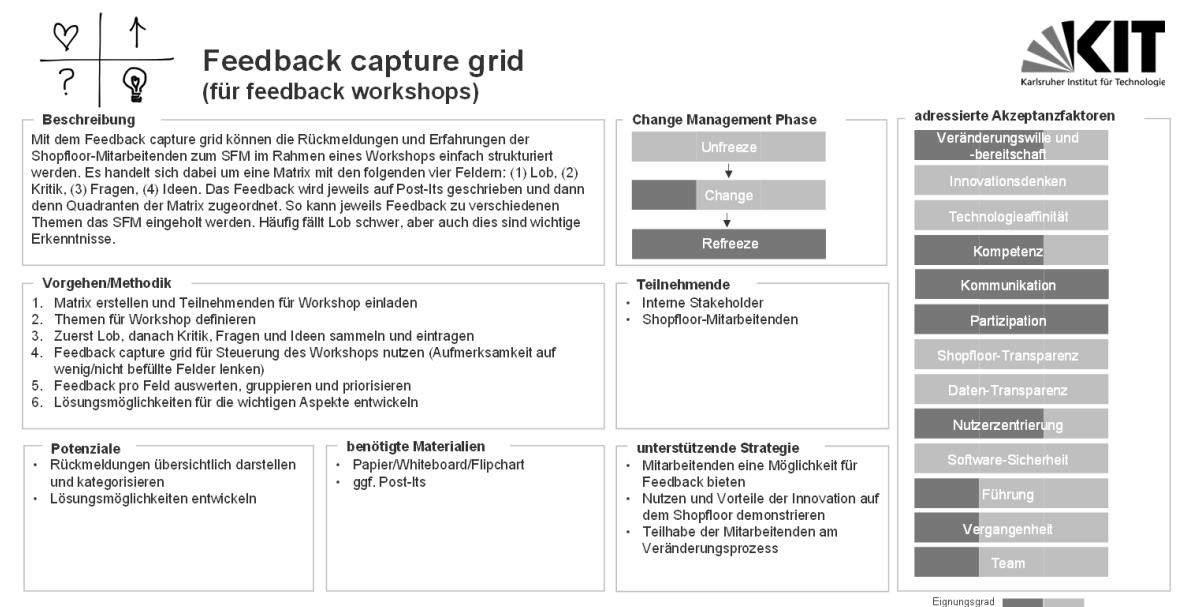


14

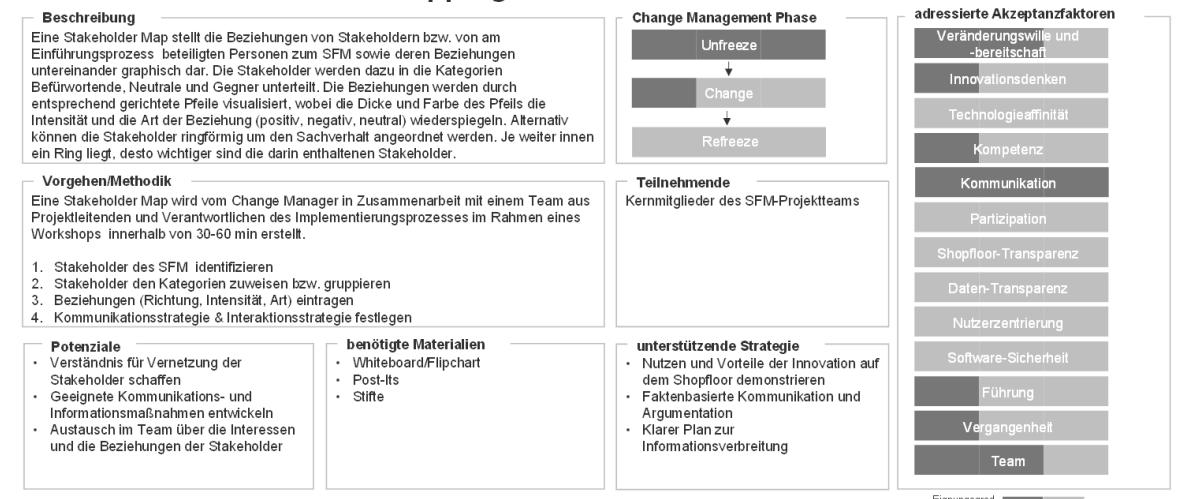
Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



Institut für Produktionstechnik



### Stakeholder Mapping





## SWOT-Analyse

### Beschreibung

Die SWOT-Analyse ist ein Werkzeug zu Situationsanalyse in Bezug zur Einführung von SFM. Dabei werden die internen Stärken (Strengths) und Schwächen (Weaknesses) sowie die externen Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) analysiert. Stärken und Schwächen beziehen sich auf die Qualifikation des Personals, internes Wissen und die Technologie, Chancen und Risiken beziehen sich auf Einflussfaktoren und Trends aus dem Umfeld. Diese vier Elemente spannen eine 2x2 Matrix auf und können so anschaulich kommuniziert werden. Ziel ist es, erfolgreiche Strategien und Zukunftsperspektiven für den Veränderungsprozess zu entwickeln.

### Vorgehen/Methodik

1. Analyse der Stärken und Schwächen (interne Analyse)
  2. Analyse der Chancen und Risiken (externe Analyse)
  3. Matrix befüllen
  4. Kombination von Stärken mit Chancen und Risiken untersuchen
  5. Kombination von Schwächen mit Chancen und Risiken untersuchen
- Die SWOT-Analyse findet in Form eines moderierten Workshop statt, in dem (interdisziplinären) Teams Teile der Analyse durchführen und das Ergebnis gemeinsam in der Matrix gesammelt, diskutiert und verbessert wird.

- Potenziale**
- Nutzen von Stärken für Chancen/Gefahren identifizieren
  - Schwächen richtig einschätzen und ggf. aushebeln
  - Risiken vorzeitig erkennen/vermeiden
  - Zukunftgerichtete Strategien und Maßnahmen entwickeln
  - Interaktion fördern

- benötigte Materialien**
- Formatvorlage (Flipchart, Whiteboard, Papier o.Ä.)

### Change Management Phase



### Teilnehmende

- Führungskräfte/Change Agents
- (interdisziplinäre) Teams

### unterstützende Strategie

- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden an der Entscheidungsfindung
- Involvierung der Mitarbeitenden in den Prozess der Lösungsentwicklung

### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft
Innovationsdenken
Technologieaffinität
Kompetenz
Kommunikation
Partizipation
Shopfloor-Transparenz
Daten-Transparenz
Nutzerzentrierung
Software-Sicherheit
Führung
Vergangenheit
Team

Eignungsgrad

17

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Fokusgruppe (für Diskussions-Workshop)

### Beschreibung

Eine Fokusgruppe ist eine moderierte Diskussionsrunde zur Einführung von SFM mit einer geringen Anzahl an Teilnehmenden. Die Fokusgruppe zeichnet sich durch Interaktion und eine gezielte Diskussion aus, die von einem/r kompetenten Moderator/in mittels ausgewählter Fragen geleitet wird. Der/die Moderator/in verfolgt dabei das Ziel, dass möglichst viele verschiedene Meinungen und Ideen zum SFM ausgetauscht werden, um unterschiedliche Perspektiven aufzuzeigen und Akzeptanz zu schaffen. Die Teilnehmenden der Fokusgruppe weisen unterschiedliche Hintergründe, aber ein möglichst ähnliches Erfahrungs- und Hierarchielevel auf und kennen sich typischerweise nicht.

### Vorgehen/Methodik

1. Thema festlegen (z.B. Akzeptanz der neuen digitalen Systeme auf dem Shopfloor)
2. Rahmen bzw. Grenzen des Themas definieren
3. Fragen festlegen (ca. 10-12 Stück)
  - z.B. *Was sind Hürden im Umgang mit den digitalen Systemen?*
  - z.B. *Wie können die digitalen Systeme benutzerfreundlich gestaltet werden?*
4. Moderator/in bestimmen und Teilnehmende auswählen (ca. 6-10 Stück)
5. Organisieren und Diskussion durchführen (30-90 min)
6. Nachbesprechung der Moderatoren/Innen; Erkenntnisse festhalten

- Potenziale**
- Schneller und einfacher Erkenntnisgewinn
  - Hohe Aussagekraft
  - Differenziertes und authentisches Feedback
  - Plattform für Kritik/Verbesserungsideen
  - Verständnis und Akzeptanz schaffen

- benötigte Materialien**
- Möglichkeit für Notizen

### Change Management Phase



### Teilnehmende

- Moderator/in
- 6-10 Teilnehmende aus verschiedenen Bereichen mit Kenntnissen zu SFM

### unterstützende Strategie

- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden am Veränderungsprozess
- Faktenbasierte Kommunikation und Argumentation

### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft
Innovationsdenken
Technologieaffinität
Kompetenz
Kommunikation
Partizipation
Shopfloor-Transparenz
Daten-Transparenz
Nutzerzentrierung
Software-Sicherheit
Führung
Vergangenheit
Team

Eignungsgrad

18

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze





## Affinitätsdiagramm

### Beschreibung

Das Affinitätsdiagramm ist eine Methode, um die Ideen, Fakten, Erkenntnisse, Beobachtungen und Meinungen, die während einer Diskussion oder eines SFM-Workshops auftreten, zu strukturieren. Sie dient dazu, unstrukturierte Daten und Informationen zu gruppieren, wichtige Themen zu identifizieren und Zusammenhänge zu erkennen. Dafür werden Post-It-Notizen im Team erstellt, gesammelt und nach Ähnlichkeit bzw. Zugehörigkeit zu Clustern zusammengefasst.

Synonyme: Affinity mapping, Card sorting, snowballing, collaborative sorting

### Vorgehen/Methodik

1. Post-It-Notizen während Workshop erstellen (ein Post-It pro Idee, Fakt, Erkenntnis, Beobachtung, o.Ä.)
  2. Post-It-Notizen gruppieren
  3. Cluster benennen und ggf. zusammenfassen
  4. Cluster priorisieren
  5. Beziehungen zwischen Clustern durch Linien veranschaulichen
- Es empfiehlt sich eine Moderator/in, der die Aufgabe, die Ziele und die Agenda klar kommuniziert und die Teilnehmenden bei Bedarf unterstützt.

### Potenzielle

- Gemeinsames Verständnis schaffen
- Bedürfnisse, Anforderungen, Probleme, Ideen, Zusammenhänge identifizieren
- Prioritäten definieren
- Feedback zu Veränderungen strukturieren
- Ideengenerierung im Sinne des nutzerzentrierten Designs

19

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze

### Change Management Phase

↓

Change

↓

Refreeze

### Teilnehmende

- Moderator/in
- Interne Stakeholder
- Shopfloor-Mitarbeitende

### benötigte Materialien

- Große freie Fläche (Whiteboard, Pinwand, o.Ä.)
- Post-Its

### unterstützende Strategie

- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden am Veränderungsprozess
- Faktenbasierte Kommunikation und Argumentation

### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft
Innovationsdenken
Technologieaffinität
Kompetenz
Kommunikation
Partizipation
Shopfloor-Transparenz
Daten-Transparenz
Nutzerzentrierung
Software-Sicherheit
Führung
Vergangenheit
Team

Eignungsgrad



## Prototypen-Tests

### Beschreibung

Prototypen-Tests werden durch Workshops umgesetzt, in denen Prototypen präsentiert und von den Mitarbeitenden getestet werden können. Dadurch können sich die Mitarbeitenden mit den neuen Konzepten vertraut machen, erste Erfahrungen sammeln und haben die Möglichkeit für Diskussion und Feedback. Die Prototypen können in Form einer simulierten Messe kleinen multidisziplinären Gruppen von Experten/innen und Nutzenden präsentiert werden. Auch hier besteht die Möglichkeit für Feedback.

### Vorgehen/Methodik

1. Prototypen bereitstellen und Teilnehmer einladen
2. Prototypen präsentieren
3. Testphase
4. Feedback einholen

### Potenzielle

- Bestätigung für bestehende Lösungen erhalten
- Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren
- Neue Konzepte greifbar machen

### benötigte Materialien

Prototypen

### Change Management Phase

↓

Change

↓

Refreeze

### Teilnehmende

- Interne Stakeholder
- Shopfloor-Mitarbeitende
- Experten/innen

### unterstützende Strategie

- Mitarbeitenden eine Möglichkeit für Feedback bieten
- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden am Veränderungsprozess

### adressierte Akzeptanzfaktoren

Veränderungswille und -bereitschaft
Innovationsdenken
Technologieaffinität
Kompetenz
Kommunikation
Partizipation
Shopfloor-Transparenz
Daten-Transparenz
Nutzerzentrierung
Software-Sicherheit
Führung
Vergangenheit
Team

Eignungsgrad



20

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Puls-Umfrage

### Beschreibung

Puls-Umfragen sind sehr kurze, gezielte, einheitliche und regelmäßige Umfragen, die ohne großen Aufwand aussagekräftige Ergebnisse liefern. Damit kann schnell und kontinuierlich Feedback aus der Perspektive der Mitarbeitenden zum Einführungsprozess von SFM eingeholt werden. Es können Momentaufnahmen der Mitarbeiterzufriedenheit und -motivation erstellt werden und die Zusammenarbeit im Team über ein Stimmungsbarometer abgebildet werden. Die regelmäßigen Puls-Umfragen erlauben den Verlauf der Ergebnisse sichtbar zu machen und entsprechende Optimierungsmaßnahmen, basierend auf den Mitarbeiterbedürfnissen, zu identifizieren.

### Vorgehen/Methodik

1. Vorbereitung (5-10 Fragen/Statements; z.B. Multiple-Choice Fragen oder Rankings)
2. Durchführung (via Tablet/Smartphone; stichprobennahmig)
3. Auswertung
4. Verbesserungsmaßnahmen durchführen

Die schnelle Durchführbarkeit der Umfragen steht im Fokus. Die Puls-Umfragen sollten regelmäßig in bestimmten Zeitintervallen mit denselben Fragen durchgeführt werden und die Ergebnisse mit den befragten Mitarbeitern geteilt werden, um Transparenz zu schaffen.

### Potenziale

- Kontinuierliche Feedback-Kultur aufbauen
- Engagement und Wertschätzung der Mitarbeitenden fördern
- Trends schnell in Echtzeit erkennen
- Kurzfristige Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren
- Plattform für anonymes Feedback

### benötigte Materialien

digitales Umfrage-Tool/Umfragebögen

### Change Management Phase



### Teilnehmende

Shopfloor-Mitarbeitende

### adressierte Akzeptanzfaktoren

- Veränderungswille und -bereitschaft
- Innovationsdenken
- Technologieaffinität
- Kompetenz
- Kommunikation
- Partizipation
- Shopfloor-Transparenz
- Daten-Transparenz
- Nutzerzentrierung
- Software-Sicherheit
- Führung
- Vergangenheit
- Team

Eignungsgrad



21

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Process Mapping

### Beschreibung

Process Mapping ist eine graphische Darstellung von internen Prozessen und fungiert damit als Ausgangspunkt für effektives Veränderungsmanagement bei der Einführung von SFM. Eine Process Map sollte die folgenden Komponenten aufweisen: Input, Output, Arbeitsschritte, Entscheidungspunkte und Funktionen. Damit können Abläufe, Stärken, Engpässe und Schwachstellen anschaulich visualisiert werden und somit beim Finden von Verbesserungsideen, der Entscheidungsfindung und der Kommunikation im Team unterstützen. Die Process Map wird mittels geometrischer Symbole visualisiert, wie bspw. UML.

### Vorgehen/Methodik

Process Mapping erfolgt durch gemeinsames Brainstorming im Team.

1. Prozess auswählen und Grenzen festlegen
2. Prozessschritte und Aktivitäten auflisten
3. Reihenfolge der Schritte bestimmen
4. Grobes Flowchart mithilfe von Symbolen erstellen und iterativ um Details erweitern
5. Analyse: Probleme und Verbesserungsideen entwickeln

### Potenziale

- Verständnis der Prozesse durch Visualisierung schaffen
- Ineffizienzen aufdecken und Lösungen entwickeln
- klare Kommunikation und schnelle Entscheidungsfindung
- Leistung und Zufriedenheit der Mitarbeiter erhöhen

### benötigte Materialien

Flipchart/Papier/Software-Tool

### Change Management Phase



### Teilnehmende

- Führungskräfte
- Change Agents
- Shopfloor-Mitarbeitende

### adressierte Akzeptanzfaktoren

- Veränderungswille und -bereitschaft
- Innovationsdenken
- Technologieaffinität
- Kompetenz
- Kommunikation
- Partizipation
- Shopfloor-Transparenz
- Daten-Transparenz
- Nutzerzentrierung
- Software-Sicherheit
- Führung
- Vergangenheit
- Team

Eignungsgrad

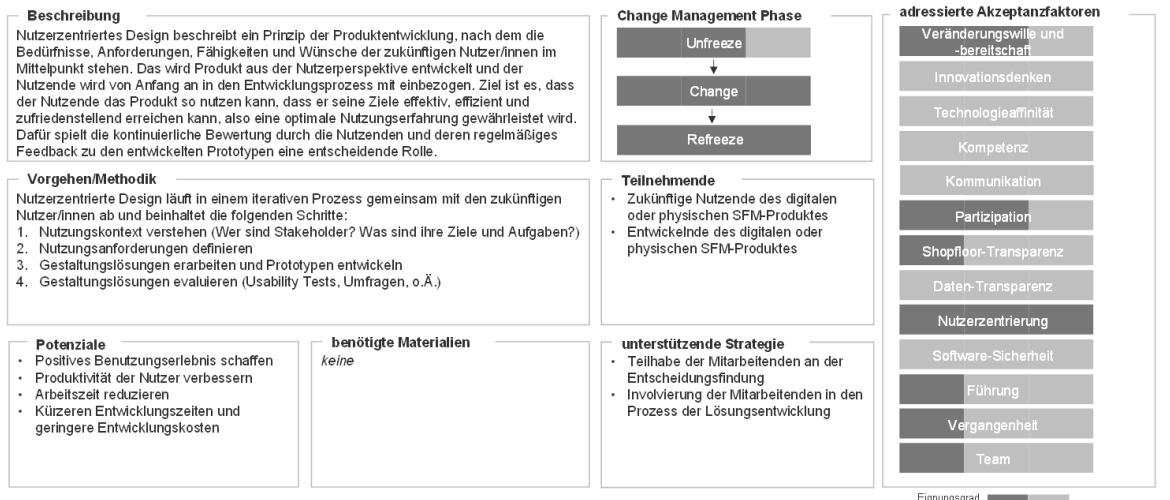


22

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Nutzerzentriertes Design



23

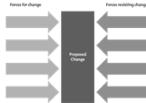
Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



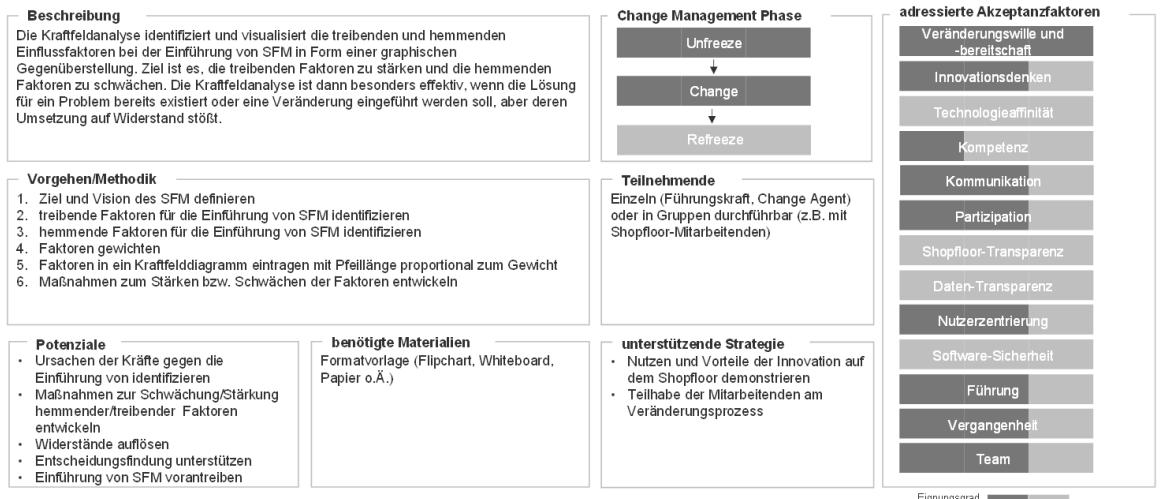
Karlsruher Institut für Technologie



Institut für Produktionstechnik



## Kraftfeldanalyse



24

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



Institut für Produktionstechnik



## Testen mit lautem Denken

### Beschreibung

Beim Testen mit lautem Denken werden die Teilnehmende eines Workshops dazu aufgefordert, einen Prototyp bzw. ein neues System des SFM zu testen und währenddessen durchgehend laut zu denken. Damit ist gemeint, dass die Teilnehmende konstant und unstrukturiert ihre Gedanken, Fragen, Probleme, usw. in einem Monolog verbalisieren. Dadurch können Abweichungen zwischen dem Denkmuster und der Implementierung des neuen SFM-Systems identifiziert werden.

### Vorgehen/Methodik

1. Repräsentative Teilnehmende bzw. Nutzende einladen
2. Teilnehmenden eine Aufgabe geben und zum lauten Denken auffordern
3. Still sein, zuhören und Notizen machen
4. Notizen auswerten

Teilnehmende werden immer wieder zum Sprechen aufgefordert, falls sie damit aufhören. Falls erforderlich, können die Monologe der Teilnehmenden aufgezeichnet und ggf. transkribiert werden.

### Potenziale

- Wahre Meinungen herausfinden
- Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren
- Benutzerfreundlichkeit steigern
- Interaktion live mitverfolgen

### benötigte Materialien

- Prototypen/Systeme
- Notizblock/Tablet
- ggf. Geräte zum Aufzeichnen

### Change Management Phase



### Teilnehmende

- Repräsentative Nutzende
- Moderator/in
- Beobachtende bzw. protokollierende Person

### unterstützende Strategie

- Mitarbeitenden eine Möglichkeit für Feedback bieten
- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden am Veränderungsprozess

### adressierte Akzeptanzfaktoren

- Veränderungswille und -bereitschaft
- Innovationsdenken
- Technologieaffinität
- Kompetenz
- Kommunikation
- Partizipation
- Shopfloor-Transparenz
- Daten-Transparenz
- Nutzerzentrierung
- Software-Sicherheit
- Führung
- Vergangenheit
- Team

Eignungsgrad



## Benchmark-Tour

### Beschreibung

Bei einer Benchmark-Tour werden unternehmenseigene Produkte, Prozesse, Techniken und Performances aus dem SFM mittels Kennzahlen mit denen von anderen Unternehmen verglichen und bewertet. Die Vergleichspartner können dabei direkte Wettbewerber oder vergleichbare, branchenverwandte Unternehmen sein. Die Idee ist, von den Besten zu lernen, daher sollten die Vergleichsunternehmen auch zu den Fortschrittlichsten im Bereich des SFM gehören. Durch die ermittelten Leistungsunterschiede können Verbesserungsmöglichkeiten und „Best Practices“ identifiziert werden und somit der unternehmenseigene Einführungsprozess optimiert werden.

### Vorgehen/Methodik

1. Auswahl des Vergleichsobjektes (Produkt, Prozess, Technik, o.Ä.)
2. Auswahl des Vergleichsunternehmens („best in class“)
3. Daten- und Informationsgewinnung
4. Leistungslücken und ihre Ursachen identifizieren
5. Verbesserungsschritte umsetzen

Es gilt geeignete Kennzahlen (KPIs) für quantitative Vergleiche und Bewertungen festzulegen.

### Potenziale

- Verbesserungspotenziale für Einführung von SFM identifizieren
- Wettbewerbsfähigkeit verbessern
- Förderung von Teambildung
- Vertrautheit mit Leistungskennzahlen schaffen

### benötigte Materialien

keine

### Change Management Phase



### Teilnehmende

- Change Agents
- Shopfloor-Mitarbeitende

### unterstützende Strategie

- Nutzen und Vorteile der Innovation auf dem Shopfloor demonstrieren
- Teilhabe der Mitarbeitenden am Veränderungsprozess
- Autonomie der Mitarbeitenden unterstützen

### adressierte Akzeptanzfaktoren

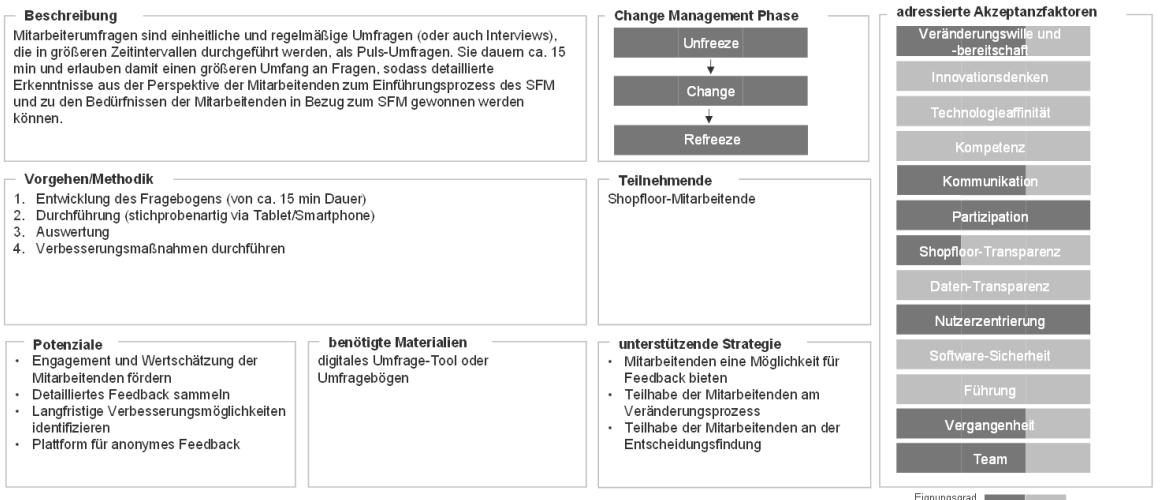
- Veränderungswille und -bereitschaft
- Innovationsdenken
- Technologieaffinität
- Kompetenz
- Kommunikation
- Partizipation
- Shopfloor-Transparenz
- Daten-Transparenz
- Nutzerzentrierung
- Software-Sicherheit
- Führung
- Vergangenheit
- Team

Eignungsgrad





## Mitarbeiterumfragen

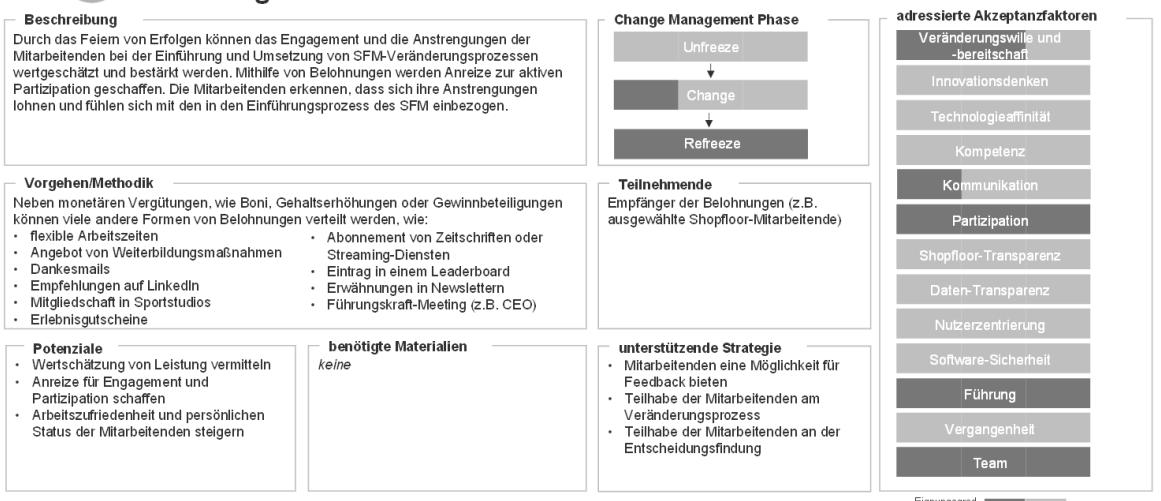


27

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Erfolge feiern



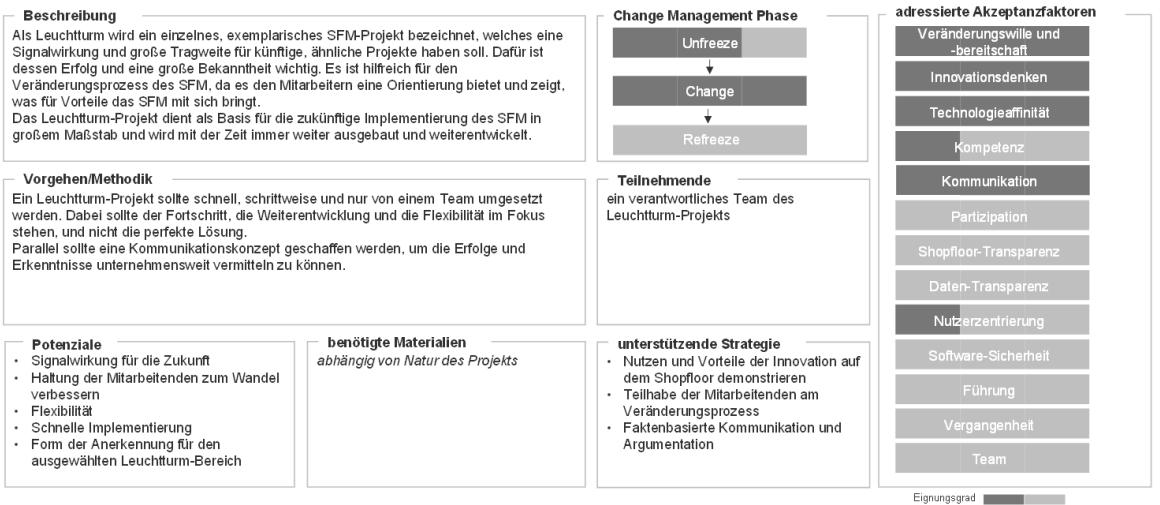
28

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze





## Leuchtturm-Projekte

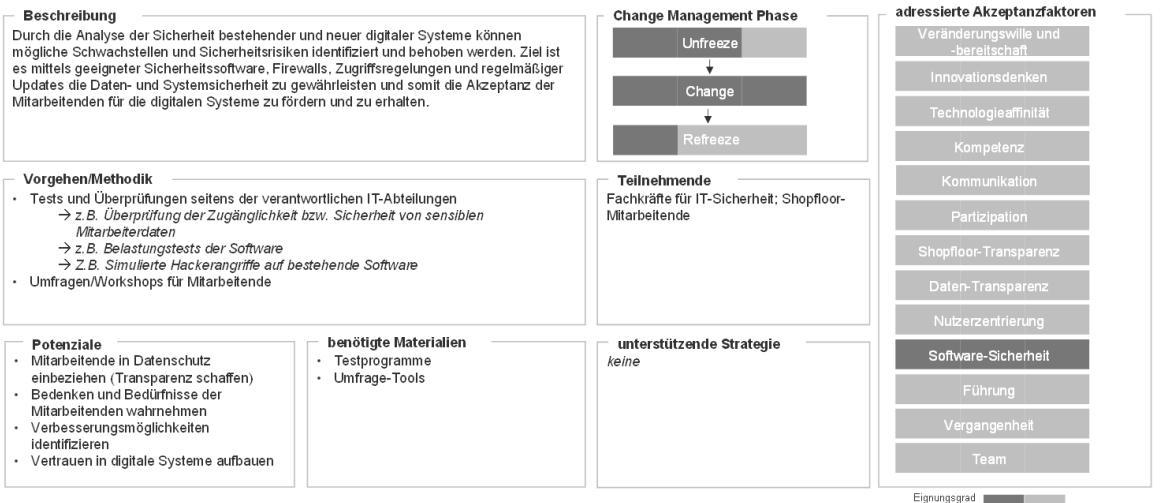


29

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## Systemsicherheits-Analyse



30

Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer, Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



## A.4 Itemkataloge der Akzeptanzfaktoren

### Item-Katalog: Partizipation

In Bezug auf die Einführung von dSFM bin ich...

unbeachtet	1	2	3	4	5	6	einbezogen
Zuschauer	1	2	3	4	5	6	Teilnehmer
unberücksichtigt	1	2	3	4	5	6	berücksichtigt
ausgegrenzt	1	2	3	4	5	6	integriert
ausgeschlossen	1	2	3	4	5	6	eingebunden
unbeteiligt	1	2	3	4	5	6	beteiligt
Außen vor	1	2	3	4	5	6	involviert
isoliert	1	2	3	4	5	6	eingegliedert

In Bezug auf die Einführung von dSFM bin ich...

nicht mitwirkend	1	2	3	4	5	6	mitwirkend
------------------	---	---	---	---	---	---	------------

Ich habe Einfluss auf kurfristige Entscheidungen.

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

Ich bin bei kurzfristigen Entscheidungen involviert.

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

Ich empfinde den Führungsstil als partizipativ.

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

Ich habe die Möglichkeit frei und offen mein Feedback zu kommunizieren.

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

### Daten-Transparenz

Die Daten der digitalen Systeme auf dem Shopfloor sind..

unangenehm	1	2	3	4	5	6	angenehm
überflüssig	1	2	3	4	5	6	effektiv
unerwünscht	1	2	3	4	5	6	wünschenswert
nicht verfügbar	1	2	3	4	5	6	verfügbar
mangelhaft	1	2	3	4	5	6	qualitativ hochwertig
oberflächlich	1	2	3	4	5	6	detailliert
nicht visualisiert	1	2	3	4	5	6	visualisiert
ungeschützt	1	2	3	4	5	6	geschützt
inkonsistent	1	2	3	4	5	6	konsistent

Die Daten der digitalen Systeme auf dem Shopfloor sind..

Veraltet	1	2	3	4	5	6	Aktuell
Uninteressant	1	2	3	4	5	6	Informativ
Nicht zu gebrauchen	1	2	3	4	5	6	Hilfreich

### Shopfloor-Transparenz

**Die Informationen, die ich auf dem Shopfloor erhalte, sind...**

falsch	1	2	3	4	5	6	richtig
generell	1	2	3	4	5	6	individuell
Veraltet	1	2	3	4	5	6	Aktuell
Ungeeignet	1	2	3	4	5	6	Passend
Unbrauchbar	1	2	3	4	5	6	Nützlich
Uninteressant	1	2	3	4	5	6	Informativ
Nicht sinnvoll	1	2	3	4	5	6	Sinnvoll
Aufwändig	1	2	3	4	5	6	Intuitiv

**Die Informationen, die ich auf dem Shopfloor erhalte, sind...**

nicht kennzahlenbasiert	1	2	3	4	5	6	kennzahlenbasiert
-------------------------	---	---	---	---	---	---	-------------------

**Meine Abteilung pflegt einen guten Informationsaustausch mit anderen Abteilungen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Ziele der Shopfloor Meetings sind mir bewusst.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Ziele der Kennzahlen die im Shopfloor Meeting besprochen werden sind mir bewusst.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Informationen, die mir im Shopfloor Meeting zur Verfügung gestellt werden sind ausreichend, um daraus Handlungen abzuleiten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Informationen die mir im Shopfloor Meeting zur Verfügung gestellt motivieren mich für meine tägliche Arbeit.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Informationen die mir im Shopfloor Meeting zur Verfügung gestellt werden sind korrekt, so dass ich mich auf sie verlassen kann.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

### Kommunikation der Veränderung

**Ich empfinde die Kommunikation zum dSFM als...**

nicht informativ	1	2	3	4	5	6	informativ
verspätet	1	2	3	4	5	6	rechtzeitig
unnütz	1	2	3	4	5	6	nützlich
lückenhaft	1	2	3	4	5	6	offen & ehrlich
intransparent	1	2	3	4	5	6	transparent

### Software-Sicherheit

**Ich fühle mich sicher bei der Übermittlung meiner Informationen durch digitale Systeme.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Sicherheits-Software der digitalen Systeme ist stark genug, um meine Daten zu schützen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich fühle mich sicher beim Abrufen und Sichern der Daten auf dem Shopfloor.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich vertraue den digitalen Systemen und deren Sicherheit.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich glaube, dass die Daten in den digitalen Systemen auf dem Shopfloor sicher sind.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich halte die digitalen Systeme und deren Sicherheitsprogramme für...**

angreifbar	1	2	3	4	5	6	geschützt
veraltet	1	2	3	4	5	6	aktuell

### Veränderungswille- und bereitschaft

**Wie wird sich die Änderung Ihrer Meinung nach auf die Qualität Ihrer Arbeit auswirken?**

sehr negativ	1	2	3	4	5	6	sehr positiv
--------------	---	---	---	---	---	---	--------------

**Wie nimmt die Organisation als Ganzes die Veränderung wahr?**

schlecht	1	2	3	4	5	6	gut
----------	---	---	---	---	---	---	-----

**Wie denkt ihr Vorgesetzter über die Veränderung?**

sehr negativ	1	2	3	4	5	6	sehr positiv
--------------	---	---	---	---	---	---	--------------

**Ich habe schlechte Erfahrungen mit organisatorischen Veränderungsprozessen gemacht.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
----------------	---	---	---	---	---	---	-----------------

**Ich habe genügend Mitspracherecht bei Entscheidungen über Veränderungen in meiner Abteilung.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich halte die Veränderung für...**

irrelevant	1	2	3	4	5	6	notwendig
unwichtig	1	2	3	4	5	6	wichtig
nicht dringend	1	2	3	4	5	6	dringend
nicht umsetzbar	1	2	3	4	5	6	umsetzbar

**Innovationsdenken****Misserfolge führen auf lange Sicht oft zu positiven Resultaten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich überwinde Rückschläge, um wichtige Herausforderungen zu bewältigen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Im Allgemeinen sind Qualität und Perfektion wichtiger als Effektivität.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Wie gut gelingt es Ihnen, im Berufsleben Entscheidungen unter Unsicherheit zu treffen?**

nicht gut	1	2	3	4	5	6	sehr gut
-----------	---	---	---	---	---	---	----------

**Ich bin Neuem gegenüber...**

unaufgeschlossen	1	2	3	4	5	6	aufgeschlossen
------------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich halte die Veränderung für..**

unnütz	1	2	3	4	5	6	nützlich
--------	---	---	---	---	---	---	----------

**Ich halte die Veränderung für..**

belanglos	1	2	3	4	5	6	interessant
nicht zukunftsrelevant	1	2	3	4	5	6	zukunftsrelevant

**Technologieaffinität****Ich beschäftige mich gern genauer mit technischen Systemen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich probiere gern die Funktionen neuer technischer Systeme aus.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich verbringe sehr gern Zeit mit dem Kennenlernen eines neuen technischen Systems.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich versuche zu verstehen, wie ein technisches System genau funktioniert.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich versuche, die Möglichkeiten eines technischen Systems vollständig auszunutzen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich fühle mich im Umgang mit Technologie...**

unsicher	1	2	3	4	5	6	selbstbewusst
----------	---	---	---	---	---	---	---------------

**Ich halte digitale Technologien für...**

wertlos	1	2	3	4	5	6	wertvoll
unsicher	1	2	3	4	5	6	sicher

**Ich arbeite gerne mit digitalen Geräten und Systemen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich verstehe den Mehrwert von digitalen Lösungen auf dem Shopfloor.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Kompetenz****Ich halte mich in Bezug auf dSFM für...**

eigene Ideen	1	2	3	4	5	6	nicht qualifiziert
qualifiziert							

**In Bezug auf dSFM bin ich...**

erfahren	1	2	3	4	5	6	unbefähigt
unerfahren							

**Ich habe in Bezug auf dSFM...**

viel Wissen	1	2	3	4	5	6	kaum Wissen
kaum Wissen							

**Ich verstehe die Kennzahlen der Produktion.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Ich weiß wie die Kennzahlen der Produktion beeinflusst werden.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Ich weiß wie ich durch mein Handeln die Kennzahlen der Produktion positiv beeinflussen kann.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Ich verstehe den Nutzen des täglichen Shopfloor Meetings.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Nutzerzentrierung****Neue Systeme werden mit dem Fokus auf die zukünftigen Nutzenden entwickelt und gestaltet.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Meine Bedürfnisse werden bei der Entwicklung und Gestaltung von neuen Systemen berücksichtigt.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Meine Fähigkeiten werden bei der Entwicklung und Gestaltung von neuen Systemen berücksichtigt.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Meine Arbeitsbedingungen werden bei der Entwicklung und Gestaltung von neuen Systemen berücksichtigt.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Meine Arbeitsanforderungen werden bei der Entwicklung und Gestaltung von neuen Systemen berücksichtigt.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Die digitalen Systeme auf dem Shopfloor sind..**

leicht erlernbar	1	2	3	4	5	6	schwer erlernbar
nutzerzentriert	1	2	3	4	5	6	nicht nutzerzentriert
effektiv bedienbar	1	2	3	4	5	6	schwer bedienbar
flexibel	1	2	3	4	5	6	unflexibel

**Die digitalen Systeme auf dem Shopfloor sind..**

nützlich	1	2	3	4	5	6	nicht nützlich
ansprechend	1	2	3	4	5	6	irritierend
unterstützend	1	2	3	4	5	6	wertlos

**Die Nutzung der Systeme auf dem Shopfloor verbessert meine Arbeitsleistung.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Die Nutzung der Systeme auf dem Shopfloor erfordert keine Anstrengungen meinerseits.**

trifft voll zu	1	2	3	4	5	6	trifft nicht zu
trifft voll zu							

**Führung****Ich empfinde die Führung in Bezug auf die Einführung von dSFM als...**

rücksichtslos	1	2	3	4	5	6	achtsam
respektlos	1	2	3	4	5	6	resepektvoll
nicht anerkennend	1	2	3	4	5	6	anerkennend
nicht wertschätzend	1	2	3	4	5	6	wertschätzend
misstrauend	1	2	3	4	5	6	vertrauend
distanziert	1	2	3	4	5	6	verbunden

**Die dSFM-Führung verfolgt den Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die dSFM-Führung weist eine positive Fehlerkultur auf.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich empfinde die Führung in Bezug auf die Einführung von dSFM als...**

nicht unterstützend	1	2	3	4	5	6	unterstützend
abwesend	1	2	3	4	5	6	präsent
unqualifiziert	1	2	3	4	5	6	qualifiziert
nicht zieltreibig	1	2	3	4	5	6	zielstrebig
nicht vorbildhaft	1	2	3	4	5	6	vorbildhaft

**Die Führung kommuniziert und praktiziert eine positive Fehlerkultur.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führungskräfte entwickeln sich ständig weiter/erlernen neue Fähigkeiten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung strebt eine ständige Weiterentwicklung der Kompetenzen der Mitarbeitenden an.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung fördert mich darin, selbstständig Probleme auf dem Shopfloor zu lösen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung bezieht mich in den Prozess der kontinuierlichen Verbesserung mit ein.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung findet auf dem Shopfloor statt.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung trifft Entscheidungen basierend auf Fakten auf dem Shopfloor.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Führung verfolgt transparente und durchgängige Zielsetzungen**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Führungskraft ermutigt mich mit systematischen Problemlösungsmethoden zu arbeiten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Führungskraft bringt uns bei wie wir als Team Probleme lösen können.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Führungskraft zeigt uns wie wir unsere Arbeit verbessern können.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Führungskraft bestärkt mich darin neue Ideen umzusetzen auch wenn die Möglichkeit besteht, dass sie nicht erfolgreich sind.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Führungskraft unterstützt mich darin die Initiative zu ergreifen und eigene Aufgaben zu starten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Team****In meiner Abteilung gibt es klare Rollenverteilungen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**In meiner Abteilung gibt es klare Verantwortlichkeiten.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Es findet Austausch zwischen meiner und anderen Abteilungen statt.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Meine Abteilung kooperiert mit anderen Abteilungen und umgekehrt.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Mitglieder meines Teams schenken den Beiträgen anderer Teammitglieder Beachtung und nehmen diese auf.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Mitglieder meines Teams diskutieren offen über neue Vorschläge, die sich aus den Beiträgen anderer Teammitglieder ergeben.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Mein Team arbeitet aktiv daran Wissen gegenseitig zu teilen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**In meinem Team wird Feedback aktiv kommuniziert.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich kenne meine Aufgaben und die Aufgaben meiner Kollegen.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich kenne die Verantwortlichkeiten innerhalb des Teams und weiss an wen ich mich bei Fragen wenden kann.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Ich kenne die Ansprechpartner ausserhalb meines Teams an die ich mich bei Fragen wenden kann.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Vergangenheit****Wie haben sich bisherige veränderungsprozesse der Organisation auf meine Arbeit ausgewirkt?**

negativ	1	2	3	4	5	6	positiv
---------	---	---	---	---	---	---	---------

**Wie habe ich bisherige Veränderungsprozesse der Organisation wahrgenommen?**

negativ	1	2	3	4	5	6	positiv
---------	---	---	---	---	---	---	---------

**In bisherige Veränderungsprozesse habe ich mich gut einbezogen gefühlt.**

trifft nicht zu	1	2	3	4	5	6	trifft voll zu
-----------------	---	---	---	---	---	---	----------------

**Die Erfahrungen, die ich mit bisherigen Transformationen gemacht habe, waren überwiegend...**

negativ	1	2	3	4	5	6	positiv
---------	---	---	---	---	---	---	---------

**Bisherige Veränderungsprozesse in der Organisation waren für mich...**

frustrierend	1	2	3	4	5	6	motivierend
--------------	---	---	---	---	---	---	-------------

## A.5 Vorstellung der Experten und Ihre Beteiligung

Experte 1 ist Manager Assembly Operation in einem Unternehmen, welches Präzisionsmessgeräte und Instrumente für die Produktion von Biopharmazeutika herstellt. Der Experte hat selbst in der Produktionstechnik und Fabrikplanung promoviert und leitete diverse Lean Management und Industrie 4.0 Projekte. Im Rahmen von Forschungsprojekten betreute er über den Projektverlauf die Digitalisierung des Shopfloor Managements und die Entwicklung sowie Realisierung der Industrie 4.0-Implementierungsstrategie.

Experte 2 ist Mitglied des Operation Excellence Teams eines Unternehmens, welches Präzisionsmessgeräte und Instrumente für die Produktion von Biopharmazeutika herstellt. Der Experte selbst hat neben einem berufsbegleitenden Studium, eine Ausbildung zum Organisationsentwickler durchlaufen.

Experte 3 studierte Wirtschaftsingenieurwesen und schrieb seine Masterarbeit zum Thema „Transformation von Unternehmen zu einer Agilen Organisation“. Seit Abschluss seines Studiums im Jahr 2019 arbeitet er bei einem Anbieter für Digitales Shopfloor Management.

Experte 4 promovierte im Themengebiet „Gestaltung Globaler Produktionsnetzwerke“ und leitet derzeit bei einem Sensorhersteller den Bereich Operational Excellence und betreut mehrere Projekte im Rahmen der Digitalisierung des Lean Managements. Hierzu gehört auch die Einführung von Digitalem Shopfloor Management.

Experte 4 promovierte im Themengebiet „Gestaltung von Industrie 4.0“ und arbeitet bei einem Elektronikhersteller. Er ist verantwortlich für Digitalisierung der Produktion und betreut dabei mehrere Realisierungsprojekte in der Produktion, wozu auch die Einführung von Digitalem Shopfloor Management und die Weiterentwicklung des MES gehört.

Experte 6 ist selbst akademischer Mitarbeitender mit dem Forschungsschwerpunkt Digitales Shopfloor Management. Er untersucht Ansätze mit denen das Digitale Shopfloor Management zu mehr Nachhaltigkeit in Unternehmen beitragen kann und wie sich Künstliche Intelligenz im Digitalen Shopfloor Management einsetzen lässt.

Experte 7 war akademischer Mitarbeitender mit dem Forschungsschwerpunkt Produktions- und Arbeitsgestaltung sowie Kompetenzentwicklung und -erhaltung. Zuvor arbeitete er als Montageplaner bei einem deutschen Automobilkonzern und betreute diverse Lean Management Projekte und Digitalisierungsprojekte.

Expertin 8 studierte Wirtschaftsingenieurwesen und schrieb ihre Masterarbeit zur „Einführung von Digitalem Shopfloor Management in der automatisierten Fertigung“ bei einem großen Hersteller von Befestigungstechnik. Daran anknüpfend übernahm sie die Leitung diverser Lean Management Projekte sowie die Neustrukturierung des Shopfloor Management.

Experte 9 studierte Wirtschaftsingenieurwesen und schrieb seine Masterarbeit zum Thema „Einführung von Digitalem Shopfloor Management unter hoher Mitarbeiterakzeptanz“. Nach Abschluss der Masterarbeit ist er als Lean Manager bei einem Unternehmen für Automatisierungstechnik angestellt und betreut dort die Einführung des Digitalen Shopfloor Management.

	Überblick über die Beteilung der Experten									
	Experte									
Maßnahmen / Workshops	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9
Identifikation DSFM-Elemente	x	x	x	x	x	x		x		x
Bewertung DSFM-Elemente	x	x	x	x				x		
Identifikation Akzeptanzmaßnahmen	x				x	x	x		x	
Bewertung Akzeptanzfaktoren		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verknüpfung Akzeptanzfaktoren und -maßnahmen		x		x		x	x	x	x	x
Verknüpfung DSFM-Elemente und Akzeptanz	x	x		x	x		x	x	x	x

## A.6 DSFM Reifegrad-Assessment

<b>Teil 1 Reifegrad-Assessment: Vision des Digitalen Shopfloor Management</b>	
<b>Erklärung:</b> Im Folgenden erhalten Sie zwei Fragegruppen mit Fragen zu möglichen Idealzuständen. Diese bauen in jedem Bereich (z.B. Datenerfassung) aufeinander auf und stellen jeweils zusätzliche Weiterentwicklungen im jeweiligen Bereich des Shopfloor Managements dar. Hierbei kann es vorkommen, dass in manchen Bereichen nicht alle Reifegradstufen definiert sind. Bitte wählen Sie zu jedem Bereich die Stufe aus, die am ehesten zum angestrebten Zustand in Ihrem Unternehmen passt.	
<b>Vision DSFM-Kategorie Daten - Datenaufnahme::</b>	
<p><b>Analoges Shopfloor Management:</b>  <i>Durch eine regelmäßige und in kurzen Intervallen stattfindende Identifikation relevanter Daten sowie deren Aufnahme durch die Mitarbeitenden steht für alle Entscheidungen und Kennzahlen eine aktuelle Datenbasis zur Verfügung. Durch definierte Datenstrukturen sowie Art der Aufnahme sind diese Daten zwischen den Bereichen austauschbar, visualisierbar und verwertbar. Die Daten werden nicht automatisch erfasst, sondern müssen von Mitarbeitenden aufgenommen werden.</i></p> <p><b>Digitalisiertes Shopfloor Management:</b>  <i>Durch eine regelmäßige und in kurzen Intervallen stattfindende Identifikation relevanter Daten sowie deren Aufnahme steht für alle Entscheidungen und Kennzahlen eine aktuelle Datenbasis zur Verfügung. Sämtliche erfasste Daten stehen durch eine Übertragung in digitale Systeme jederzeit und in beliebigem Umfang für die weitere Verwendung bereit. Durch definierte, immer wieder an die Anforderungen angepasste Schutzstrukturen wird dabei sowohl die Konsistenz der Daten bei der Aufnahme wie auch der kontinuierliche Schutz vor missbräuchlichem und unerlaubtem Zugriff gewährleistet. Die Datenaufnahme wird von Mitarbeitenden oder einem System zu definierten Zeitpunkten angestoßen und erfolgt mit Hilfe verschiedener Systeme.</i></p> <p><b>Digital / vernetztes Shopfloor Management:</b>  <i>Durch eine regelmäßige, automatische und in kontinuierlichen Intervallen stattfindende Identifikation relevanter Daten sowie deren Aufnahme steht für alle Entscheidungen und Kennzahlen eine aktuelle Datenbasis, in nahezu Echtzeit, zur Verfügung. Sämtliche erfasste Daten stehen durch eine Übertragung in digitale Systeme jederzeit und in beliebigem Umfang für die weitere Verwendung bereit. Gleichzeitig stehen diese in nahezu Echtzeit in den verschiedenen Datenbanken zur Verfügung. Neben Prozess- und Stammdaten der eigenen Abteilung können auch unternehmensübergreifende Daten erfasst werden. Durch entsprechende Programme können die erfassten Daten bereits grundlegend aufbereitet sowie zentral zur Verfügung gestellt werden.</i></p> <p><b>Smart / autonomes Shopfloor Management:</b>  <i>Durch eine regelmäßige, automatische und in kontinuierlichen Intervallen stattfindende Identifikation relevanter Daten sowie deren Aufnahme steht für alle Entscheidungen und Kennzahlen eine aktuelle Datenbasis, in nahezu Echtzeit, zur Verfügung. Sämtliche erfasste Daten stehen durch eine Übertragung in digitale Systeme jederzeit und in beliebigem Umfang für die weitere Verwendung bereit. Gleichzeitig stehen diese in nahezu Echtzeit in den verschiedenen Datenbanken zur Verfügung. Neben Prozess- und Stammdaten der eigenen Abteilung können auch unternehmensübergreifende Daten erfasst werden. Sämtliche Daten werden durch fortschrittliche Algorithmen analysiert und hieraus neue Daten gewonnen. Diese ermöglichen fundiertere Entscheidungen sowie Prognosen für die Zukunft. Alle Daten der gesamten Wertschöpfungskette stehen dabei vollständig zentral und verknüpft für alle beteiligten Unternehmen zur Verfügung.</i></p>	
<p>Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. *</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Analoges Shopfloor Management</li> <li><input type="checkbox"/> Digitalisiertes Shopfloor Management</li> <li><input type="checkbox"/> Digital / vernetztes Shopfloor Management</li> <li><input type="checkbox"/> Smart / autonomes Shopfloor Management</li> </ul>	
<b>Vision DSFM-Kategorie It-Enabler - Infrastruktur:</b>	
<p><b>Analoges Shopfloor Management:</b>  <i>Die Infrastruktur für ein analoges Shopfloor Management im Unternehmen ist gegeben. Hierzu gehören eigene Shopfloor Bereiche an denen die Shopfloor Boards und Informationsplattformen platziert werden. Produkte, Prozesse und Anlagen sind eindeutig benannt und gekennzeichnet, wobei noch keine eindeutigen Identifier wie Barcodes oder Data-Matrix-Codes zum Einsatz kommen.</i></p>	

Die eindeutige Zuordnung erfolgt weitgehend papierbasiert mit standardisierten Produktionsaufträgen und Produktkennzeichnungen..

#### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Die Infrastruktur für ein digitalisiertes Shopfloor Management im Unternehmen ist gegeben. Hierzu gehören eigene Shopfloor Bereiche an denen die digitalisierten Shopfloor Boards und Informationsplattformen dauerhaft platziert werden. Produkte, Prozesse und Anlagen sind eindeutig benannt und gekennzeichnet, wobei überwiegend Barcodes oder 2D-Codes zur automatischen Identifikation mittels Scanner oder Kameras verwendet werden. Dies sorgt für eine erhöhte Datenqualität.

#### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Die Infrastruktur für ein digital/vernetztes Shopfloor Management im Unternehmen ist gegeben. Hierzu gehören eigene Shopfloor Bereiche an denen die digitalen Shopfloor Boards und Informationsplattformen dauerhaft platziert werden. Die hierzu verwendeten Dashboards können interaktiv bedient werden. Produkte, Prozesse und Anlagen sind eindeutig identifizierbar und sind hierzu mit einerindeutigen Identifier wie Data-Matrix-Codes, RFID-Tags oder anderer ID-Technologie ausgestattet, so dass durchgängig eine eindeutige Zuordnung zwischen Produkt und Prozess erfolgen kann. Dies stellt die Skalierbarkeit der Infrastruktur sicher. Weiterhin werden Standards vereinheitlicht und für die Zukunft ausgelegt. Damit wird eine durchgängig hohe und verlässliche Datenqualität sichergestellt.

#### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Die Infrastruktur für ein smart/autonomes Shopfloor Management im Unternehmen ist gegeben. Hierzu gehören eigene Shopfloor Bereiche an denen die digitalen Shopfloor Boards und Informationsplattformen dauerhaft platziert werden. Die hierzu verwendeten Dashboards können interaktiv bedient werden. Das Unternehmen verfügt bereits über die Erfahrung mit Künstlicher Intelligenz. Produkte, Prozesse und Anlagen sind eindeutig identifizierbar und sind hierzu mit einerindeutigen Identifier wie Data-Matrix-Codes, RFID-Tags oder anderer ID-Technologie ausgestattet, so dass durchgängig eine eindeutige Zuordnung zwischen Produkt und Prozess erfolgen kann. Dies stellt die Skalierbarkeit der Infrastruktur sicher. Weiterhin werden Standards vereinheitlicht und für die Zukunft ausgelegt. Damit wird eine durchgängig hohe und verlässliche Datenqualität sichergestellt.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie IT-Enabler - Vernetzung::**

##### **Analoges Shopfloor Management:**

Die einzelnen Elemente und Aufgaben des Shopfloor Managements werden an einem zentralen, analogen Shopfloor Board zusammengefügt. Es gibt keine einheitlichen Datenbanken für das Shopfloor Management. Jeder Shopfloor Management Bereich besitzt eine eigene Datenstruktur, wobei einheitliche Standards berücksichtigt werden.

##### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Die verschiedenen Systeme des digitalisierten Shopfloor Managements sind nicht mittels einer einheitlichen, zentralen Datenbank miteinander verknüpft. Es existieren keine einheitlichen und definierten Schnittstellen zwischen den einzelnen Elementen des Digitalen Shopfloor Management. Es gibt ein zentrales ERP-System, in dem verschiedene Bereiche digital abgebildet werden. Das ERP-System stellt einen Großteil der Shopfloor Management Daten zentral zu Verfügung. Die verschiedenen Anwendungen und Elemente des Shopfloor Management sind nicht miteinander verknüpft und greifen teilweise auf eine unterschiedliche Datenbasis zu..

##### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Die verschiedenen Systeme des digital/vernetzten Shopfloor Managements sind mittels einer einheitlichen und zentralen Datenbank verknüpft. Es existieren einheitliche und definierte Schnittstellen zwischen den einzelnen Elementen des Digitalen Shopfloor Management. Weitgehend alle Ressourcen in der Produktion und den Prozessen sind mittels Sensoren verknüpft, womit ein MES-System realisiert wird und in Kombination mit dem ERP-System eine verlässliche Datenbasis für das Digitale Shopfloor Management darstellt. Die ermittelten Daten werden bereits vor der Weitergabe aufbereitet und zu sinnvollen Kennzahlen verarbeitet. Eine leistungsfähige Infrastruktur unterstützt die Datensammlung, Datenverarbeitung und Datenspeicherung.

##### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Die verschiedenen Systeme des smart/autonomen Shopfloor Managements sind mittels einer einheitlichen und zentralen Datenbank verknüpft. Es existieren einheitliche und definierte Schnittstellen zwischen den einzelnen Elementen des Digitalen Shopfloor Management. Weitgehend alle Ressourcen in der Produktion und den Prozessen sind mittels Sensoren verknüpft, womit ein MES-System realisiert wird und in Kombination mit dem ERP-System eine verlässliche Datenbasis für das smart/autonome Shopfloor Management darstellt. Die ermittelten Daten werden mittels Künstlicher Intelligenz aufbereitet, analysiert und zu sinnvollen Kennzahlen verarbeitet. Eine leistungsfähige Infrastruktur unterstützt die Datensammlung, Datenverarbeitung und Datenspeicherung sowie den Einsatz von Künstlicher Intelligenz.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie Kennzahlen – Analyse und Visualisierung:**

##### **Analoges Shopfloor Management:**

Im Unternehmen werden aktuelle und aussagekräftige Kennzahlen aus den Bereichen Termintreue, Zeit, Qualität, Menschen und Sicherheit zur Beurteilung der Produktion verwendet sowie in grundlegender Art und Weise visualisiert. Diese werden dabei je nach Betrachtungsebene individuell ausgewählt und zentral auf der Shopfloor zugänglich gemacht. Durch die Zusammenfassung zu Kennzahlen können Daten zu Informationen aufbereitet und genutzt werden. Wichtig hierbei ist auch die Berücksichtigung von Abhängigkeiten der Kennzahlen voneinander (Kennzahlensysteme). In regelmäßigen und kurzen Intervallen werden die Kennzahlen analysiert. Insgesamt werden so fundierte Entscheidungen erleichtert.

##### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Die Erstellung von Kennzahlenvisualisierungen erfolgt vollständig digital. Durch die so möglichen, komplexeren Visualisierungs- und Kombinationsmöglichkeiten wird der Informationsgehalt deutlich gesteigert. Gleichzeitig wird so eine schnellere Anpassung durch digitale Hilfsmittel ermöglicht. Die Darstellung kann entweder ausgedrückt auf einem analogen Board oder bereits mittels eines digitalen Boards erfolgen. Durch die leichtere Möglichkeit der Visualisierung ist es jedoch auch notwendig, den Fokus auf die Visualisierung relevanter Kennzahlen zu setzen.

##### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Durch komplexe, interaktive Visualisierungsarten können die Mitarbeitenden die Kennzahlen genau der Fragestellung entsprechend abrufen. So kann noch schneller und zielgerichteter reagiert werden. Gleichzeitig ermöglichen digitale Systeme eine automatisierte Visualisierung inkl. Darstellung des Ergebnisses eines Soll-Ist-Abgleichs ohne Zutun des Menschen genau am Ort des Bedarfs. Zeiten für das Aufsuchen eines zentralen Aushanges sowie für das Erstellen der Visualisierung entfallen weitestgehend und stets aktuelle Informationen zu Abweichungen können zur Priorisierung und Visualisierung genutzt werden.

##### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Mittels KI können autonom Kennzahlen mit häufigen Abweichungen erkannt und präferiert visualisiert werden. Dies beinhaltet dabei auch einen Blick in die Zukunft mittels Trendanalysen und einer adaptiver Anpassung der Kennzahlenkorridore und -ziele. In Kombination mit weiterführenden Visualisierungsmöglichkeiten können schneller die relevanten Problemkennzahlen identifiziert und behandelt werden. Die Visualisierungarten und dargestellten Kennzahlen können dabei bedürfnisorientiert gewählt werden. So können Informationen bestmöglich erfasst werden.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie Meetings und Wissensaustausch – Dokumentation:**

**Analoges Shopfloor Management:**

Die im analogen Shopfloor Management besprochenen Inhalte, Informationen sowie die daraus resultierenden Sofortmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden unmittelbar am analogen Shopfloor Board, einer Magnettafel oder einem Flipchart dokumentiert. Für die KVP-Maßnahmen und Sofortmaßnahmen sind standardisierte Vorlagen vorhanden. Die damit dokumentierten Informationen sind für alle Mitarbeitenden einsehbar.

**Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Die im digitalisierten Shopfloor Management besprochenen Inhalte, Informationen sowie die daraus resultierenden Sofortmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden am digitalisierten Shopfloor Board oder einem anderen Bildschirm dokumentiert. Die Eintragung der Maßnahmen, KVP-Maßnahmen und sonstigen zu dokumentierenden Inhalte erfolgt im Nachgang des Shopfloor Meetings durch den Moderator oder einer definierten verantwortlichen Person. Für die KVP-Maßnahmen und Sofortmaßnahmen sind standardisierte, digitale Vorlagen vorhanden. Die damit dokumentierten Informationen sind für alle Mitarbeitenden einsehbar.

**Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Die im Digitalen Shopfloor Management besprochenen Inhalte, Informationen sowie die daraus resultierenden Sofortmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden direkt am digitalen Shopfloor Board dokumentiert. Die Eintragung der Maßnahmen, KVP-Maßnahmen und sonstigen zu dokumentierenden Inhalte erfolgt direkt während des Shopfloor Meetings durch den Moderator oder einer unterstützenden Person. Für die KVP-Maßnahmen und Sofortmaßnahmen sind standardisierte, digitale Vorlagen vorhanden. Die damit dokumentierten Informationen sind für alle Mitarbeitenden einsehbar und werden diesen mittels Digitalem Workflow auch an mobile Endgeräte, Mailsysteme oder individuelle Zugänge im Shopfloor Management Operating System oder sonstiger Spezialsoftware digital bereitgestellt.

**Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Die im Smart/autonomen Shopfloor Management besprochenen Inhalte, Informationen sowie die daraus resultierenden Sofortmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen des Kontinuierlichen Verbesserungsprozess werden direkt am digitalen Shopfloor Board dokumentiert. Die Eintragung der Maßnahmen, KVP-Maßnahmen und sonstigen zu dokumentierenden Inhalte erfolgt direkt während des Shopfloor Meetings durch den Moderator oder durch den Einsatz einer Spracherkennung mittels Künstlicher Intelligenz. Für die KVP-Maßnahmen und Sofortmaßnahmen sind standardisierte, digitale Vorlagen vorhanden. Die damit dokumentierten Informationen sind für alle Mitarbeitenden einsehbar und werden mittels Digitalem Workflow auch an mobile Endgeräte, Mailsysteme oder individuelle Zugänge im Shopfloor Management Operating System oder sonstiger Spezialsoftware digital bereitgestellt.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

**Vision DSFM-Kategorie Meetings und Wissensaustausch - Horizontale und Vertikale Information:****Analoges Shopfloor Management:**

Im Rahmen einer definierten Agenda in regelmäßigen Meetings wird der aktuelle Zustand der Produktion besprochen sowie gesteuert. Hierbei nehmen bei Bedarf auf Mitarbeitende anderer Bereiche teil. Probleme werden in den Meetings besprochen und wenn möglich, Maßnahmen zu Ihrer Lösung und langfristigen Abstellung definiert. Falls dies auf der aktuellen Ebene nicht möglich ist, werden diese an die nächsthöhere Stufe weitergegeben. Von dieser kommen darüber hinaus zusätzliche Informationen für die Meetings. Hierdurch herrscht bei allen Mitarbeitenden ein klarer Überblick über die Produktion und es wird eine wichtige Basis für eine strukturierte Kommunikation geschaffen. Durch den dezentralen Steuerungs- und Problemlöseansatz werden die Mitarbeitenden motiviert und ihr Wissen wird bestmöglich genutzt.

**Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Neben den Meetings werden Informationen etc. an einem Board zentral auf dem Shopfloor zur schnellen Information aller Mitarbeitenden aufgestellt. So kann eine zeitunabhängige Information erfolgen und der allgemeine Informationsstand verbessert werden. Gleichzeitig sind alle Informationen an einem Ort gesammelt verfügbar. Die strukturierte Kommunikation wird somit erweitert.

#### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Die Meetings wie auch der Informations- und Nachrichtenaustausch erfolgen auf digitalem Weg. Dadurch können auch Mitarbeitende, die nicht vor Ort anwesend sein können, in den Kommunikationsaustausch integriert werden. Informationen können darüber hinaus so schneller verteilt und von überall abgerufen werden.

#### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Mittels KI können autonom Kennzahlen mit häufigen Abweichungen erkannt und präferiert visualisiert werden. Dies beinhaltet dabei auch einen Blick in die Zukunft mittels Trendanalysen und einer adaptiver Anpassung der Kennzahlenkorridore und -ziele. In Kombination mit weiterführenden Visualisierungsmöglichkeiten können schneller die relevanten Problemkennzahlen identifiziert und behandelt werden. Die Visualisierungarten und dargestellten Kennzahlen können dabei bedürfnisorientiert gewählt werden. So können Informationen bestmöglich erfasst werden.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie Maßnahmen und Problemlösung - Problemlösungsmanagement:**

##### **Analoges Shopfloor Management:**

Im Unternehmen werden sämtliche anfallende Probleme erfasst, dokumentiert und strukturiert untersucht. So können häufig auftretende Probleme leichter erkannt und anschließend priorisiert abgestellt werden. Gleichzeitig verhindert dies eine Verschleppung von Problemen durch mangelnde Kommunikation. Zur Untersuchung stehen Vordrucke zur Verfügung, die sowohl bei der Problemlösung unterstützen als auch den Dokumentationsaufwand verringern. Im Rahmen der Lösungssuche definierte Maßnahmen werden von den Mitarbeitenden notiert und nachverfolgt. So kann leichter garantiert werden, dass Probleme bis zur endgültigen Lösung verfolgt werden. Das Problemlösungsmanagement umfasst dabei auch eine regelmäßige Abweichungsanalyse von Kennzahlen.

##### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

Durch eine Digitalisierung der Maßnahmenliste z.B. durch Abbildung in Microsoft EXCEL ist das Eintragen und Aktualisieren von definierten Maßnahmen leichter zu erledigen. Somit bedeutet dies weniger Aufwand für die Mitarbeitenden und motiviert diese, mit der Liste zu arbeiten.

##### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Durch dezentrale Möglichkeiten der digitalen Störungsaufnahme können diese in nahezu Echtzeit erfasst und digital an die verantwortlichen Mitarbeitenden inklusive ergänzender Informationen weitergeleitet werden. Die Zeit zwischen dem Auftreten von Problemen und dem Ergreifen von Gegenmaßnahmen kann so verringert werden. Durch digitale Maßnahmenlisten können die ergriffenen unternehmensweit in Echtzeit synchronisiert und als Zusatzinformationen abgerufen werden. Die Listen können dabei mit einer bereichsübergreifenden Vernetzung und einfach zu bedienenden digitalen Hilfsmitteln erweitert werden, um ihren Nutzen zu steigern.

##### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Durch ein intelligentes System wird der Zustand der Anlagen, Ressourcen etc. sowie Kennzahlen überwacht und Abweichungen erkannt und prognostiziert. So können Probleme teils bereits vor ihrem Auftreten erkannt oder zumindest in Echtzeit erfasst werden. Zur Problemaufnahme ist so nur noch geringer, manueller Aufwand bei einzelnen Problemen notwendig. Die Systeme übernehmen dabei bereits eigenständig Teile der Ursachenanalyse sowie Maßnahmengenerierung, wodurch die Mitarbeitenden entlastet werden. Die Systeme ermöglichen es darüber hinaus, den Mitarbeitenden nur relevante Informationen im Rahmen des Problemlösungsmanagements zukommen zu lassen und so sowohl deren Belastung verringern als auch deren Fähigkeiten zur Problemlösung zu erweitern.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie Maßnahmen und Problemlösung – Kontinuierliche Verbesserung:**

##### **Analoges Shopfloor Management:**

*Im Unternehmen ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess unter Beteiligung aller Mitarbeiteren- den sowie spezieller KVP-Teams etabliert. Abgeleitete Maßnahmen und Verbesserungsideen wer- den mittels papierbasierter KVP-Karten verwaltet. Verbesserungen werden durch einen iterativen PDCA-Prozess abgesichert und für alle sichtbar an einem analogen Board im Shopfloor Management Bereich visualisiert. Durch sichtbare Erfolge steigen darüber hinaus die Motivation und damit die Produktivität der Mitarbeitenden.*

##### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

*Im Unternehmen ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess unter Beteiligung aller Mitarbeiteren- den sowie spezieller KVP-Teams etabliert. Abgeleitete Maßnahmen und Verbesserungsideen wer- den mittels papierbasierter KVP-Karten beschrieben und im Nachgang an das Meeting von einem KVP-Verantwortlichen digitalisiert und in einem digitalen System verwaltet.*

*Verbesserungen werden durch einen iterativen PDCA-Prozess abgesichert und für alle sichtbar an einem digitalisierten Board im Shopfloor Management Bereich visualisiert. Der aktuelle Zustand der Probleme und Verbesserungsprozesse wird durch die Nutzung einfacher digitaler Hilfsmittel unter- stützt. Durch sichtbare Erfolge steigen darüber hinaus die Motivation und damit die Produktivität der Mitarbeitenden.*

##### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

*Im Unternehmen ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess unter Beteiligung aller Mitarbeiteren- den sowie spezieller KVP-Teams etabliert. Abgeleitete Maßnahmen und Verbesserungsideen wer- den direkt in einem digitalen KVP-Board eingetragen, beschrieben und in einen digitalen Workflow überführt.*

*Der aktuelle Zustand der Probleme und Verbesserungsprozesse wird mit Hilfe des digitalen Work- flows direkt im digitalen KVP-Board erfasst und visualisiert. Der Aufwand zur Verwaltung von KVP- Karten kann damit reduziert werden und die Bearbeitung sowie Bewertung von KVP-Ideen be- schleunigt werden. Erfolge können mittels Gamification und Bestenlisten von KVP-Vorschlägen ge- feiert werden, wodurch die Motivation und Kreativität gefördert werden kann. und damit die Produk- tivität der Mitarbeitenden. Die Motivation zur Teilnahme am KVP steigt durch eine Verringerung des Aufwandes.*

##### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

*Im Unternehmen ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess unter Beteiligung aller Mitarbeiteren- den sowie spezieller KVP-Teams etabliert. Abgeleitete Maßnahmen und Verbesserungsideen wer- den direkt in einem digitalen KVP-Board eingetragen, beschrieben und in einen digitalen Workflow überführt.*

*Der aktuelle Zustand der Probleme und Verbesserungsprozesse wird mit Hilfe des digitalen Work- flows direkt im digitalen KVP-Board erfasst und visualisiert. Der Aufwand zur Verwaltung von KVP- Karten kann damit reduziert werden und die Bearbeitung sowie Bewertung von KVP-Ideen be- schleunigt werden. Ein intelligentes System sortiert Verbesserungsvorschläge und simuliert ggfs. deren Auswirkungen. Darüber hinaus übernimmt es administrative Tätigkeiten wie das Ausfüllen der KVP-Karten. Auswirkungen der KVP-Ideen können bereits in der Planungsphase detailliert ab- geschätzt und miteinbezogen werden. Erfolge können mittels Gamification und Bestenlisten von KVP-Vorschlägen gefeiert werden, wodurch die Motivation und Kreativität gefördert werden kann. und damit die Produktivität der Mitarbeitenden. Die Motivation zur Teilnahme am KVP steigt durch eine Verringerung des Aufwandes.*

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management

<input type="checkbox"/> Digital / vernetztes Shopfloor Management <input type="checkbox"/> Smart / autonomes Shopfloor Management
<b>Vision DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung – Auftragsplanung:</b>
<b>Analoges Shopfloor Management:</b>
<i>Die kurzfristige Produktionssteuerung (Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung) erfolgt im Rahmen der Shopfloor Meetings. Die geplanten Aufträge werden mit Hilfe von Fächertafeln oder analogen Heijunka-Boards visualisiert. Änderungen können im Rahmen der Shopfloor Meetings, gemeinsam mit der Führungskraft vorgenommen werden. Es gibt keine Unterstützung mittels Andon zur Erfüllung und Einhaltung der Planung.</i>
<b>Digitalisiertes Shopfloor Management:</b>
<i>Die kurzfristige Produktionssteuerung (Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung) erfolgt im Rahmen der Shopfloor Meetings. Die geplanten Aufträge werden in einem digitalen Leitstand eingeplant und terminiert. Die erstellte Planung wird ausgedruckt oder an einem Bildschirm bereitgestellt. Änderungen können im Rahmen der Shopfloor Meetings, gemeinsam mit der Führungskraft besprochen werden und müssen im Nachgang des Shopfloor Meetings von einem Verantwortlichen in der Planungssoftware eingetragen werden. Es gibt eine Unterstützung mittels Andon zur Erfüllung und Einhaltung der Planung.</i>
<b>Digital / vernetztes Shopfloor Management:</b>
<i>Die kurzfristige Produktionssteuerung (Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung) erfolgt im Rahmen der Shopfloor Meetings an einem digitalen und interaktiven Leitstand. Die geplanten Aufträge werden in einem digitalen Leitstand eingeplant und terminiert, wobei die Führungskraft mit Echtzeitdaten aus einem MES und dem ERP-System dabei unterstützt wird. Die erstellte Planung wird an einem interaktiven Bildschirm, oder direkt in einer Anwendung am digitalen Shopfloor Board bereitgestellt. Änderungen können im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden und direkt im Planungstool eingetragen werden. Zudem können auch Änderungen über die Dauer der Schicht eigenständig von den Mitarbeitenden im System vorgenommen werden, womit die Änderungen direkt für alle ersichtlich werden. Es gibt eine Unterstützung mittels Andon zur Erfüllung und Einhaltung der Planung.</i>
<b>Smart / autonomes Shopfloor Management:</b>
<i>Die kurzfristige Produktionssteuerung (Auftragsfreigabe, Reihenfolgebildung) erfolgt im Rahmen der Shopfloor Meetings an einem digitalen und interaktiven Leitstand. Die geplanten Aufträge werden in einem digitalen Leitstand eingeplant und terminiert, wobei die Führungskraft durch eine Künstliche Intelligenz unterstützt wird. Hierzu werden neben Echtzeitdaten aus einem MES und dem ERP-System auch das formalisierte Erfahrungswissen von Produktionssteuerungs-Mitarbeitenden genutzt. Die erstellte Planung wird an einem interaktiven Bildschirm, oder direkt in einer Anwendung am digitalen Shopfloor Board bereitgestellt. Änderungen können im Rahmen der Shopfloor Meetings besprochen werden und direkt im Planungstool eingetragen werden. Zudem können auch Änderungen über die Dauer der Schicht eigenständig von den Mitarbeitenden im System vorgenommen werden, womit die Änderungen direkt für alle ersichtlich werden. Es gibt eine Unterstützung mittels Andon zur Erfüllung und Einhaltung der Planung.</i>
Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. *
<input type="checkbox"/> Analoges Shopfloor Management <input type="checkbox"/> Digitalisiertes Shopfloor Management <input type="checkbox"/> Digital / vernetztes Shopfloor Management <input type="checkbox"/> Smart / autonomes Shopfloor Management
<b>Vision DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung – Maschinenplanung:</b>
<b>Analoges Shopfloor Management:</b>
<i>Die Maschineneinsatzplanung und die Zuteilung von Aufträgen zu Maschinen erfolgt an analogen Plantafeln, oder dem analogen Shopfloor Board. Die Zuteilung und Planung erfolgt auf dem Erfahrungswissen der Führungskraft im Shopfloor Meeting. Änderungen können direkt im Shopfloor Meeting vorgenommen und eingetragen werden.</i>

*Aktivitäten der Instandhaltung wie Rüst-, Wartungs- und Reinigungstätigkeiten erfolgen reaktiv und basierend auf den Informationen im Shopfloor Management. Es werden keine digitalen Systeme hierfür genutzt.*

#### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

*Die Maschineneinsatzplanung und die Zuteilung von Aufträgen zu Maschinen erfolgt mit Hilfe digitalisierter Dokumente, welche im Vorfeld des Shopfloor Meetings von einem Mitarbeitenden oder der Führungskraft erstellt werden. Die Einteilung wird an einem Bildschirm dargestellt. Die Zuteilung und Planung erfolgt auf dem Erfahrungswissen der Führungskraft im Shopfloor Meeting. Änderungen müssen im Nachgang an das Shopfloor Meeting erneut in den Plan eingearbeitet werden.*

*Aktivitäten der Instandhaltung wie Rüst-, Wartungs- und Reinigungstätigkeiten erfolgen reaktiv und basierend auf den Informationen im Shopfloor Management. Es werden keine digitalen Systeme bzw. Algorithmen für eine präventive Planung genutzt.*

#### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

*Die Maschineneinsatzplanung und die Zuteilung von Aufträgen zu Maschinen erfolgt mit Hilfe digitaler Programme oder Anwendungen, welche im Vorfeld des Shopfloor Meetings von einem Mitarbeitenden oder der Führungskraft erstellt werden. Die Einteilung wird an einem interaktiven Bildschirm dargestellt. Die Zuteilung und Planung erfolgt auf dem Erfahrungswissen der Führungskraft im Shopfloor Meeting. Mitarbeitende haben die Möglichkeit selbst Änderungen direkt am digitalen Leitstand vorzunehmen.*

*Aktivitäten der Instandhaltung wie Rüst-, Wartungs- und Reinigungstätigkeiten erfolgen auf einer fundierten Datenbasis und werden Shopfloor-Bereichsübergreifend geplant. Störungen werden digital gemeldet und können direkt in den Planungsanwendungen berücksichtigt werden.*

#### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

*Die Maschineneinsatzplanung und die Zuteilung von Aufträgen zu Maschinen erfolgt mit Hilfe digitaler Programme und durch Unterstützung von Künstlicher Intelligenz. Die Planung wird im Vorfeld des Shopfloor Meetings von einem Mitarbeitenden oder der Führungskraft erstellt. Die Einteilung wird an einem interaktiven Bildschirm dargestellt. Die Zuteilung und Planung erfolgt auf Basis formalisierten Wissens und den aktuellen Kennzahlen, Auftragsdaten und Instandhaltungsdaten mit Hilfe einer Künstlichen Intelligenz. Mitarbeitende und Führungskräfte haben die Möglichkeit selbst Änderungen direkt am digitalen Leitstand vorzunehmen, wobei von der KI direkt die Zulässigkeit der Änderungen überprüft wird.*

*Aktivitäten der Instandhaltung wie Rüst-, Wartungs- und Reinigungstätigkeiten erfolgen auf einer fundierten Datenbasis und werden Shopfloor-Bereichsübergreifend mit Hilfe einer Künstlichen Intelligenz präventiv geplant. Störungen werden digital gemeldet und werden direkt in den Planungsanwendungen berücksichtigt.*

*Auf Basis intelligenter Analysen kann darüber hinaus der zukünftige Verschleiß prognostiziert und die Planung adaptiv angepasst werden.*

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Vision DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung – Mitarbeiterplanung:**

##### **Analoges Shopfloor Management:**

*Der Schichtplan wird analog an einem Shopfloor Board oder einem Whiteboard händisch erstellt, mit Magneten und den Mitarbeiternamen visualisiert oder als Aushang am Shopfloor Board bereitgestellt. Die Planung der Schichtpläne kann kurzfristig im Rahmen der Shopfloor Meetings angepasst werden und am analogen Shopfloor Board geändert werden.*

*Die Qualifikationen der Mitarbeitenden sind weitgehend nur den Führungskräften bekannt und werden nicht am analogen Shopfloor Board bereitgestellt. Schulungsbedarfe sind nur für die Führungskräfte ersichtlich.*

##### **Digitalisiertes Shopfloor Management:**

*Der Schichtplan wird digitalisiert mit Hilfe von Software oder einer Office-Anwendung erstellt und an einem digitalisierten Shopfloor Board bereitgestellt. Die Planung der Schichtpläne kann kurzfristig*

im Rahmen der Shopfloor Meetings angepasst werden. Die gemachten Änderungen müssen im Anschluss an das Shopfloor Meeting vom SFM-Moderator oder der Führungskraft im digitalisierten Schichtplan eingetragen werden und neu bereitgestellt werden.

Die Qualifikationen der Mitarbeitenden sind in einer digitalisierten Qualifikationsmatrix den Führungskräften bekannt und können für Mitarbeitenden über eigene Zugänge bereitgestellt werden. Schulungsbedarfe werden im Shopfloor Meeting besprochen und im Nachgang von den Führungskräfte eingetragen.

#### **Digital / vernetztes Shopfloor Management:**

Der Schichtplan wird digital mit Hilfe von Software, Office-Anwendung erstellt. Mitarbeitende können über eine digitale App Präferenzen für Schichten oder mögliche Tauschoptionen per App anbieten. Die digitalen Schichtpläne werden entweder direkt im digitalen Shopfloor Board oder in einer eigenen Anwendung am digitalen Shopfloor Board dargestellt. Die Planung der Schichtpläne kann kurzfristig im Rahmen der Shopfloor Meetings angepasst werden, wobei die gemachten Änderungen direkt am digitalen Schichtplan vorgenommen werden können. Die Mitarbeitenden können im Nachgang des Shopfloor Meetings Wünsche oder Tausch von Schichten am digitalen Dashboard direkt eingeben, wobei automatisch eine Information an die Führungskraft erfolgt.

Die Qualifikationen der Mitarbeitenden sind in einer digitalen Qualifikationsmatrix eingetragen und können von Mitarbeitenden über eigene Zugänge am digitalen Shopfloor Board eingesehen werden. Die Mitarbeitenden haben die Möglichkeit Qualifizierungs- und/oder Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten über das Portal zu stellen. Die Qualifizierungsbedarfe werden im Shopfloor Meeting besprochen und können direkt eingetragen werden.

#### **Smart / autonomes Shopfloor Management:**

Der Schichtplan wird autonom mit Hilfe von einer Software mittels KI-Unterstützung basierend auf den Qualifikationen, dem Produktionsprogramm, den Wünschen der Mitarbeitenden und den Anforderungen der Führungskräfte erstellt. Mitarbeitende können über eine digitale App Präferenzen für Schichten oder mögliche Tauschoptionen per App anbieten. Die digitalen Schichtpläne werden entweder direkt im digitalen Shopfloor Board oder in einer eigenen Anwendung am digitalen Shopfloor Board dargestellt. Die Planung der Schichtpläne kann kurzfristig im Rahmen der Shopfloor Meetings angepasst werden, wobei die gemachten Änderungen direkt am digitalen Schichtplan vorgenommen werden können. Die Mitarbeitenden können im Nachgang des Shopfloor Meetings Wünsche oder Tausch von Schichten am digitalen Dashboard direkt eingeben, wobei automatisch eine Information an die Führungskraft erfolgt.

Die Qualifikationen der Mitarbeitenden sind in einer digitalen Qualifikationsmatrix eingetragen und können von Mitarbeitenden über eigene Zugänge am digitalen Shopfloor Board eingesehen werden. Die Mitarbeitenden haben die Möglichkeit Qualifizierungs- und/oder Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten über das Portal zu stellen. Die Qualifizierungsbedarfe werden im Shopfloor Meeting besprochen und können direkt eingetragen werden.

Bitte wählen Sie jetzt die Stufe aus, die Sie im Unternehmen am ehesten anstreben. \*

- Analoges Shopfloor Management
- Digitalisiertes Shopfloor Management
- Digital / vernetztes Shopfloor Management
- Smart / autonomes Shopfloor Management

#### **Teil 2 Reifegrad-Assessment: Ist-Zustand des Digitalen Shopfloor Management**

##### **Erklärung:**

Im Folgenden erhalten Sie Fragen zur aktuellen Umsetzung Ihres Digitalen Shopfloor Managements gestellt. Diese beziehen sich teilweise auf das Gesamtsystem oder nur einzelne DSFM-Elemente und DSFM-Kategorien.

Bei den gestellten Fragen handelt es sich sowohl um Single-Choice als auch Multiple-Choice Fragen, welche Sie bitte möglichst genau beantworten. Bitte versuchen Sie die Option(en) zu wählen, welche Ihr angewendetes Digitales Shopfloor Management am besten beschreibt.

#### **Frage 1: Allgemeiner Zustand des Shopfloor Management**

Bitte wählen Sie die Punkte aus, die mehrheitlich auf dem Shopfloor etabliert sind:

- Auf dem Shopfloor werden strukturiert relevante Daten erfasst
- Zur Beschreibung des Produktionszustandes werden Kennzahlensysteme inkl. Abhängigkeiten verwendet
- Kennzahlen werden auf dem Shopfloor visualisiert
- Wichtige Ergebnisse und Informationen auf dem Shopfloor werden systematisch dokumentiert
- Auf dem Shopfloor finden tägliche Meetings zur Besprechung der Produktion statt
- Probleme auf dem Shopfloor werden systematisch erfasst
- Probleme werden systematisch auf Ursachen analysiert
- Gegenmaßnahmen für Probleme werden systematisch dokumentiert und nachverfolgt
- Auf dem Shopfloor ist ein Prozess mit dem Ziel der stetigen Verbesserung der Produktion etabliert (kontinuierlicher Verbesserungsprozess / KVP)

#### Fragen zur DSFM-Kategorie Daten

**Frage 1:** Inwieweit werden Daten auf dem Shopfloor strukturiert erfasst (z.B. durch täglichen Rundgang mit Vordruck o.Ä.)? Bewerten Sie auf einer Skala von 1 bis 4.

- 1 Gar keine strukturierte Erfassung
- 2
- 3
- 4 Strukturierte Erfassung sämtlicher anfallender Anlagen-, Werkzeug- Prozess- sowie Mitarbeitenden-Daten

**Frage 2:** Wie werden die Daten auf dem Shopfloor vorwiegend erfasst?

Bitte wählen Sie **eine** der folgenden Antworten:

- Analog durch Mitarbeitende (z.B. Strichliste)
- Digital durch Mitarbeitende (z.B. per Suche / Auswertung MES)
- Digital ohne menschlichen Eingriff

**Frage 3:** Welcher der folgenden Punkte trifft am ehesten auf das Intervall der Datenerhebung zu?

Bitte wählen Sie **eine** der folgenden Antworten:

- Unregelmäßige Erhebung
- Regelmäßige Erhebung in langen Intervallen (mehrere Tage)
- Regelmäßige Erhebung in kurzen Intervallen (mindestens täglich, aber nicht in Echtzeit)
- Regelmäßige Erhebung in Echtzeit bzw. nahezu Echtzeit

**Frage 4:** Wird der Schutz von Shopfloor-Daten regelmäßig überprüft und angepasst? Bitte wählen Sie **eine** der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

**Frage 5:** Werden gesammelte Daten zentral im Unternehmen verwaltet (z.B. durch Data Warehouse oder Data Lake Strukturen)? Bitte wählen Sie **eine** der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, sämtliche Daten im gesamten Unternehmen
- Ja, manche Daten
- Nein, gar nicht

**Frage 6:** Bitte wählen Sie die folgenden Softwareprodukte aus, wenn sie auf dem Shopfloor verwendet werden. Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

- Software zum Data Mining (Software zur Analyse großer Datenmengen)
- Business Intelligence Software zur Erstellung von Kennzahlen und Berichten
- Keins davon

**Frage 7:** Bitte wählen Sie die folgenden Hilfsmittel für die Datenaufnahme von Mitarbeitenden aus, falls diese regelmäßig auf dem Shopfloor angewendet werden.

Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

- Möglichkeiten zur einfachen mobilen Datenaufnahme (App o.Ä.)
- Möglichkeiten zur automatischen Aufnahme der Gesundheitsdaten der Mitarbeitenden Stresslevel etc. durch Wearables o.Ä.)
- Nichts davon

#### Fragen zur DSFM-Kategorie IT-Enabler Infrastruktur

**Frage 1:** Inwieweit werden zur Zuordnung von Daten zu Systemen, Anlagen und Ressourcen eindeutige und sichere Identifikatoren verwendet? Bitte wählen Sie **eine** der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

1- Gar nicht

2

3

4 - Alle Quellen möglicher Daten können eindeutig und sicher identifiziert werden (ähnlich Digitaler Twin)

**Frage 2:** Was trifft am ehesten auf den Digitalisierungsgrad aller Maschinen im Unternehmen zu?

Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

Die Maschinen verfügen über keinerlei Anbindung an digitale Systeme im Unternehmen.

Die Maschinen verfügen über rudimentäre Vernetzungs- und Steuerungsmöglichkeiten.

Die Maschinen bieten weitreichende und fortgeschrittene Kommunikations- und Steuerungsinterfaces mit den Systemen im Unternehmen

#### Fragen zur DSFM-Kategorie IT-Enabler Vernetzung

**Frage 1:** Welche Systeme werden im Unternehmen verwendet? Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

ERP oder gleichwertiges Softwareprodukt zur mittel- und langfristigen Planung im Gesamtunternehmen

MES oder gleichwertiges Softwareprodukt zur kurz- und mittelfristigen Planung der Produktion

Shopfloor Operating System oder gleichwertiges Softwareprodukt zur Zusammenfassung der digitalen Shopfloor Funktionen

Keins davon

**Frage 2:** Bitte wählen Sie den Punkt aus, der am ehesten auf die Gestaltung der Netzwerke auf dem Shopfloor zutreffen. Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

1 - Heterogene Netzwerke mit unterschiedlichen Standards und geringer Zukunftsfähigkeit (Beispielsweise unterschiedliche Standards je Anlage, langsame Kommunikationsstandards etc.)

2

3

4 - Homogene, leicht skalierbare und zukunftsfähige Netzwerkstrukturen

#### Fragen zur DSFM-Kategorie Kennzahlen

**Frage 1:** Werden zur Darstellung von Kennzahlen zentrale Boards auf dem Shopfloor verwendet? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

Für alle Kennzahlen

Für die Mehrheit der Kennzahlen

Für weniger als die Hälfte der Kennzahlen oder gar keine zentralen Boards

**Frage 2:** Wie können die Boards am ehesten beschrieben werden? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

Analoge Boards mit analoger Anfertigung der Visualisierungen

Analoge oder digitale Boards mit digitaler Aufbereitung der Visualisierungen durch Mitarbeitende

Digitale Boards mit automatischer Aufbereitung der Visualisierungen durch digitales System

**Frage 3:** Welche Möglichkeiten des Abrufs von Kennzahlenvisualisierungen sind sonst auf dem Shopfloor vorhanden? Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

Mobiler Zugriff auf Kennzahlenvisualisierung (z.B. App, Weblösung o.Ä.)

Augmented Reality Lösung (Überlagerung der Visualisierung über Realität mittels Brille etc.)

Nichts davon

**Frage 4:** Werden Visualisierungen autonom vom System angepasst (durch automatische Erkennung anwesender Personen, Identifikation wichtiger Besprechungspunkte o.Ä.)? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

**Frage 5:** Inwieweit werden Kennzahlenabhängigkeiten visualisiert bzw. berücksichtigt (z.B. durch Drilldown o.Ä.)? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Volumfähig für alle verwendeten Kennzahlen, wenn Abhängigkeiten bestehen
- Für Teile der verwendeten Kennzahlen, manche Abhängigkeiten werden jedoch nicht explizit visualisiert
- Gar nicht

**Frage 6:** Bitte geben Sie an, was auf die Diagramme bzw. Darstellungsarten auf dem Shopfloor am ehesten zutrifft. Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- 1 - Einfachste Darstellungen bieten nur grundlegende Unterstützung (Tortendiagramm o.Ä.)
- 2
- 3
- 4 - Komplexe Darstellungsmöglichkeiten der Kennzahlen helfen auch bei schwierigen Fragestellungen (Wertstromdarstellung, Darstellung im digitalen Zwilling o.Ä.)

**Frage 7:** Wie werden Abweichungen in Kennzahlen vorwiegend identifiziert? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Unsystematisch oder gar nicht
- Mittels systematischer Analysen durch Mitarbeitende (z.B. durch Vergleich von Ist- und Soll-Wert im Meeting)
- Mittels systematischer Analysen durch automatisches System (z.B. durch automatischen Vergleich von Ist- und Soll-Wert und entsprechender Anzeige durch Ampel o.Ä.)

**Frage 8:** Können Kennzahlenverläufe autonom prognostiziert werden? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

**Frage 9:** Können die Zielkorridore der Kennzahlen autonom an die Anforderungen der Produktion angepasst werden? Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

#### Fragen zur DSFM-Kategorie Meetings und Wissensaustausch - Dokumentation

**Frage 1:** Welche digitale Unterstützung wird im Rahmen der Dokumentation genutzt? Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

- Autonome Dokumentation zu besprechenden Themen
- Digitale Dokumentation sämtlicher Meetinginhalte (Durch Mitarbeitende oder Video-, Tonaufzeichnung)
- Digitale Informationsplattform zur Dokumentation und Abruf aller Formen von Wissen (Videos, Bilder etc.)
- Keine der genannten Hilfsmittel

#### Fragen zur DSFM-Kategorie Meetings und Wissensaustausch – Horizontale und vertikale Integration

**Frage 1:** Bitte geben Sie an, welche Punkte auf den Großteil der Meetings im Rahmen des Shopfloor Managements zutreffen. Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

- Meetings werden anhand einer festen Agenda strukturiert
- Informationen und Probleme werden regelmäßig zwischen verschiedenen Hierarchieebenen ausgetauscht

<input type="checkbox"/> An den Meetings auf dem Shopfloor nehmen alle Mitarbeitende des Bereichs sowie Mitarbeitende von unterstützenden Bereichen teil <input type="checkbox"/> Auch in höherliegenden Hierarchieebenen finden regelmäßige Meetings zur Besprechung der Produktion statt (eskalierte Probleme etc.) <input type="checkbox"/> Keins davon
<p><b>Frage 2:</b> Welche der folgenden Möglichkeiten werden für den Informationsaustausch genutzt? Bitte wählen Sie <b>alle</b> zutreffenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Digitale Kommunikationskanäle <input type="checkbox"/> Digitale Meetingsoftware <input type="checkbox"/> Nichts davon
<p><b>Fragen zur DSFM-Kategorie Maßnahmen und Problemlösung - Problemlösungsmanagement</b></p> <p><b>Frage 1:</b> Bitte schätzen Sie ab, welcher Punkt am ehesten auf den Umfang der systematisch erfassten Probleme zutrifft. Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Sämtliche Probleme werden systematisch erfasst <input type="checkbox"/> Die Mehrheit der Probleme wird systematisch erfasst <input type="checkbox"/> Weniger als die Hälfte der Probleme wird systematisch erfasst oder gar nicht
<p><b>Frage 2:</b> Bitte geben Sie an, welche welchen Anteil die einzelnen Möglichkeiten an der Erfassung von Problemen in etwa haben. Nutzen Sie hierfür Werte zwischen 0 und 100 und geben Sie die 0 bitte mit an.</p> <p>Die Summe muss gleich 100 sein. Nur ganzzahlige Werte können in diese Felder eingegeben werden.</p> <p>Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:</p> <p><input type="checkbox"/> _____ Erfassung durch Mitarbeitende ohne digitales System  <input type="checkbox"/> _____ Erfassung durch Mitarbeitende in hierfür eingerichtetem System  <input type="checkbox"/> _____ Digitale Erfassung durch autonomes System</p>
<p><b>Frage 3:</b> Welcher Punkt trifft am ehesten auf die Art der Dokumentation und Nachverfolgung von Maßnahmen auf dem Shopfloor zu? Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Die Dokumentation und Nachverfolgung erfolgt vollständig analog <input type="checkbox"/> Die Dokumentation und Nachverfolgung erfolgt in Form einfacher digitaler Listen <input type="checkbox"/> Die Dokumentation und Nachverfolgung erfolgt in Softwareprogrammen mit weiterführenden Funktionen (Verknüpfung, Automatisierte Zuweisungen von Mitarbeitenden, Verteilung o.Ä.)
<p><b>Frage 4:</b> Bitte schätzen Sie ab, welcher Punkt am ehesten auf den Umfang der dokumentierten und nachverfolgten Maßnahmen zutrifft. Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Sämtliche Maßnahmen werden dokumentiert und nachverfolgt <input type="checkbox"/> Die Mehrheit der Maßnahmen wird dokumentiert und nachverfolgt <input type="checkbox"/> Weniger als die Hälfte oder gar keine Maßnahmen werden dokumentiert und nachverfolgt
<p><b>Frage 5:</b> Inwiefern werden Kennzahlenabweichungen evaluiert und ggfs. Gegenmaßnahmen ergriffen?</p> <p>Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Sämtliche Abweichungen werden evaluiert <input type="checkbox"/> Die Mehrheit der Abweichungen wird evaluiert <input type="checkbox"/> Weniger als die Hälfte oder gar keine Abweichungen werden evaluiert
<p><b>Frage 6:</b> Inwiefern werden Mitarbeitende durch digitale Systeme bei der Maßnahmendefinition unterstützt?</p> <p>Bitte wählen Sie <b>alle</b> zutreffenden Antworten aus:</p> <input type="checkbox"/> Durch intelligente Unterstützung bei der Ursachensuche <input type="checkbox"/> Durch Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen <input type="checkbox"/> Durch Anzeige der richtigen Daten in erweiterter Realität ("Augmented Reality" mittels spezieller Datenbrille) <input type="checkbox"/> Durch automatische Analyse der Kennzahlen und Vorschlag geeigneter Verbesserungsmaßnahmen <input type="checkbox"/> Nichts der Genannten
<p><b>Fragen zur DSFM-Kategorie Maßnahmen und Problemlösung – Kontinuierlicher Verbesserungsprozess</b></p>

<p><b>Frage 1:</b> Welche Elemente des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses / KVP sind auf dem Shopfloor etabliert?</p> <p>Bitte wählen Sie <b>alle</b> zutreffenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> KVP-Workshops zur gezielten Verbesserung von Prozessen oder Umsetzung größerer Projekte (auch teilweise genannt Kaizen-Events)</li> <li><input type="checkbox"/> Boards zur Visualisierung des aktuellen Zustandes</li> <li><input type="checkbox"/> Iterative Vorgehensweise zur Einführung von Neuerungen (PDCA: Plan, Do, Check, Act)</li> <li><input type="checkbox"/> Nichts davon</li> </ul>
<p><b>Frage 2:</b> Bitte wählen Sie die Antwort aus, die am ehesten auf die Visualisierung und Nutzung des KVP auf dem Shopfloor zutrifft. Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Visualisierung und Nutzung erfolgt komplett analog</li> <li><input type="checkbox"/> Visualisierung und Nutzung erfolgt mit einfachen digitalen Hilfsmitteln (Excel etc.)</li> <li><input type="checkbox"/> Visualisierung und Nutzung erfolgt mit dedizierter Software, die weiterführende Funktionen ermöglicht (z.B. Abruf und Erstellung von Ideen von individuellen Arbeitsplätzen o.Ä.)</li> </ul>
<p><b>Frage 3:</b> Wird der KVP durch intelligente Systeme unterstützt (Automatische Zuweisung zu Mitarbeitenden, Simulation der Ideen o.Ä.)? Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ja</li> <li><input type="checkbox"/> Nein</li> </ul>
<p><b>Fragen zur DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung - Auftragsplanung</b></p> <p><b>Frage 1:</b> Werden Aufträge auf dem Shopfloor kurzfristig feingesteuert oder besteht hierzu die Möglichkeit (z.B. durch dezentralen Auftragsabruft, Entscheidung der Werker etc.)?</p> <p>Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sämtliche Aufträge</li> <li><input type="checkbox"/> Die Mehrheit der Aufträge</li> <li><input type="checkbox"/> Weniger als die Hälfte der Aufträge oder gar keine</li> </ul>
<p><b>Frage 2:</b> Bitte geben Sie an, was am ehesten auf die Hilfsmittel zur Feinverteilung der Aufträge auf dem Shopfloor zutrifft. Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rein analogen Hilfsmitteln</li> <li><input type="checkbox"/> Digitalisierte Hilfsmittel (EXCEL-Listen o.Ä.)</li> <li><input type="checkbox"/> Digitale Hilfsmittel (MES-Cockpit auf dem Shopfloor o.Ä.)</li> </ul>
<p><b>Fragen zur DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung - Maschinenplanung</b></p> <p><b>Frage 1:</b> Bitte wählen Sie die Antwort aus, die am ehesten auf die Planung von Instandhaltungsaktivitäten auf dem Shopfloor zutrifft. Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Instandhaltungsaktivitäten werden analog und statisch vorgeplant</li> <li><input type="checkbox"/> Instandhaltungsaktivitäten werden mit digitalen Hilfsmitteln basierend auf Prognosen vorgeplant</li> <li><input type="checkbox"/> Instandhaltungsaktivitäten werden durch intelligente Systeme adaptiv geplant</li> <li><input type="checkbox"/> Instandhaltungsaktivitäten werden nicht auf dem Shopfloor vorgeplant</li> </ul>
<p><b>Frage 2:</b> Werden Aufträge auf dem Shopfloor zu Beginn jeder Schicht bestmöglich auf verfügbare Maschinen verteilt bzw. besteht eine dezentrale Möglichkeit hierzu (Zuweisung im Meeting oder MES-Cockpit zur Umlegung von Aufträgen o.Ä.)? Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sämtliche Aufträge</li> <li><input type="checkbox"/> Die Mehrheit der Aufträge</li> <li><input type="checkbox"/> Weniger als die Hälfte der Aufträge oder gar keine</li> </ul>
<p><b>Frage 3:</b> Wenn Aufträge auf dem Shopfloor zu Beginn jeder Schicht feinverteilt werden, welche Hilfsmittel werden hierzu verwendet? Bitte wählen Sie nur <b>eine</b> der folgenden Antworten aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Durch Mitarbeitende ohne digitale Hilfsmittel</li> <li><input type="checkbox"/> Durch Mitarbeitende in digitalem System</li> <li><input type="checkbox"/> Durch intelligente Systeme</li> </ul>
<p><b>Fragen zur DSFM-Kategorie Ressourcensteuerung – Mitarbeitendenplanung</b></p> <p><b>Frage 1:</b> Werden Mitarbeitende zu Beginn jeder Schicht bestmöglich auf verfügbare Maschinen verteilt?</p>

Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- In allen Schichten
- In der Mehrheit der Schichten
- In weniger als der Hälfte der Schichten oder gar nicht

**Frage 2:** Wie erfolgt die Zuteilung von Mitarbeitenden zu verfügbaren Maschinen / Arbeitsplätzen?

Bitte wählen Sie nur **eine** der folgenden Antworten aus:

- Vollständig analog
- In digitalen Systemen ohne weiterführende Unterstützung
- In digitalen Systemen mit weiterführender digitaler Unterstützung
- Durch intelligentes System

**Frage 3:** Welche Hilfsmittel werden regelmäßig für die Schichtplanung genutzt?

Bitte wählen Sie **alle** zutreffenden Antworten aus:

- Analoge Möglichkeiten zur Gegenüberstellung von Mitarbeitenden und mögliche Qualifikationen (z.B. Qualifikationsmatrix)
- Digitale Möglichkeiten zur Gegenüberstellung von Mitarbeitenden und mögliche Qualifikationen (z.B. Qualifikationsmatrix)
- App zur Schichtplanung ("Schicht-Doodle")
- Nichts davon



Forschungsberichte aus dem wbk  
Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bisher erschienene Bände:

---

Band 0

Dr.-Ing. Wu Hong-qi

**Adaptive Volumenstromregelung mit Hilfe von drehzahlgeregelten  
Elektroantrieben**

Band 1

Dr.-Ing. Heinrich Weiß

**Fräsen mit Schneidkeramik - Verhalten des System  
Werkzeugmaschine-Werkzeug-Werkstück und Prozessanalyse**

Band 2

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Stierle

**Entwicklung und Untersuchung hydrostatischer Lager für die  
Axialkolbenmaschine**

Band 3

Dr.-Ing. Herbert Hörner

**Untersuchung des Geräuschverhaltens druckgeregelter Axialkolbenpumpen**

Band 4

Dr.-Ing. Rolf-Dieter Brückbauer

**Digitale Drehzahlregelung unter der besonderen Berücksichtigung  
von Quantisierungseffekten**

Band 5

Dr.-Ing. Gerhard Staiger

**Graphisch interaktive NC-Programmierung von Drehteilen im Werkstattbereich**

Band 6

Dr.-Ing. Karl Peters

**Ein Beitrag zur Berechnung und Kompensation von Positionierfehlern an  
Industrierobotern**

Band 7

Dr.-Ing. Paul Stauss

**Automatisierte Inbetriebnahme und Sicherung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit numerisch gesteuerter Fertigungseinrichtungen**

Band 8

Dr.-Ing. Günter Möckesch

**Konzeption und Realisierung eines strategischen, integrierten Gesamtplanungs- und -bearbeitungssystems zur Optimierung der Drehteilorganisation für auftragsbezogene Drehereien**

Band 9

Dr.-Ing. Thomas Oestreicher

**Rechnergestützte Projektierung von Steuerungen**

Band 10

Dr.-Ing. Thomas Selinger

**Teilautomatisierte werkstattnahe NC-Programmerstellung im Umfeld einer integrierten Informationsverarbeitung**

Band 11

Dr.-Ing. Thomas Buchholz

**Prozessmodell Fräsen, Rechnerunterstützte Analyse, Optimierung und Überwachung**

Band 12

Dr.-Ing. Bernhard Reichling

**Lasergestützte Positions- und Bahnvermessung von Industrierobotern**

Band 13

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Lesser

**Rechnergestützte Methoden zur Auswahl anforderungsgerechter Verbindungselemente**

Band 14

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Lauffer

**Einsatz von Prozessmodellen zur rechnerunterstützten Auslegung von Räumwerkzeugen**

Band 15

Dr.-Ing. Michael C. Wilhelm

**Rechnergestützte Prüfplanung im Informationsverbund moderner Produktionssysteme**

Band 16

Dr.-Ing. Martin Ochs

**Entwurf eines Programmsystems zur wissensbasierten Planung und Konfigurierung**

Band 17

Dr.-Ing. Heinz-Joachim Schneider

**Erhöhung der Verfügbarkeit von hochautomatisierten Produktionseinrichtungen mit Hilfe der Fertigungsleittechnik**

Band 18

Dr.-Ing. Hans-Reiner Ludwig

**Beanspruchungsanalyse der Werkzeugschneiden beim Stirnplanfräsen**

Band 19

Dr.-Ing. Rudolf Wieser

**Methoden zur rechnergestützten Konfigurierung von Fertigungsanlagen**

Band 20

Dr.-Ing. Edgar Schmitt

**Werkstattsteuerung bei wechselnder Auftragsstruktur**

Band 21

Dr.-Ing. Wilhelm Enderle

**Verfügbarkeitssteigerung automatisierter Montagesysteme durch selbstdiagnosztische Behebung prozessbedingter Störungen**

Band 22

Dr.-Ing. Dieter Buchberger

**Rechnergestützte Strukturplanung von Produktionssystemen**

Band 23

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

**Rechnerunterstützte Technologieplanung für die flexibel automatisierte Fertigung von Abkantteilen**

Band 24

Dr.-Ing. Lukas Loeffler

**Adaptierbare und adaptive Benutzerschnittstellen**

Band 25

Dr.-Ing. Thomas Friedmann

**Integration von Produktentwicklung und Montageplanung durch neue rechnergestützte Verfahren**

Band 26

Dr.-Ing. Robert Zurrin

**Variables Formhonen durch rechnergestützte Hornprozesssteuerung**

Band 27

Dr.-Ing. Karl-Heinz Bergen

**Langhub-Innenrundhonen von Grauguss und Stahl mit einem elektromechanischem Vorschubsystem**

Band 28

Dr.-Ing. Andreas Liebisch

**Einflüsse des Festwalzens auf die Eigenspannungsverteilung und die Dauerfestigkeit einsatzgehärteter Zahnräder**

Band 29

Dr.-Ing. Rolf Ziegler

**Auslegung und Optimierung schneller Servopumpen**

Band 30

Dr.-Ing. Rainer Bartl

**Datenmodellgestützte Wissensverarbeitung zur Diagnose und Informationsunterstützung in technischen Systemen**

Band 31

Dr.-Ing. Ulrich Golz

**Analyse, Modellbildung und Optimierung des Betriebsverhaltens von Kugelgewindetrieben**

Band 32

Dr.-Ing. Stephan Timmermann

**Automatisierung der Feinbearbeitung in der Fertigung von Hohlformwerkzeugen**

Band 33

Dr.-Ing. Thomas Noe

**Rechnergestützter Wissenserwerb zur Erstellung von Überwachungs- und Diagnoseexpertensystemen für hydraulische Anlagen**

Band 34

Dr.-Ing. Ralf Lenschow

**Rechnerintegrierte Erstellung und Verifikation von Steuerungsprogrammen als Komponente einer durchgängigen Planungsmethodik**

Band 35

Dr.-Ing. Matthias Kallabis

**Räumen gehärteter Werkstoffe mit kristallinen Hartstoffen**

Band 36

Dr.-Ing. Heiner-Michael Honeck

**Rückführung von Fertigungsdaten zur Unterstützung einer fertigungsgerechten Konstruktion**

Band 37

Dr.-Ing. Manfred Rohr

**Automatisierte Technologieplanung am Beispiel der Komplettbearbeitung auf Dreh-/Fräszellen**

Band 38

Dr.-Ing. Martin Steuer

**Entwicklung von Softwarewerkzeugen zur wissensbasierten Inbetriebnahme von komplexen Serienmaschinen**

Band 39

Dr.-Ing. Siegfried Beichter

**Rechnergestützte technische Problemlösung bei der Angebotserstellung von flexiblen Drehzellen**

Band 40

Dr.-Ing. Thomas Steitz

**Methodik zur marktorientierten Entwicklung von Werkzeugmaschinen mit Integration von funktionsbasierter Strukturierung und Kostenschätzung**

Band 41

Dr.-Ing. Michael Richter

**Wissensbasierte Projektierung elektrohydraulischer Regelungen**

Band 42

Dr.-Ing. Roman Kuhn

**Technologieplanungssystem Fräsen. Wissensbasierte Auswahl von Werkzeugen, Schneidkörpern und Schnittbedingungen für das Fertigungsverfahren Fräsen**

Band 43

Dr.-Ing. Hubert Klein

**Rechnerunterstützte Qualitätssicherung bei der Produktion von Bauteilen mit frei geformten Oberflächen**

Band 44

Dr.-Ing. Christian Hoffmann

**Konzeption und Realisierung eines fertigungsintegrierten Koordinatenmessgerätes**

Band 45

Dr.-Ing. Volker Frey

**Planung der Leittechnik für flexible Fertigungsanlagen**

Band 46

Dr.-Ing. Achim Feller

**Kalkulation in der Angebotsphase mit dem selbsttätig abgeleiteten Erfahrungswissen der Arbeitsplanung**

Band 47

Dr.-Ing. Markus Klaiber

**Produktivitätssteigerung durch rechnerunterstütztes Einfahren von NC-Programmen**

Band 48

Dr.-Ing. Roland Minges

**Verbesserung der Genauigkeit beim fünfachsigen Fräsen von Freiformflächen**

Band 49

Dr.-Ing. Wolfgang Bernhart

**Beitrag zur Bewertung von Montagevarianten: Rechnergestützte Hilfsmittel zur kostenorientierten, parallelen Entwicklung von Produkt und Montagesystem**

Band 50

Dr.-Ing. Peter Ganghoff

**Wissensbasierte Unterstützung der Planung technischer Systeme:  
Konzeption eines Planungswerkzeuges und exemplarische Anwendung  
im Bereich der Montagesystemplanung**

Band 51

Dr.-Ing. Frank Maier

**Rechnergestützte Prozessregelung beim flexiblen Gesenkbiegen durch  
Rückführung von Qualitätsinformationen**

Band 52

Dr.-Ing. Frank Debus

**Ansatz eines rechnerunterstützten Planungsmanagements für die Planung  
in verteilten Strukturen**

Band 53

Dr.-Ing. Joachim Weinbrecht

**Ein Verfahren zur zielorientierten Reaktion auf Planabweichungen in der  
Werkstattregelung**

Band 54

Dr.-Ing. Gerd Herrmann

**Reduzierung des Entwicklungsaufwandes für anwendungsspezifische  
Zellenrechnersoftware durch Rechnerunterstützung**

Band 55

Dr.-Ing. Robert Wassmer

**Verschleissentwicklung im tribologischen System Fräsen: Beiträge  
zur Methodik der Prozessmodellierung auf der Basis tribologischer  
Untersuchungen beim Fräsen**

Band 56

Dr.-Ing. Peter Uebelhoer

**Inprocess-Geometriemessung beim Honen**

Band 57

Dr.-Ing. Hans-Joachim Schelberg

**Objektorientierte Projektierung von SPS-Software**

Band 58

Dr.-Ing. Klaus Boes

**Integration der Qualitätsentwicklung in featurebasierte CAD/CAM-Prozessketten**

Band 59

Dr.-Ing. Martin Schreiber

**Wirtschaftliche Investitionsbewertung komplexer Produktions-  
systeme unter Berücksichtigung von Unsicherheit**

Band 60

Dr.-Ing. Ralf Steuernagel

**Offenes adaptives Engineering-Werkzeug zur automatisierten  
Erstellung von entscheidungsunterstützenden Informationssystemen**

Band 62

Dr.-Ing. Uwe Schauer

**Qualitätsorientierte Feinbearbeitung mit Industrierobotern: Regelungsansatz  
für die Freiformflächenfertigung des Werkzeug- und Formenbaus**

Band 63

Dr.-Ing. Simone Loeper

**Kennzahlengestütztes Beratungssystem zur Verbesserung der  
Logistikleistung in der Werkstattfertigung**

Band 64

Dr.-Ing. Achim Raab

**Räumen mit hartstoffbeschichteten HSS-Werkzeugen**

Band 65,

Dr.-Ing. Jan Erik Burghardt

**Unterstützung der NC-Verfahrenskette durch ein bearbeitungs-  
elementorientiertes, lernfähiges Technologieplanungssystem**

Band 66

Dr.-Ing. Christian Tritsch

**Flexible Demontage technischer Gebrauchsgüter: Ansatz zur Planung und  
(teil-)automatisierten Durchführung industrieller Demontageprozesse**

Band 67

Dr.-Ing. Oliver Eitrich

**Prozessorientiertes Kostenmodell für die entwicklungsbegleitende Vorkalkulation**

Band 68

Dr.-Ing. Oliver Wilke

**Optimierte Antriebskonzepte für Räummaschinen - Potentiale zur Leistungssteigerung**

Band 69

Dr.-Ing. Thilo Sieth

**Rechnergestützte Modellierungsmethodik zerspantechnologischer Prozesse**

Band 70

Dr.-Ing. Jan Linnenbuerger

**Entwicklung neuer Verfahren zur automatisierten Erfassung der geometrischen Abweichungen an Linearachsen und Drehschwenkköpfen**

Band 71

Dr.-Ing. Mathias Klimmek

**Fraktionierung technischer Produkte mittels eines frei beweglichen Wasserstrahlwerkzeuges**

Band 72

Dr.-Ing. Marko Hartel

**Kennzahlenbasiertes Bewertungssystem zur Beurteilung der Demontage- und Recyclingeignung von Produkten**

Band 73

Dr.-Ing. Jörg Schaupp

**Wechselwirkung zwischen der Maschinen- und Hauptspindelantriebsdynamik und dem Zerspanprozess beim Fräsen**

Band 74

Dr.-Ing. Bernhard Neisius

**Konzeption und Realisierung eines experimentellen Telemanipulators für die Laparoskopie**

Band 75

Dr.-Ing. Wolfgang Walter

**Erfolgsversprechende Muster für betriebliche Ideenfindungsprozesse. Ein Beitrag zur Steigerung der Innovationsfähigkeit**

Band 76

Dr.-Ing. Julian Weber

**Ein Ansatz zur Bewertung von Entwicklungsergebnissen in virtuellen Szenarien**

Band 77

Dr.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing. Markus Posur

**Unterstützung der Auftragsdurchsetzung in der Fertigung durch Kommunikation über mobile Rechner**

Band 78

Dr.-Ing. Frank Fleissner

**Prozessorientierte Prüfplanung auf Basis von Bearbeitungsobjekten für die Kleinserienfertigung am Beispiel der Bohr- und Fräsbearbeitung**

Band 79

Dr.-Ing. Anton Haberkern

**Leistungsfähigere Kugelgewindetriebe durch Beschichtung**

Band 80

Dr.-Ing. Dominik Matt

**Objektorientierte Prozess- und Strukturinnovation (OPUS)**

Band 81

Dr.-Ing. Jürgen Andres

**Robotersysteme für den Wohnungsbau: Beitrag zur Automatisierung des Mauerwerkabaus und der Elektroinstallation auf Baustellen**

Band 82

Dr.-Ing. Dipl.Wirtschaftsing. Simone Riedmiller

**Der Prozesskalender - Eine Methodik zur marktorientierten Entwicklung von Prozessen**

Band 83

Dr.-Ing. Dietmar Tilch

**Analyse der Geometrieparameter von Präzisionsgewinden auf der Basis einer Least-Squares-Estimation**

Band 84

Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Oliver Stiebold

**Konzeption eines reaktionsschnellen Planungssystems für Logistikketten auf Basis von Software-Agenten**

Band 85

Dr.-Ing. Ulrich Walter

**Einfluss von Kühlschmierstoff auf den Zerspanprozess beim Fräsen: Beitrag zum Prozessverständnis auf Basis von zerspantechnischen Untersuchungen**

Band 86

Dr.-Ing. Bernd Werner

**Konzeption von teilautonomer Gruppenarbeit unter Berücksichtigung kultureller Einflüsse**

Band 87

Dr.-Ing. Ulf Osmers

**Projektieren Speicherprogrammierbarer Steuerungen mit Virtual Reality**

Band 88

Dr.-Ing. Oliver Doerfel

**Optimierung der Zerspantechnik beim Fertigungsverfahren Wälzstossen: Analyse des Potentials zur Trockenbearbeitung**

Band 89

Dr.-Ing. Peter Baumgartner

**Stufenmethode zur Schnittstellengestaltung in der internationalen Produktion**

Band 90

Dr.-Ing. Dirk Vossmann

**Wissensmanagement in der Produktentwicklung durch Qualitätsmethodenverbund und Qualitätmethodenintegration**

Band 91

Dr.-Ing. Martin Plass

**Beitrag zur Optimierung des Honprozesses durch den Aufbau einer Honprozessregelung**

Band 92

Dr.-Ing. Titus Konold

**Optimierung der Fünfachsfräsbearbeitung durch eine kennzahlenunterstützte CAM-Umgebung**

Band 93

Dr.-Ing. Jürgen Brath

**Unterstützung der Produktionsplanung in der Halbleiterfertigung durch risikoberücksichtigende Betriebskennlinien**

Band 94

Dr.-Ing. Dirk Geisinger

**Ein Konzept zur marktorientierten Produktentwicklung**

Band 95

Dr.-Ing. Marco Lanza

**Entwurf der Systemunterstützung des verteilten Engineering mit Axiomatic Design**

Band 96

Dr.-Ing. Volker Hüntrup

**Untersuchungen zur Mikrostrukturierbarkeit von Stählen durch das Fertigungsverfahren Fräsen**

Band 97

Dr.-Ing. Frank Reinboth

**Interne Stützung zur Genauigkeitsverbesserung in der Inertialmesstechnik: Beitrag zur Senkung der Anforderungen an Inertialsensoren**

Band 98

Dr.-Ing. Lutz Trender

**Entwicklungsintegrierte Kalkulation von Produktlebenszykluskosten auf Basis der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung**

Band 99

Dr.-Ing. Cornelia Kafka

**Konzeption und Umsetzung eines Leitfadens zum industriellen Einsatz von Data-Mining**

Band 100

Dr.-Ing. Gebhard Selinger

**Rechnerunterstützung der informellen Kommunikation in verteilten Unternehmensstrukturen**

Band 101

Dr.-Ing. Thomas Windmüller

**Verbesserung bestehender Geschäftsprozesse durch eine  
mitarbeiterorientierte Informationsversorgung**

Band 102

Dr.-Ing. Knud Lembke

**Theoretische und experimentelle Untersuchung eines bistabilen  
elektrohydraulischen Linearantriebs**

Band 103

Dr.-Ing. Ulrich Thies

**Methode zur Unterstützung der variantengerechten Konstruktion von  
industriell eingesetzten Kleingeräten**

Band 104

Dr.-Ing. Andreas Schmälzle

**Bewertungssystem für die Generalüberholung von Montageanlagen –Ein  
Beitrag zur wirtschaftlichen Gestaltung geschlossener Facility- Management-  
Systeme im Anlagenbau**

Band 105

Dr.-Ing. Thorsten Frank

**Vergleichende Untersuchungen schneller elektromechanischer  
Vorschubachsen mit Kugelgewindetrieb**

Band 106

Dr.-Ing. Achim Agostini

**Reihenfolgeplanung unter Berücksichtigung von Interaktionen:  
Beitrag zur ganzheitlichen Strukturierung und Verarbeitung von  
Interaktionen von Bearbeitungsobjekten**

Band 107

Dr.-Ing. Thomas Barrho

**Flexible, zeitfenstergesteuerte Auftragseinplanung in segmentierten  
Fertigungsstrukturen**

Band 108

Dr.-Ing. Michael Scharer

**Quality Gate-Ansatz mit integriertem Risikomanagement**

Band 109

Dr.-Ing. Ulrich Suchy

**Entwicklung und Untersuchung eines neuartigen Mischkopfes für das Wasser Abrasivstrahlschneiden**

Band 110

Dr.-Ing. Sellal Mussa

**Aktive Korrektur von Verlagerungsfehlern in Werkzeugmaschinen**

Band 111

Dr.-Ing. Andreas Hüksam

**Modellbildung und experimentelle Untersuchung des Wälzschälprozesses**

Band 112

Dr.-Ing. Axel Plutowsky

**Charakterisierung eines optischen Messsystems und den Bedingungen des Arbeitsraums einer Werkzeugmaschine**

Band 113

Dr.-Ing. Robert Landwehr

**Konsequent dezentralisierte Steuerung mit Industrial Ethernet und offenen Applikationsprotokollen**

Band 114

Dr.-Ing. Christoph Dill

**Turbulenzreaktionsprozesse**

Band 115

Dr.-Ing. Michael Baumeister

**Fabrikplanung im turbulenten Umfeld**

Band 116

Dr.-Ing. Christoph Gönnheimer

**Konzept zur Verbesserung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) in Produktionssystemen durch intelligente Sensor/Aktor-Anbindung**

Band 117

Dr.-Ing. Lutz Demuß

**Ein Reifemodell für die Bewertung und Entwicklung von Dienstleistungsorganisationen: Das Service Management Maturity Modell (SMMM)**

Band 118

Dr.-Ing. Jörg Söhner

**Beitrag zur Simulation zerspanungstechnologischer Vorgänge mit Hilfe der Finite-Element-Methode**

Band 119

Dr.-Ing. Judith Elsner

**Informationsmanagement für mehrstufige Mikro-Fertigungsprozesse**

Band 120

Dr.-Ing. Lijing Xie

**Estimation Of Two-dimension Tool Wear Based On Finite Element Method**

Band 121

Dr.-Ing. Ansgar Blessing

**Geometrischer Entwurf mikromechatronischer Systeme**

Band 122

Dr.-Ing. Rainer Ebner

**Steigerung der Effizienz mehrachsiger Fräsprözesse durch neue Planungsmethoden mit hoher Benutzerunterstützung**

Band 123

Dr.-Ing. Silja Klinkel

**Multikriterielle Feinplanung in teilautonomen Produktionsbereichen – Ein Beitrag zur produkt- und prozessorientierten Planung und Steuerung**

Band 124

Dr.-Ing. Wolfgang Neithardt

**Methodik zur Simulation und Optimierung von Werkzeugmaschinen in der Konzept- und Entwurfsphase auf Basis der Mehrkörpersimulation**

Band 125

Dr.-Ing. Andreas Mehr

**Hartfeinbearbeitung von Verzahnungen mit kristallinen diamantbeschichteten Werkzeugen beim Fertigungsverfahren Wälzstoßen**

Band 126

Dr.-Ing. Martin Gutmann

**Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise zur Diagnose von hydraulischen Produktionsmaschinen**

Band 127

Dr.-Ing. Gisela Lanza

**Simulative Anlaufunterstützung auf Basis der Qualitätsfähigkeiten von Produktionsprozessen**

Band 128

Dr.-Ing. Ulf Dambacher

**Kugelgewindetrieb mit hohem Druckwinkel**

Band 129

Dr.-Ing. Carsten Buchholz

**Systematische Konzeption und Aufbau einer automatisierten Produktionszelle für pulverspritzgegossene Mikrobauteile**

Band 130

Dr.-Ing. Heiner Lang

**Trocken-Räumen mit hohen Schnittgeschwindigkeiten**

Band 131

Dr.-Ing. Daniel Nesges

**Prognose operationeller Verfügbarkeiten von Werkzeugmaschinen unter Berücksichtigung von Serviceleistungen**

**Im Shaker Verlag erschienene Bände:**

---

Band 132

Dr.-Ing. Andreas Bechle

**Beitrag zur prozesssicheren Bearbeitung beim Hochleistungsfertigungsverfahren Wälzschälen**

Band 133

Dr.-Ing. Markus Herm

**Konfiguration globaler Wertschöpfungsnetzwerke auf Basis von Business Capabilities**

Band 134

Dr.-Ing. Hanno Tritschler

**Werkzeug- und Zerspanprozessoptimierung beim Hartfräsen von Mikrostrukturen in Stahl**

Band 135

Dr.-Ing. Christian Munzinger

**Adaptronische Strebe zur Steifigkeitssteigerung  
von Werkzeugmaschinen**

Band 136

Dr.-Ing. Andreas Stepping

**Fabrikplanung im Umfeld von Wertschöpfungsnetzwerken und  
ganzheitlichen Produktionssystemen**

Band 137

Dr.-Ing. Martin Dyck

**Beitrag zur Analyse thermisch bedingter Werkstückdeformationen  
in Trockenbearbeitungsprozessen**

Band 138

Dr.-Ing. Siegfried Schmalzried

**Dreidimensionales optisches Messsystem für eine effizientere  
geometrische Maschinenbeurteilung**

Band 139

Dr.-Ing. Marc Wawerla

**Risikomanagement von Garantieleistungen**

Band 140

Dr.-Ing. Ivesa Buchholz

**Strategien zur Qualitätssicherung mikromechanischer Bauteile  
mittels multisensorieller Koordinatenmesstechnik**

Band 141

Dr.-Ing. Jan Kotschenreuther

**Empirische Erweiterung von Modellen der Makrozerspanung  
auf den Bereich der Mikrobearbeitung**

Band 142

Dr.-Ing. Andreas Knödel

**Adaptronische hydrostatische Drucktascheneinheit**

Band 143

Dr.-Ing. Gregor Stengel

**Fliegendes Abtrennen räumlich gekrümmter Strangpressprofile mittels  
Industrierobotern**

Band 144

Dr.-Ing. Udo Weismann

**Lebenszyklusorientiertes interorganisationelles Anlagencontrolling**

Band 145

Dr.-Ing. Rüdiger Pabst

**Mathematische Modellierung der Wärmestromdichte zur Simulation des thermischen Bauteilverhaltens bei der Trockenbearbeitung**

Band 146

Dr.-Ing. Jan Wieser

**Intelligente Instandhaltung zur Verfügbarkeitssteigerung von Werkzeugmaschinen**

Band 147

Dr.-Ing. Sebastian Haupt

**Effiziente und kostenoptimale Herstellung von Mikrostrukturen durch eine Verfahrenskombination von Bahnerosion und Laserablation**

Band 148

Dr.-Ing. Matthias Schlipf

**Statistische Prozessregelung von Fertigungs- und Messprozess zur Erreichung einer variabilitätsarmen Produktion mikromechanischer Bauteile**

Band 149

Dr.-Ing. Jan Philipp Schmidt-Ewig

**Methodische Erarbeitung und Umsetzung eines neuartigen Maschinenkonzeptes zur produktflexiblen Bearbeitung räumlich gekrümmter Strangpressprofile**

Band 150

Dr.-Ing. Thomas Ender

**Prognose von Personalbedarfen im Produktionsanlauf unter Berücksichtigung dynamischer Planungsgrößen**

Band 151

Dr.-Ing. Kathrin Peter

**Bewertung und Optimierung der Effektivität von Lean Methoden in der Kleinserienproduktion**

Band 152

Dr.-Ing. Matthias Schopp

**Sensorbasierte Zustandsdiagnose und -prognose von Kugelgewindetrieben**

Band 153

Dr.-Ing. Martin Kipfmüller

**Aufwandsoptimierte Simulation von Werkzeugmaschinen**

Band 154

Dr.-Ing. Carsten Schmidt

**Development of a database to consider multi wear mechanisms  
within chip forming simulation**

Band 155

Dr.-Ing. Stephan Niggeschmidt

**Ausfallgerechte Ersatzteilbereitstellung im Maschinen- und Anlagenbau  
mittels lastabhängiger Lebensdauerprognose**

Band 156

Dr.-Ing. Jochen Conrad Peters

**Bewertung des Einflusses von Formabweichungen in der  
Mikro-Koordinatenmesstechnik**

Band 157

Dr.-Ing. Jörg Ude

**Entscheidungsunterstützung für die Konfiguration  
globaler Wertschöpfungsnetzwerke**

Band 158

Dr.-Ing. Stefan Weiler

**Strategien zur wirtschaftlichen Gestaltung der globalen Beschaffung**

Band 159

Dr.-Ing. Jan Rühl

**Monetäre Flexibilitäts- und Risikobewertung**

Band 160

Dr.-Ing. Daniel Ruch

**Positions- und Konturerfassung räumlich gekrümmter Profile auf Basis bauteilimmanenter Markierungen**

Band 161

Dr.-Ing. Manuel Tröndle

**Flexible Zuführung von Mikrobauteilen mit piezoelektrischen Schwingförderern**

Band 162

Dr.-Ing. Benjamin Viering

**Mikroverzahnungsnormal**

Band 163

Dr.-Ing. Chris Becke

**Prozesskraftrichtungsangepasste Frästrategien zur schädigungsarmen Bohrungsbearbeitung an faserverstärkten Kunststoffen**

Band 164

Dr.-Ing. Patrick Werner

**Dynamische Optimierung und Unsicherheitsbewertung der lastabhängigen präventiven Instandhaltung von Maschinenkomponenten**

Band 165

Dr.-Ing. Martin Weis

**Kompensation systematischer Fehler bei Werkzeugmaschinen durch self-sensing Aktoren**

Band 166

Dr.-Ing. Markus Schneider

**Kompensation von Konturabweichungen bei gerundeten Strangpressprofilen durch robotergestützte Führungswerzeuge**

Band 167

Dr.-Ing. Ester M. R. Ruprecht

**Prozesskette zur Herstellung schichtbasierter Systeme mit integrierten Kavitäten**

Band 168

Dr.-Ing. Alexander Broos

**Simulationsgestützte Ermittlung der Komponentenbelastung für die Lebensdauerprognose an Werkzeugmaschinen**

Band 169

Dr.-Ing. Frederik Zanger

**Segmentspanbildung, Werkzeugverschleiß, Randschichtzustand und**

**Bauteileigenschaften:** Numerische Analysen zur Optimierung des

Zerspanungsprozesses am Beispiel von Ti-6Al-4V

Band 170

Dr.-Ing. Benjamin Behmann

**Servicefähigkeit**

Band 171

Dr.-Ing. Annabel Gabriele Jondral

**Simulationsgestützte Optimierung und Wirtschaftlichkeitsbewertung des Lean-Methodeneinsatzes**

Band 172

Dr.-Ing. Christoph Ruhs

**Automatisierte Prozessabfolge zur qualitätssicheren Herstellung von Kavitäten mittels Mikrobahnerosion**

Band 173

Dr.-Ing. Steven Peters

**Markoffsche Entscheidungsprozesse zur Kapazitäts- und Investitionsplanung von Produktionssystemen**

Band 174

Dr.-Ing. Christoph Kühlewein

**Untersuchung und Optimierung des Wälzschälverfahrens mit Hilfe von 3D-FEM-Simulation – 3D-FEM Kinematik- und Spanbildungssimulation**

Band 175

Dr.-Ing. Adam-Mwanga Dieckmann

**Auslegung und Fertigungsprozessgestaltung sintergefügter Verbindungen für µMIM-Bauteile**

Band 176

Dr.-Ing. Heiko Hennrich

**Aufbau eines kombinierten belastungs- und zustandsorientierten Diagnose- und Prognosesystems für Kugelgewindetriebe**

Band 177

Dr.-Ing. Stefan Herder

**Piezoelektrischer Self-Sensing-Aktor zur Vorspannungsregelung in adaptronischen Kugelgewindetrieben**

Band 178

Dr.-Ing. Alexander Ochs

**Ultraschall-Strömungsgreifer für die Handhabung textiler Halbzeuge bei der automatisierten Fertigung von RTM-Bauteilen**

Band 179

Dr.-Ing. Jürgen Michna

**Numerische und experimentelle Untersuchung zerspanungsbedingter Gefügeumwandlungen und Modellierung des thermo-mechanischen Lastkollektivs beim Bohren von 42CrMo4**

Band 180

Dr.-Ing. Jörg Elser

**Vorrichtungsfreie räumliche Anordnung von Fügepartnern auf Basis von Bauteilmarkierungen**

Band 181

Dr.-Ing. Katharina Klimscha

**Einfluss des Fügespalts auf die erreichbare Verbindungsqualität beim Sinterfügen**

Band 182

Dr.-Ing. Patricia Weber

**Steigerung der Prozesswiederholbarkeit mittels Analyse akustischer Emissionen bei der Mikrolaserablation mit UV-Pikosekundenlasern**

Band 183

Dr.-Ing. Jochen Schädel

**Automatisiertes Fügen von Tragprofilen mittels Faserwickeln**

Band 184

Dr.-Ing. Martin Krauße

**Aufwandsoptimierte Simulation von Produktionsanlagen durch Vergrößerung der Geltungsbereiche von Teilmodellen**

Band 185

Dr.-Ing. Raphael Moser

**Strategische Planung globaler Produktionsnetzwerke**

Bestimmung von Wandlungsbedarf und Wandlungszeitpunkt mittels multikriterieller Optimierung

Band 186

Dr.-Ing. Martin Otter

**Methode zur Kompensation fertigungsbedingter Gestaltabweichungen für die Montage von Aluminium Space-Frame-Strukturen**

Band 187

Dr.-Ing. Urs Leberle

**Produktive und flexible Gleitförderung kleiner Bauteile auf phasenflexiblen Schwingförderern mit piezoelektrischen 2D-Antriebselementen**

Band 188

Dr.-Ing. Johannes Book

**Modellierung und Bewertung von Qualitätsmanagementstrategien in globalen Wertschöpfungsnetzwerken**

Band 189

Dr.-Ing. Florian Ambrosy

**Optimierung von Zerspanungsprozessen zur prozesssicheren Fertigung nanokristalliner Randschichten am Beispiel von 42CrMo4**

Band 190

Dr.-Ing. Adrian Kölmel

**Integrierte Messtechnik für Prozessketten unreifer Technologien am Beispiel der Batterieproduktion für Elektrofahrzeuge**

Band 191

Dr.-Ing. Henning Wagner

**Featurebasierte Technologieplanung zum Preforming von textilen Halbzeugen**

Band 192

Dr.-Ing. Johannes Gebhardt

**Strukturoptimierung von in FVK eingebetteten metallischen Lasteinleitungselementen**

Band 193

Dr.-Ing. Jörg Bauer

**Hochintegriertes hydraulisches Vorschubsystem für die Bearbeitung kleiner Werkstücke mit hohen Fertigungsanforderungen**

Band 194

Dr.-Ing. Nicole Stricker

**Robustheit verketteter Produktionssysteme**

Robustheitsevaluation und Selektion des Kennzahlensystems der Robustheit

Band 195

Dr.-Ing. Anna Sauer

**Konfiguration von Montagelinien unreifer Produkttechnologien am Beispiel der Batteriemontage für Elektrofahrzeuge**

Band 196

Dr.-Ing. Florian Sell-Le Blanc

**Prozessmodell für das Linearwickeln unrunder Zahnspulen**

Ein Beitrag zur orthozyklischen Spulenwickeltechnik

Band 197

Dr.-Ing. Frederic Förster

**Geregeltes Handhabungssystem zum zuverlässigen und energieeffizienten Handling textiler Kohlenstofffaserzuschnitte**

Band 198

Dr.-Ing. Nikolay Boev

**Numerische Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen Zerspanprozess und Maschine am Beispiel Räumen**

Band 199

Dr.-Ing. Sebastian Greinacher

**Simulationsgestützte Mehrzieloptimierung schlanker und ressourcen-effizienter Produktionssysteme**

Band 200

Dr.-Ing. Benjamin Häfner

**Lebensdauerprognose in Abhängigkeit der Fertigungsabweichungen bei Mikroverzahnungen**

Band 201

Dr.-Ing. Stefan Klotz

**Dynamische Parameteranpassung bei der Bohrungsherstellung in faserverstärkten Kunststoffen unter zusätzlicher Berücksichtigung der Einspannsituation**

Band 202

Dr.-Ing. Johannes Stoll

**Bewertung konkurrierender Fertigungsfolgen mittels Kostensimulation und stochastischer Mehrzieloptimierung**

Anwendung am Beispiel der Blechpaketfertigung für automobile Elektromotoren

Band 203

Dr.-Ing. Simon-Frederik Koch

**Fügen von Metall-Faserverbund-Hybridwellen im Schleuderverfahren**

ein Beitrag zur fertigungsgerechten intrinsischen Hybridisierung

Band 204

Dr.-Ing. Julius Ficht

**Numerische Untersuchung der Eigenspannungsentwicklung für sequenzielle Zerspanungsprozesse**

Band 205

Dr.-Ing. Manuel Baumeister

**Automatisierte Fertigung von Einzelblattstapeln in der Lithium-Ionen-Zellproduktion**

Band 206

Dr.-Ing. Daniel Bertsch

**Optimierung der Werkzeug- und Prozessauslegung für das Wälzschälen von Innenverzahnungen**

Band 207

Dr.-Ing. Kyle James Kippenbrock

**Deconvolution of Industrial Measurement and Manufacturing Processes  
for Improved Process Capability Assessments**

Band 208

Dr.-Ing. Farboud Bejnoud

**Experimentelle Prozesskettenbetrachtung für Räumbauteile am Beispiel  
einer Einsatzgehärteten PKW-Schiebemuffe**

Band 209

Dr.-Ing. Steffen Dosch

**Herstellungsübergreifende Informationsübertragung zur effizienten  
Produktion von Werkzeugmaschinen am Beispiel von Kugelgewindetrieben**

Band 210

Dr.-Ing. Emanuel Moser

**Migrationsplanung globaler Produktionsnetzwerke**

Bestimmung robuster Migrationspfade und risiko-effizienter Wandlungsbefähiger

Band 211

Dr.-Ing. Jan Hochdörffer

**Integrierte Produktallokationsstrategie und Konfigurationssequenz in  
globalen Produktionsnetzwerken**

Band 212

Dr.-Ing. Tobias Arndt

**Bewertung und Steigerung der Prozessqualität in globalen  
Produktionsnetzwerken**

Band 213

Dr.-Ing. Manuel Peter

**Unwuchtminimale Montage von Permanentmagnetrotoren durch  
modellbasierte Online-Optimierung**

Band 214

Dr.-Ing. Robin Kopf

**Kostenorientierte Planung von Fertigungsfolgen additiver Technologien**

Band 215

Dr.-Ing. Harald Meier

**Einfluss des Räumens auf den Bauteilzustand in der Prozesskette  
Weichbearbeitung – Wärmebehandlung – Hartbearbeitung**

Band 216

Dr.-Ing. Daniel Brabandt

**Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels  
optischer Messtechnik**

Band 217

Dr.-Ing. Alexandra Schabunow

**Einstellung von Aufnahmeparametern mittels projektionsbasierter Qualitäts-  
kenngroßen in der industriellen Röntgen-Computertomographie**

Band 218

Dr.-Ing. Jens Bürgin

**Robuste Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken**

Mittelfristige Planung der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicher-  
heit der Kundenauftragskonfigurationen

Band 219

Dr.-Ing. Michael Gerstenmeyer

**Entwicklung und Analyse eines mechanischen Oberflächenbehandlungs-  
verfahrens unter Verwendung des Zerspanungswerkzeuges**

Band 220

Dr.-Ing. Jacques Burtscher

**Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen durch  
semi-passive masseneinstellbare Dämpfungssysteme**

Band 221

Dr.-Ing. Dietrich Berger

**Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels prozess-  
integrierter Wirbelstromsensor-Arrays**

Band 222

Dr.-Ing. Fabian Johannes Ballier

**Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes**

Band 223

Dr.-Ing. Marielouise Schäferling, geb. Zaiß

**Development of a Data Fusion-Based Multi-Sensor System for Hybrid Sheet Molding Compound**

Band 224

Dr.-Ing. Quirin Spiller

**Additive Herstellung von Metallbauteilen mit dem ARBURG Kunststoff-Freiformen**

Band 225

Dr.-Ing. Andreas Spohrer

**Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben durch adaptive Schmierung**

Band 226

Dr.-Ing. Johannes Fisel

**Veränderungsfähigkeit getakteter Fließmontagesysteme**

Planung der Fließbandabstimmung am Beispiel der Automobilmontage

Band 227

Dr.-Ing. Patrick Bollig

**Numerische Entwicklung von Strategien zur Kompensation thermisch bedingter Verzüge beim Bohren von 42CrMo4**

Band 228

Dr.-Ing. Ramona Pfeiffer, geb. Singer

**Untersuchung der prozessbestimmenden Größen für die anforderungsgerechte Gestaltung von Pouchzellen-Verpackungen**

Band 229

Dr.-Ing. Florian Baumann

**Additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen mit dem ARBURG Kunststoff-Freiform Verfahren**

Band 230

Dr.-Ing. Tom Stähr

**Methodik zur Planung und Konfigurationsauswahl skalierbarer Montagesysteme – Ein Beitrag zur skalierbaren Automatisierung**

Band 231

Dr.-Ing. Jan Schwennen

**Einbringung und Gestaltung von Lasteinleitungsstrukturen für im RTM-Verfahren hergestellte FVK-Sandwichbauteile**

Band 232

Dr.-Ing. Sven Coutandin

**Prozessstrategien für das automatisierte Preforming von bebinderten textilen Halbzeugen mit einem segmentierten Werkzeugsystem**

Band 233

Dr.-Ing. Christoph Liebrecht

**Entscheidungsunterstützung für den Industrie 4.0-Methodeneinsatz**

Strukturierung, Bewertung und Ableitung von Implementierungsreihenfolgen

Band 234

Dr.-Ing. Stefan Treber

**Transparenzsteigerung in Produktionsnetzwerken**

Verbesserung des Störungsmanagements durch verstärkten Informationsaustausch

Band 235

Dr.-Ing. Marius Dackweiler

**Modellierung des Fügewickelprozesses zur Herstellung von leichten Fachwerkstrukturen**

Band 236

Dr.-Ing. Fabio Echsler Minguillon

**Prädiktiv-reaktives Scheduling zur Steigerung der Robustheit in der Matrix-Produktion**

Band 237

Dr.-Ing. Sebastian Haag

**Entwicklung eines Verfahrensablaufes zur Herstellung von Batteriezellstapeln mit großformatigem, rechteckigem Stapelformat und kontinuierlichen Materialbahnen**

Band 238

Dr.-Ing. Raphael Wagner

**Strategien zur funktionsorientierten Qualitätsregelung in der Serienproduktion**

Band 239

Dr.-Ing. Christopher Ehrmann

**Ausfallfrüherkennung von Ritzel-Zahnstangen- Trieben mittels Acoustic Emission**

Band 240

Dr.-Ing. Janna Hofmann

**Prozessmodellierung des Fünf-Achs-Nadelwickelns zur Implementierung einer trajektoriebasierten Drahtzugkraftregelung**

Band 241

Dr.-Ing. Andreas Kuhnle

**Adaptive Order Dispatching based on Reinforcement Learning**

Application in a Complex Job Shop in the Semiconductor Industry

Band 242

Dr.-Ing. Andreas Greiber

**Fertigung optimierter technischer Oberflächen durch eine Verfahrenskombination aus Fliehkraft-Tauchgleitschleifen und Laserablation Prozesseinflüsse und Prozessauslegung**

Band 243

Dr.-Ing. Jan Niclas Eschner

**Entwicklung einer akustischen Prozessüberwachung zur Porenbestimmung im Laserstrahlschmelzen**

Band 244

Dr.-Ing. Sven Roth

**Schädigungsreie Anbindung von hybriden FVK/Metall-Bauteilen an metallische Tragstrukturen durch Widerstandspunktschweißen**

Band 245

Dr.-Ing. Sina Kathrin Peukert

**Robustheitssteigerung in Produktionsnetzwerken mithilfe eines integrierten Störungsmanagements**

Band 246

Dr.-Ing. Alexander Jacob

**Hochiterative Technologieplanung**

Rekursive Optimierung produkt- und fertigungsbezogener Freiheitsgrade am Beispiel der hybrid-additiven Fertigung

Band 247

Dr.-Ing. Patrick Moll

**Ressourceneffiziente Herstellung von Langfaser-Preforms im Faserblasverfahren**

Band 248

Dr.-Ing. Eric Thore Segebade

**Erhöhung der Verschleißbeständigkeit von Bauteilen aus Ti-6Al-4V mittels simulationsgestützter Zerspanung und mechanischer Mikrotexturierung**

Band 249

Dr.-Ing. Shun Yang

**Regionalized implementation strategy of smart automation within assembly systems in China**

Band 250

Dr.-Ing. Constantin Carl Hofmann

**Vorausschauende und reaktive Mehrzieloptimierung für die Produktionssteuerung einer Matrixproduktion**

Band 251

Dr.-Ing. Paul Ruhland

**Prozesskette zur Herstellung von hybriden Faser-Metall-Preforms**

Modellbildung und Optimierung des Binderauftrags und der Drapierung für stabförmige Bauteile

Band 252

Dr.-Ing. Leonard Schild

**Erzeugung und Verwendung von Anwendungswissen in der industriellen Computertomographie**

Band 253

Dr.-Ing. Benedikt Klee

**Analyse von Phaseninformationen in Videodaten zur Identifikation von Schwingungen in Werkzeugmaschinen**

Band 254

Dr.-Ing. Bruno Vargas

**Wälzschälen mit kleinen Achskreuzwinkeln**

Prozessgrenzen und Umsetzbarkeit

Band 255

Dr.-Ing. Lucas Bretz

**Function-oriented in-line quality assurance of hybrid sheet molding compound**

Band 256

Dr.-Ing. Bastian Rothaupt

**Dämpfung von Bauteilschwingungen durch einstellbare Werkstückdirektspannung mit Hydrodehnspanntechnik**

Band 257

Dr.-Ing. Daniel Kupzik

**Robotic Swing Folding of three-dimensional UD-tape-based Reinforcement Structures**

Band 258

Dr.-Ing. Bastian Verhaelen

**(De-)Zentralisierung von Entscheidungen in globalen Produktionsnetzwerken**  
Strategie- und Komplexitätsorientierte Gestaltung der Entscheidungsautonomie

Band 259

Dr.-Ing. Hannes Wilhelm Weinmann

**Integration des Vereinzelungs- und Stapelbildungsprozesses in ein flexibel und kontinuierlich arbeitendes Anlagenmodul für die Li-Ionen Batteriezellfertigung**

Band 260

Dr.-Ing. Florian Stamer

**Dynamische Lieferzeit-Preisgestaltung in variantenreicher Produktion**

Ein adaptiver Ansatz mithilfe von Reinforcement Learning

Band 261

Dr.-Ing. Patrick Neuenfeldt

**Modellbildung des Tauchgleitschleifens zur Abtrag- und**

**Topografievorhersage an komplexen Geometrien**

Band 262

Dr.-Ing. Boris Matuschka

**Energieeffizienz in Prozessketten: Analyse und Optimierung von**

**Energieflüssen bei der Herstellung eines PKW-Getriebebauteils aus 16MnCr5**

Band 263

Dr.-Ing. Tobias Schlagenhauf

**Bildbasierte Quantifizierung und Prognose des Verschleißes an**

**Kugelgewindetriebsspindeln**

Ein Beitrag zur Zustandsüberwachung von Kugelgewindetrieben mittels  
Methoden des maschinellen Lernens

Band 264

Dr.-Ing. Benedict Stampfer

**Entwicklung eines multimodalen Prozessmodells zur**

**Oberflächenkonditionierung beim Außenlängsdrehen von 42CrMo4**

Band 265

Dr.-Ing. Carmen Maria Krahe

**KI-gestützte produktionsgerechte Produktentwicklung**

Automatisierte Wissensextraktion aus vorhandenen Produktgenerationen

Band 266

Dr.-Ing. Markus Netzer

**Intelligente Anomalieerkennung für hochflexible Produktionsmaschinen**

Prozessüberwachung in der Brownfield Produktion

Band 267

Dr.-Ing. Simon Raphael Merz

**Analyse der Kinematik und Kinetik von Planetenwälzgewindetrieben**

Band 268

Dr.-Ing. Rainer Maria Silbernagel

**Funktionsorientierte Qualitätsregelung in Produktionsnetzwerken**

Qualitätsmanagement in der Produktion hochpräziser Produkte durch netzwerkweite Datenintegration

Band 269

Dr.-Ing. Jonas Nieschlag

**Gestaltung und Prozessanalyse für im Schleuderverfahren hergestellte FKV-Metall-Hohlstrukturen**

Band 270

Dr.-Ing. Lukas Matthias Weiser

**In-Process Porositätserkennung für den PBF-LB/M-Prozess**

Band 271

Dr.-Ing. Leonard Vincent Overbeck

**Digital Twins of production systems**

Automated validation and update of material flow simulation models with real data

Band 272

Dr.-Ing. Felix Klenk

**Transparenzsteigerung in der Rückführungslogistik zur Verbesserung der Materialbedarfsplanung für das Remanufacturing**

Band 273

Dr.-Ing. Benjamin Bold

**Kompensation der Wrinkle-Bildung beim Kalandrieren von Lithium-Ionen-Kathoden**

Vom Prozessverständnis des Kalandrierens bis zur Prozessoptimierung mittels Anti-Wrinkle-Modul

Band 274

Dr.-Ing. Daniel Gauder

**Adaptive in-line Qualitätsregelung in der Mikro-Verzahnungsfertigung**

Band 275

Dr.-Ing. Fabian Sasse

**Ontologie-basierte Entscheidungsunterstützung für die Auswahl von  
Messsystemen in unreifen Produktionsprozessen**

Band 276

Dr.-Ing. Jonas Hillenbrand

**Unsupervised Condition-Monitoring für Kugelgewindetriebe mittels Acoustic  
Emission**

Band 277

Dr.-Ing. Manuela Neuenfeldt

**Untersuchung des Einflusses der PBF-LB-Stellgrößen auf die zerspanende  
Bearbeitung additiv gefertigter Stahlbauteile**

Band 278

Dr.-Ing. Marvin Carl May

**Intelligent production control for time-constrained complex job shops**

Band 279

Dr.-Ing. Philipp Gönnheimer

**Automatisierte Bereitstellung von Maschinensteuerungsdaten in Brownfield-  
Produktionssystemen**

Ein Beitrag zur Digitalisierung von Bestandsanlagen am Beispiel von Werkzeugmaschinen

Band 280

Dr.-Ing. Markus Schäfer

**Kollisionsvermeidung für Endeffektoren mit integriertem LiDAR-System in  
der MRK**

Ein Beitrag zur Mensch-Roboter-Kollaboration

Band 281

Dr.-Ing. Oliver Brützel

**Decision Support System for the Optimisation of Global Production Networks**

Development of a Digital Twin for Product Allocation and Robust Line Configuration

Band 282

Dr.-Ing. Gregor Graf

**Qualifizierung der Legierung FeNiCoMoVTiAl im LPBF-Prozess unter Verwendung einer Doppellaser-Belichtungsstrategie**

Band 283

Dr.-Ing. Maximilian Torsten Halwas

**Kompaktwickelprozess zur Erhöhung der Performance von Statoren elektrischer Traktionsantriebe**

Band 284

Dr.-Ing. Magnus Kandler

**Menschzentriertes Implementierungsvorgehen für das Digitale Shopfloor Management - Förderung der Selbstorganisation unter Berücksichtigung der Mitarbeiterakzeptanz**