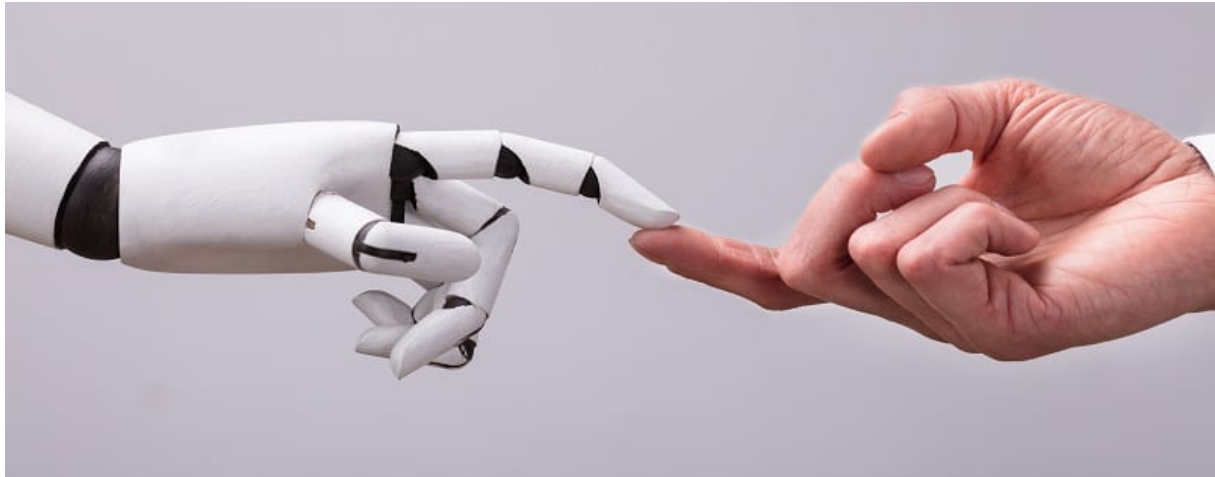


# Projektdokumentation

## «Ausgestaltung eines Assistenzprozesses im sozio-technischen Umfeld am Beispiel eines Produktions-Planungs-Prozesses»



Auftraggeber Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Windisch

Advisor Prof. Dr. Raoul Waldburger  
Leiter Institut für Business Engineering IBE  
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW  
Bahnhofstrasse 6  
5210 Windisch

Advisor Prof. Dr. Toni Wäfler  
Professor für Arbeits- und Organisationspsychologie  
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW  
Riggenbachstrasse 16  
4600 Olten

Studierender Christoph Stauffacher  
Student Master of Science in Engineering MSE  
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW  
Bahnhofstrasse 6  
5210 Windisch

Projektstart 14. September 2020  
Projektende 26. Februar 2021

Version def

<b>Version</b>	<b>Autor</b>	<b>Änderung</b>	<b>Datum</b>
<b>1.0</b>	C. Stauffacher	Dokument aufsetzen	18.09.2020
<b>2.0</b>	C. Stauffacher	Abschluss Analyse	22.12.2020
<b>3.0</b>	C. Stauffacher	Fertigstellung Prozess & Empfehlung	20.02.2021
<b>4.0</b>	C. Stauffacher	Korrektur & Formatierung	24.02.2021
<b>def</b>	C. Stauffacher	Finale Version	26.02.2021

## Management Summary

Digitalization and automation are terms that occupy the whole world. With them come new technologies in every conceivable area of industry, business, medicine, education and so on. But what impact does the use of new technology have on people? Clearly, their job description and field of activity are changing.

In the context of the Smart Recommender System for Medium Sized Entreprises SRS-4-MSE project of the Institute of Business Engineering IBE of the University of Applied Sciences North-western Switzerland FHNW, this thesis investigates the main success factors for the design of effective and efficient assistance systems in socio-technical environments. By following the SRS-4-MSE, concrete implications are sought that can be derived for this project from the work presented here. For this purpose, the questions of how a good planning process is defined and what an assistance system is, are explored. How a self-learning assistance system has to be designed, so that the human being learns as well as the machine, and how a planning process with an assistance system can be designed.

In terms of content and methodology, the work can be divided into four parts. The first part clarifies what a good planning process is and how it can be evaluated by means of a literature research and corresponding expert interviews. In the second part, the focus is on the design of assistance systems and how they should be used for optimal application. The basis for this discussion is mainly provided by expert interviews but also evidence from the literature. In the third part, the findings from parts one and two, which together form the analysis, were pulled together and a generic assistance process was created. This combines the process-related aspects with the technological ones, taking into account the socio-technical PTO (MTO in german) approach (people, technology and organization)<sup>1</sup>. As the fourth and last part, the gained knowledge is projected onto the SRS-4-MSE and corresponding recommendations for action are derived. Parts three and four were independently developed in several creative workshops.

The main results of this project work can be divided into the areas of planning process and assistance system and assigned to the respective levels according to PTO. In the area of planning process these are: Understanding about process as a key factor (people), monitoring of processes as a basis for decision making (technology), processes have to be continuously adapted to their environment (organization). Regarding assistance systems, these are: Humans must understand technology (people), the "right" use of technology is to be decided (technology), role distribution between humans and machines must be clarified (organization). From this, 19 key insights could be derived, which form the basis for the assistance process. This in turn covers the entire course from design to optimization of an assistance system in a planning process in five phases: Requirements & Design, Introduction, Application, Control and Need for Action.

For the further course of the SRS-4-MSE it is recommended to proceed according to the developed model of the assistance process and to adapt the current project in such a way that all PTO areas are scrutinized from scratch according to the five phases and supplemented if necessary. It remains open in which direction the SRS-4-MSE project will develop, since the progress of the present project work is not congruent with the development of the Recommender System.

---

<sup>1</sup> PTO is the english abbreviation for the german MTO: Mensch, Technik und Organisation.

## Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Toni Wähler dafür, dass er dieser Projektarbeit als Experte beiwohnt und mit seinem Fachwissen und seiner Unterstützung zu spannenden Diskursen rund um das Thema und einem erfolgreichen Gelingen der Arbeit angeregt hat. Auch durfte ich mit seiner Hilfe einen Einblick in eine neue Disziplin erlangen, den ich so sonst nicht gehabt hätte.

Weiter danke ich meinem Advisor, Prof. Dr. Raoul Waldburger, der mich nicht nur fachlich, sondern auch methodisch die ganze Projektdauer über regelmässig kompetent unterstützt und beraten hat. Auch ihm verdanke ich den erfolgreichen Abschluss dieses Projekts.

Abschliessend danke ich Prof. Dr. Adrian Specker für die interessanten Gespräche und das Interview rund um das Thema. Ebenso bedanke ich mich bei meinen Mitstudierenden David Schlebusch, David Wolf und Laurin Gredinger, die mir Einblicke in die laufende Entwicklung des SRS-4-MSE Projekts gewährt haben und für diverse Gespräche über die Thematik zur Verfügung gestanden sind.

Alle haben einen massgebenden Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Vielen Dank.

## Redlichkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur erlaubte Hilfsmittel eingesetzt wurden. Nur die in der Arbeit angegebenen Quellen wurden verwendet und alle Zitate wurden als solche kenntlich gemacht.

Windisch, 26. Februar 2021

---

Christoph Stauffacher

# 1 Inhaltsverzeichnis

<b>2</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Projektbeschreibung.....</b>	<b>10</b>
5.1	<i>Betrachtungsgegenstand.....</i>	<i>10</i>
5.2	<i>Zielsetzung.....</i>	<i>11</i>
5.3	<i>Projekt-Übersicht.....</i>	<i>12</i>
<b>6</b>	<b>Planungsprozess .....</b>	<b>13</b>
6.1	<i>Wann ist ein Planungsprozess ein guter Planungsprozess?.....</i>	<i>14</i>
6.1.1	<i>Innensicht auf den Prozess .....</i>	<i>15</i>
6.1.2	<i>Formale Beurteilungskriterien .....</i>	<i>18</i>
6.2	<i>Prozessreifegrad und Planungsqualität.....</i>	<i>21</i>
6.3	<i>Prozesslebenszyklus.....</i>	<i>22</i>
6.4	<i>Optimierungsansätze für den Planungsprozess.....</i>	<i>24</i>
6.4.1	<i>Erfolgskritische Faktoren zur Planungsprozess-Optimierung .....</i>	<i>25</i>
6.4.2	<i>Netzwerkbasierende Prozessdarstellungen .....</i>	<i>26</i>
6.4.3	<i>Beispielprozess Fraisa SA .....</i>	<i>27</i>
6.5	<i>Zusammenfassung Literaturrecherche .....</i>	<i>29</i>
6.6	<i>Zwischenfazit Planungsprozess .....</i>	<i>30</i>
<b>7</b>	<b>Assistenzsystem.....</b>	<b>31</b>
7.1	<i>Kombination von Mensch und Maschine.....</i>	<i>33</i>
7.1.1	<i>Interaktive Systeme: Gegenseitiges Lernen.....</i>	<i>33</i>
7.1.2	<i>Kollaborative Systeme: Mensch-Maschine-Teaming.....</i>	<i>35</i>
7.1.3	<i>Beispiele Kollaborativer Systeme.....</i>	<i>36</i>
7.2	<i>Die Rolle des Menschen .....</i>	<i>37</i>
7.3	<i>KOMPASS-Methode .....</i>	<i>38</i>
7.3.1	<i>Gestaltung automatisierter Systeme .....</i>	<i>41</i>
7.4	<i>Anwendung des Assistenzsystems .....</i>	<i>43</i>
7.5	<i>Change-Management.....</i>	<i>45</i>
7.6	<i>Zusammenfassung Literaturrecherche .....</i>	<i>46</i>
7.7	<i>Zwischenfazit Assistenzsystem .....</i>	<i>46</i>
<b>8</b>	<b>Assistenzprozess .....</b>	<b>47</b>
8.1	<i>Planungsprozess .....</i>	<i>48</i>
8.2	<i>Assistenzsystem.....</i>	<i>48</i>
8.3	<i>Gestaltung Assistenzprozess.....</i>	<i>49</i>

8.3.1	Anforderungen & Gestaltung .....	50
8.3.2	Einführung .....	51
8.3.3	Anwendung.....	51
8.3.4	Kontrolle .....	51
8.3.5	Handlungsbedarf .....	51
<b>9</b>	<b>Implikationen für das SRS-4-MSE .....</b>	<b>52</b>
9.1	<i>Beispiel Assistenzprozess .....</i>	<i>53</i>
9.1.1	Anforderungen & Gestaltung .....	53
9.1.2	Einführung .....	54
9.1.3	Anwendung.....	54
9.1.4	Kontrolle .....	54
9.1.5	Handlungsbedarf .....	54
9.2	<i>Auswahl Key Performance Indicators KPIs.....</i>	<i>54</i>
9.3	<i>Anwendung des Assistenzsystems .....</i>	<i>55</i>
9.3.1	System vor Mensch.....	56
9.3.2	Mensch vor System.....	56
9.3.3	Mensch und System parallel .....	57
9.3.4	Optimale Variante für das SRS-4-MSE .....	57
9.4	<i>Empfehlung.....</i>	<i>58</i>
<b>10</b>	<b>Reflexion .....</b>	<b>59</b>
<b>11</b>	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>61</b>
<b>12</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>64</b>
12.1.1	Auswertung Suchresultate Prozesse .....	68
12.1.2	Auswertung Suchresultate Assistenzsystem .....	76

## 2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projekt-Übersicht .....	12
Abbildung 2: Hierarchisch-sequenzielle Prozesshierarchie (Prozessmodell) .....	13
Abbildung 3: Generische Prozesslandkarte .....	14
Abbildung 4: Ursache-Wirkungsgefüge Logistik KPIs.....	17
Abbildung 5: Ursache-Wirkungsgefüge alle KPIs .....	20
Abbildung 6: Performance-Modell Prozesslebenszyklus .....	23
Abbildung 7: Kreismodell Prozesslebenszyklus .....	24
Abbildung 8: Erfolgsfaktoren der operativen Planung .....	25
Abbildung 9: BPMN-Darstellung, SAD .....	27
Abbildung 10: Netzwerkbasierte Darstellung.....	27
Abbildung 11: Stellenorientiertes Ablaufdiagramm SAD für Fraisa SA.....	28
Abbildung 12: Netzwerkbasiertes Diagramm Fraisa SAP .....	28
Abbildung 13: Interaktive Systeme I.....	33
Abbildung 14: Interaktive Systeme II.....	34
Abbildung 15: Kollaborative Systeme.....	35
Abbildung 16: Gestaltung automatisierter Systeme .....	41
Abbildung 17: 7 Schritte Schaffung Gestaltungsvoraussetzung .....	42
Abbildung 18: 2 Schritte Ableitung Gestaltungsanforderungen.....	43
Abbildung 19: Anwendungsmöglichkeiten Assistenzsystem .....	43
Abbildung 20: Automatische Einparkhilfe .....	44
Abbildung 21: 7 Entwicklungsphasen Change-Prozess.....	45
Abbildung 22: Haupterkenntnisse nach MTO.....	47
Abbildung 23: Schlüsselerkenntnisse nach MTO .....	48
Abbildung 24: Generischer Assistenzprozess .....	50
Abbildung 25: Systembild SRS-4-MSE.....	52
Abbildung 26: Assistenzprozess am Beispiel SRS-4-MSE .....	53
Abbildung 27: Lernumgebungen im Rahmen des SRS.....	55
Abbildung 28: System vor Mensch .....	56
Abbildung 29: Mensch vor System .....	56
Abbildung 30: Mensch und System parallel .....	57
Abbildung 31: Lösungsansatz SRS Interaktion Mensch und System.....	58
Abbildung 32: Bewertungsbogen PEMM Prozesse.....	64
Abbildung 33: Bewertungsbogen PEMM Unternehmen .....	65
Abbildung 34: Bewertungsbogen PPI Modell.....	66
Abbildung 35: Bewertungsraster PPI Modell.....	67

### 3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielkonflikte unter den Logistikgrößen .....	16
Tabelle 2: Zusammenfassung Literaturrecherche «Prozesse» .....	30
Tabelle 3: KOMPASS Ebene "Individuelle Arbeitsaufgabe" .....	39
Tabelle 4: KOMPASS Ebene "Arbeitssystem" .....	40
Tabelle 5: KOMPASS Ebene "Mensch-Maschine-Funktion" .....	40
Tabelle 6: Zusammenfassung Literaturrecherche «Assistenzsystem» .....	46
Tabelle 7: Übersicht Ergebnisse Literaturrecherche «Prozesse» .....	75
Tabelle 8: Übersicht Ergebnisse Literaturrecherche «Assistenzsystem» .....	79

## 4 Abkürzungsverzeichnis

BPMN	Business Process Model and Notation
BZ	Bearbeitungszeiten
CT	Computertomogramm
DLZ	Durchlaufzeit
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
GUI	Graphical User Interface
HAT	Human-Autonomy Teaming
IBE	Institut für Business Engineering
IT	Informations Technik
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleinere und Mittelgrosse Unternehmen
KPI	Key Performance Indicator
KVP	Kontinuierliche Verbesserungsprozesse
LTT	Liefertermintreue
MEM	Mechanical and Electrical Engineering Industries
MSE	Medium Sized Entreprises
MTO	Mensch, Technik und Organisation
MVP	Minimum Viable Product
PMA	ProzessManagementAkademie
PTO	People, Technology and Organization
PoC	Proof of Concept
PPS	Produktionsplanungssystem
RCS	Rail Control System
SAD	Stellenorientiertes Ablaufdiagramm
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
SBB	Schweizerische Bundesbahn
SRS	Smart Scheduling Recommender System
SRS-4-MSE	Smart Scheduling Recommender System for Medium Sized Entreprises
UWG	Ursache-Wirkungsgefüge
WIP	Work in Progress
XAI	Explainable Artificial Intelligence

## 5 Projektbeschreibung

In der schweizerischen Maschinen- und Elektrotechnikindustrie (MEM) werden in der Produktionsplanung in der Regel ERP-Module zur Planung von Prozessen auf der Basis von Heuristiken eingesetzt. Die Schweizer MEM- Industrie erwirtschaftete im Jahr 2018 in der Schweiz 87,945 Milliarden Franken, davon 79% im Export.

Die Verkürzung der Durchlaufzeiten mit intelligenten digitalen Zwillingen<sup>2</sup> in der Produktion ermöglicht eine Erhöhung der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit sowie eine höhere Lieferbereitschaft (reduzierte Out-of- Stock). Erste Analyseergebnisse des Proof of Concepts PoC, die mit einem anonymisierten Offline-Datensatz durchgeführt wurden, zeigten ein Reduktionspotential der durchschnittlichen Durchlaufzeiten von über 50%. Parallel dazu und bei über 6'000 verschiedenen analysierten Produktdurchsatzprozessen, konnten die produktspezifischen Prozesskapazitäten um durchschnittlich 90% gesteigert werden.

Das smarte Scheduling Recommender System SRS-4-MSE zielt darauf ab, die relevanten Elemente zu entwickeln, die eine prozesszentrierte Planung für kleinere und mittelgrosse Unternehmen KMUs im MEM-Bereich ermöglichen. Der Mehrwert dieses Projekts ist ein Proof-of-Concept für die leistungsfähige Kombination von Process-Mining und Prozess-Simulations-Algorithmen in einem Recommender-System zur Optimierung des Scheduling-Prozesses und zur Erzielung erheblich reduzierter Durchlaufzeiten durch den Einsatz eines digitalen Zwillings.

Der Einsatz eines digitalen Zwillings hat zur Folge, dass bisher heuristisch angewandte Methoden neu mit einem Assistenzsystem unterstützt werden. Eine solche Anwendung verändert nicht nur den bisherigen Planungsprozess, sondern auch die generelle Arbeitsweise sowie die Anforderungen an die betroffenen Mitarbeitenden. Nebst positiven Einflüssen wie der Reduktion vom eigentlichen Planungsaufwand oder von Durchlaufzeiten, gilt es den Anforderungen an ein Assistenzsystem sowie den Mitarbeitenden besonderes Augenmerk zu schenken.

Vorliegendes Projekt befasst sich mit der Interaktion zwischen Mensch und Maschine und ergänzt die technische Arbeit mit der Erarbeitung eines Assistenzprozesses. Weiter beschreibt es die Anforderungen, die ein System wie das SRS-4-MSE bringen muss, um auch den Menschen und nicht nur die Maschine „intelligenter“ zu machen.

### 5.1 Betrachtungsgegenstand

Eigentlicher Betrachtungsgegenstand dieser Projektarbeit ist der Einfluss eines selbstlernenden Algorithmus auf das Arbeitsverhalten eines Menschen. Im Einzelnen sollen dabei in einem allgemeinen Ansatz hin zu einem Anwendungsbeispiel auf zwei Ebenen Untersuchungen vorgenommen werden. Basierend auf Ergebnissen aus der Literatur soll herausgefunden werden, ob eine Person wichtige Fähigkeiten gewinnt und verliert, wenn sie von (intelligenten) Assistenzsystemen unterstützt wird und wie eine solche Kombination Bestleistungen ermöglicht. Im Rahmen des SRS-4-MSE wird untersucht, wie ein selbstlernendes Assistenzsystem gestaltet werden muss, sodass nicht nur das neuronale Netzwerk (siehe Kapitel 7) dazulernt, sondern

---

<sup>2</sup> Gemäss Literatur ist der digitale Zwilling eine reale Abbildung aller Komponenten des Produktlebenszyklus unter Verwendung von physischen, virtuellen und Interaktionsdaten (Tao et al., 2019). Nach Definition der Vorlesung «Smart Services» im Rahmen des Masterstudiums ist der digitale Zwilling ein digitales Modell eines realen Objekts oder von dessen Komponenten mit dem Zweck, verschiedenen Akteuren im wirtschaftlichen Ökosystem situationsspezifische Ratschläge zu unterbreiten (Meierhofer, 2020). Für das SRS-4-MSE wird der digitale Zwilling als Abbildung des realen Planungsprozesses unter Verwendung aller verfügbaren Daten zur Unterbreitung eines Lösungsvorschlags definiert.

auch die Mitarbeitenden. Diese allgemeine Veränderung in der Arbeitswelt erzwingt die Erarbeitung neuer Prozesse. Prozesse, die die bisherigen separaten Prozesse der Mitarbeitenden und derjenigen von systemischer Seite miteinander verbindet.

Hierzu werden folgende Forschungsfragen mit dazugehörigen Hypothesen formuliert:

- Wie sieht ein guter Planungsprozess aus?
  - a. Ein guter Planungsprozess basiert auf heuristischem Vorgehen.
  - b. Ein guter Planungsprozess definiert sich lediglich über die Durchlaufzeit und die Liefertreue.
- Was ist ein Assistenzsystem und wie funktioniert es?
  - a. Durch den Einsatz von Assistenzsystemen verlieren die Anwender Fähigkeiten, dank derer Sie die Tätigkeiten ohne das Assistenzsystem mühelos ausgeführt haben.
  - b. Damit ein Assistenzsystem erfolgreich eingesetzt werden kann, muss auch für die betroffenen Mitarbeitenden ein Lernerfolg erzielt werden.
- Wie muss ein selbstlernendes Assistenzsystem gestaltet und angewendet werden, sodass der betroffene Mitarbeitende ebenso dazulernt und nicht nur das neuronale Netz «intelligenter» wird?
- Wie sieht der Planungsprozess mit Hilfe eines Assistenzsystems aus?
  - a. Durch die Kombination des menschlichen Verstands mit künstlicher Intelligenz werden bessere Ergebnisse erzielt, als das jeweils einzeln erreichte beste Resultat.
  - b. Durch den Einsatz von Assistenzsystemen in verschiedenen Tätigkeiten gehen den betroffenen Arbeitnehmern wichtige Fähigkeiten verloren.
- Welche Implikationen aus den gewonnenen Erkenntnissen können für das SRS-4-MSE übernommen werden und wie sieht eine mögliche Integration aus?

## 5.2 Zielsetzung

Die folgend aufgeführten Ziele werden in drei Kategorien unterteilt: Ziele des Wirtschaftspartners, Systemziele und Umsetzungsziele.

### Ziele des Wirtschaftspartners

- Erhöhung Lieferbereitschaft und Flexibilität
- Reduktion Durchlaufzeit, Planungsaufwand und Risiko
- Erhöhung Akzeptanz für die Implementation des SRS
- Weiterentwicklung der eigenen Mitarbeitenden

### Systemziele

- Mit Hilfe des SRS-4-MSE soll die Durchlaufzeit um mindestens 50% reduziert werden.
- Unter Einführung des Recommender Systems sollen Planungs- und Organisations-Aufwand reduziert werden.
- Ergonomie des SRS optimal gestalten, sodass maximale Prozess- und Leistungsverbesserung gewährleistet werden können im sozio-technischen Umfeld.
- Die oben aufgeführten Forschungsfragen werden beantwortet.

### Umsetzungsziele

- Bis zum Abschluss des Projekts liegt eine Literaturstudie vor, die die These bestätigt oder widerlegt, dass durch den Einsatz von Assistenzsystemen betroffene Personen wichtige Fähigkeiten verlernen.

- Eine weitere Literaturstudie zeigt auf, ob die Kombination von Mensch und Maschine Bestleistungen erzielt.
- Um das SRS-4-MSE so zu gestalten, dass auch die betroffenen Mitarbeitenden durch dessen Einsatz dazulernen, werden Spezifikationen evaluiert und validiert.
- Für ein reibungsloses Zusammenspiel zwischen der menschlichen und der maschinellen Planung soll ein Assistenzprozess erarbeitet werden, der die Lücke zwischen Mensch und Maschine füllt.

### 5.3 Projekt-Übersicht

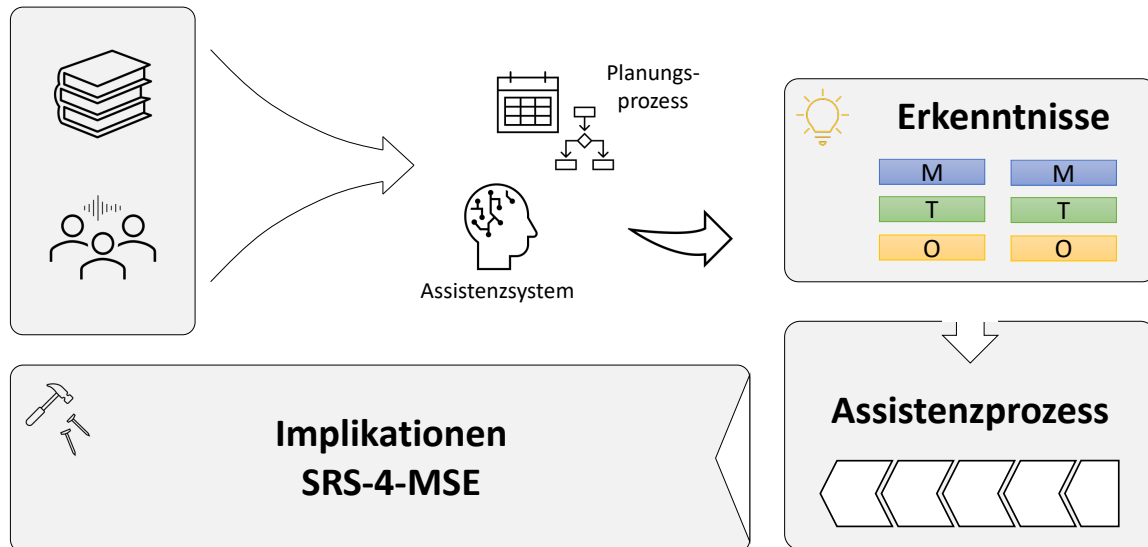


Abbildung 1: Projekt-Übersicht

Basierend auf Literaturrecherchen und Expertengesprächen/-interviews, werden zunächst die beiden Bereiche Planungsprozess und Assistenzsystem bearbeitet. Ziel dieser Analyse ist die Schaffung der Grundlage zur Entwicklung eines Assistenzprozesses und die Beantwortung erster Forschungsfragen und Hypothesen.

Die Haupterkenntnisse aus dieser Analyse werden nach Assistenzsystem und Planungsprozess unterteilt in die drei Ebenen des sozio-technischen Ansatzes Mensch, Technik und Organisation MTO gegliedert. Sie liefern die Basis für die Erstellung eines generischen Assistenzprozesses, welcher die Prozessseite mit der technischen Seite vereint.

Zu guter Letzt werden Implikationen für das SRS-4-MSE abgeleitet und eine Handlungsempfehlung abgegeben.

## 6 Planungsprozess

Zu Beginn dieses Kapitels stellt sich die Frage: Was ist überhaupt ein Planungsprozess? Und was im Einzelnen macht einen solchen Prozess im Umfeld einer Produktion aus? Um einen Planungsprozess für die Produktion zu definieren, muss der Begriff «Planungsprozess» zunächst aus Sicht verschiedener Disziplinen betrachtet werden. Gemäss Specker (2005), der die Sicht nach Mensch, Technik und Organisation MTO vertritt, sind Prozesse «...zusammengehörige und in sich relativ geschlossene Einheiten von Operationen-Abfolgen der unterschiedlichen Systemniveaus» (Specker, 2005). Aus Sicht der Wirtschaftswissenschaften hingegen ist ein Planungsprozess der «Prozess der Planung und seiner Teilphasen, der Zielbildung, Problemanalyse, Alternativen-Suche, Prognose, Bewertung und Entscheidung (Führung)» (Daum et al., 2012). Die Marketingfachleute hingegen verstehen unter einem Planungsprozess die Marketing-Ziele und das Marketing-Handeln aus einer systematischen Analyse und dem gedanklichen Durchdringen des künftigen Marktes abzuleiten (Beeck, 2004). So vielfältig wie die Disziplinen erscheinen, so vielfältig sind die Definitionen eines Planungsprozesses. Jedoch fehlt eine Definition, die auf die vorliegende Ausgangslage passt und den Planungsprozess im Rahmen einer Produktion definiert.

Deshalb wird der Planungsprozess für die vorliegende Arbeit wie folgt definiert:

*Ganzheitlicher Prozess zur Planung der Produktionsprozesse nach bestmöglicher Abstimmung aller gemessenen Bewertungskriterien.*

In sogenannten «Prozessmodellen» (siehe Abbildung 2) lassen sich hierarchische Strukturen und Beziehungen der Prozesse eines Systems darstellen wobei auf der ersten Ebene das System als ein Gesamtsystemprozess betrachtet werden kann. Die Anordnung hilft, die Systemgrenze des Betrachtungs- und Gestaltungsgegenstands über alle möglichen Hierarchiestufen zu ziehen. Der Gesamtsystemprozess wird durch darunterliegende Hauptprozesse, welche als «Geschäftsprozesse» bezeichnet werden, vollzogen. In der Regel wird diese Ebene in einer sogenannten Prozesslandkarte dargestellt (siehe Abbildung 3). Eine Stufe tiefer werden Teilprozessebenen (Wertschöpfungsketten) zu den jeweiligen Prozessen aus der Prozesslandkarte definiert, bevor diese in Detail-/Subprozesse aufgegliedert bis hin zu Aktivitäten unterteilt werden. (Specker, 2005)

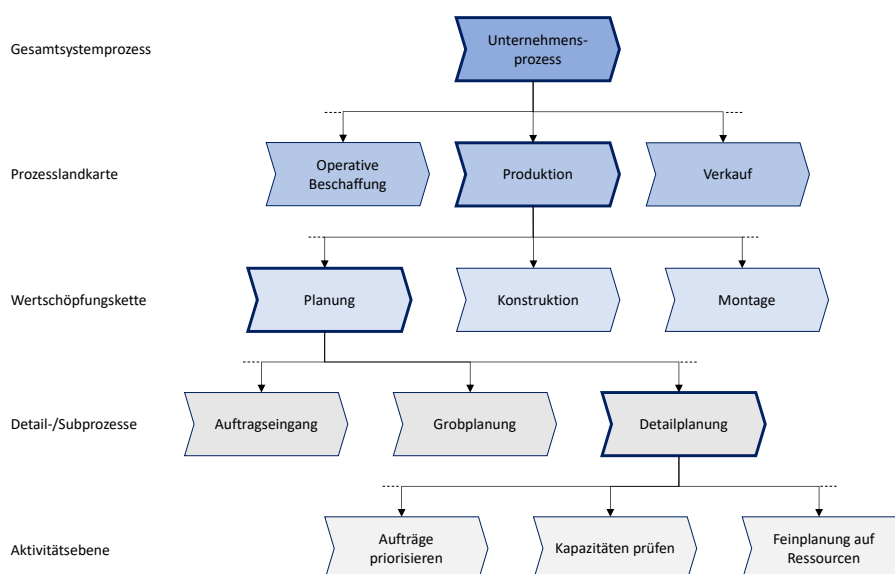


Abbildung 2: Hierarchisch-sequenzielle Prozesshierarchie (Prozessmodell)

Oben abgebildet findet sich die vorab beschriebene Prozesshierarchie am Beispiel des Produktionsplanungsprozesses. Diese Grafik ist nicht abschliessend und muss von Unternehmen zu Unternehmen neu betrachtet werden. Wichtig ist die hierarchische Unterordnung der einzelnen Detaillierungsgrade innerhalb des Gesamtsystems. So werden die einzelnen Prozessschritte innerhalb der gesamten Produktion auf Stufe Wertschöpfungskette betrachtet, während die Planungsschritte selbst als Detail- oder Subprozesse aufgeführt sind. Die eigentlichen Aktivitäten sind dann auf der untersten Ebene als Tätigkeiten aufgeführt.

Eine generische Prozesslandkarte zur Veranschaulichung ist nachfolgend dargestellt.

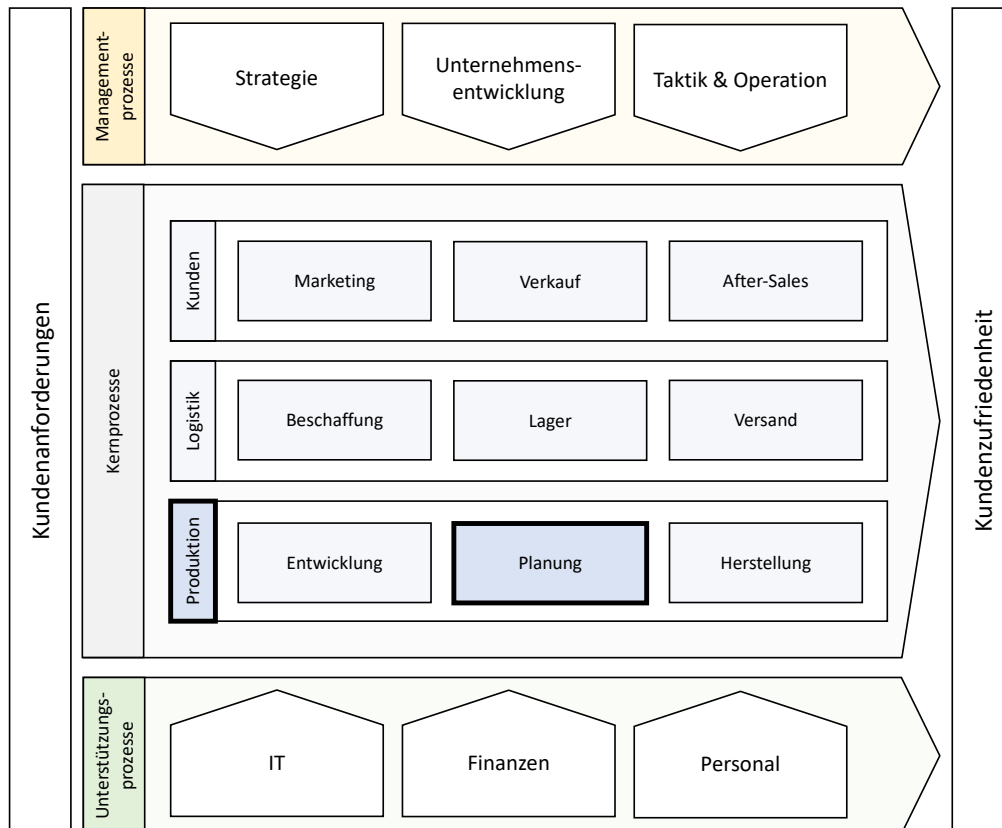


Abbildung 3: Generische Prozesslandkarte

Von den Kundenanforderungen hin zur Kundenzufriedenheit lassen sich die Geschäftsprozesse in drei Hauptkanäle gliedern: Managementprozesse, Kernprozesse und Unterstützungsprozesse. Während sich Managementprozesse hauptsächlich auf strategische und Führungsaufgaben konzentrieren, beinhalten Unterstützungsprozesse Aufgabengebiete, die dem operativen Geschäft als Unterstützung dienen sollen. Die Kernprozesse selbst umfassen das operative Kerngeschäft, das auf wertschöpfende Tätigkeiten ausgerichtet ist, und beinhalten die eigentliche Geschäftstätigkeit der Unternehmung. Der Produktionsplanungsprozess gehört im vorliegenden Beispiel in den Bereich der Kernprozesse, zum Geschäftsfeld Produktion und darunter in die Planung. Je nach Unternehmung und Anwendung muss die obenstehende Prozesslandkarte ergänzt und angepasst werden. (Kern, 2012)

### 6.1 Wann ist ein Planungsprozess ein guter Planungsprozess?

Um einen Planungsprozess zu beurteilen, bedarf es verschiedener Blickwinkel, die schlussendlich zu einem «grossen Ganzen» zusammengefasst und diskutiert werden. In den folgenden Unterkapitel sind die beiden Hauptaspekte (Innensicht und formale Kriterien) beschrieben. Basierend darauf, sollen für den weiteren Verlauf der Arbeit Erkenntnisse darüber gewonnen

werden, welchen Kriterien für die Ausgestaltung des Assistenzprozesses besondere Beachtung geschenkt werden muss.

### 6.1.1 Innensicht auf den Prozess

Um die Innensicht auf einen Prozess qualitativ und quantitativ zu beschreiben, müssen verschiedene Performance Indikatoren definiert werden. Wiederum können diese je nach Disziplin stark variieren, da die Marketingfachleute ganz andere Kennzahlen verfolgen als die Wirtschaftswissenschaftler oder Juristen. Diese Diskrepanzen werden im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht diskutiert und der Fokus liegt auf dem Planungsprozess einer Produktion. Im Rahmen des Projekts «Neuartige, schlanke Steuerungsprinzipien für die hybride Push-Pull-Produktion», umgesetzt vom Institut für Business Engineering IBE der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, wurden entsprechende Kennzahlen aus der Logistik evaluiert, welche allerdings teilweise mit Zielkonflikten behaftet sind. Um diesen Umstand auszugleichen werden die Kennzahlen gewichtet und entsprechend optimale, anzustrebende Zielgrößen definiert. Eine absolut Einheitliche Betrachtung dieser Größen existiert nicht. Daher muss stets unternehmensspezifisch definiert werden, wie die Größen exakt gemessen werden. Die primären logistischen Kennzahlen sind:

- Liefertermintreue
- Durchlaufzeit DLZ
- Bestände
- Auslastung
- Lieferqualität
- Flexibilität
- Logistikkosten

Nachfolgend ist jeweils eine kurze Beschreibung der Kennzahlen aufgeführt.

#### **Liefertermintreue**

Grad der Einhaltung von Lieferterminen. Anzahl pünktliche Lieferungen in Prozent aller Lieferungen.

#### **Durchlaufzeit DLZ**

Zeitspanne, die ein Arbeitsobjekt zum Durchlaufen des Systems benötigt.

#### **Bestände**

Warenwert aller sich im System befindlichen Mengeneinheiten eines Erzeugnisses. Je nach Unternehmen werden Lagerbestände und Work in Progress WIP<sup>3</sup> separat betrachtet.

#### **Auslastung**

Grad an produktiven Zeiteinheiten der gesamthaft verfügbaren Zeiteinheiten. Zeit in der die Maschinen laufen in Prozent der kompletten Arbeitszeit in einem Betrieb.

#### **Lieferqualität**

Grad an Lieferungen ohne Beanstandungen. Prozentualer Anteil der Lieferungen ohne Beanstandungen von allen Lieferungen.

---

<sup>3</sup> Work in Progress beschreibt die Mengeneinheit aller Waren die sich nicht im Lager, sondern in der Produktion befinden und an denen in irgendeiner Art und Weise wertschöpfende Arbeit verrichtet wird.

**Flexibilität**

Die Möglichkeit, Aufträge umdisponieren zu können oder Mitarbeiter flexibel einzusetzen. (Fischer et al., 2016)

**Logistikkosten**

Logistikkosten setzen sich normalerweise zusammen aus Lager- und Transportkosten, Kommissionierungs- und Handlings-Kosten, Planungs- und Steuerungsaufwand sowie IT- und Kommunikationskosten. Je nach Unternehmen fallen auch andere Kosten (z.B. interne Fertigungsstunden, aber auch Fremdvergaben, etc.) unter Logistikkosten. (Hax & Meal, 2012)

Die einleitend erwähnten Zielkonflikte können auf verschiedenen Ebenen auftreten. So lassen sich Zielkonflikte innerhalb des Planungsprozesses, innerhalb des Unternehmens und durch äussere Einflüsse aufzeigen.

Ein Beispiel für prozessinterne Zielkonflikte zeigen sich beispielsweise darin, dass eine Erhöhung der Auslastung einen negativen Effekt auf die Durchlaufzeit hat, da sich dadurch Warteschlangen bilden. Ein anderes Beispiel zeichnet sich in der Gegenüberstellung der Liefertermintreue mit den Beständen ab, da sich durch Erhöhung der Liefertermintreue die Lagerbestände erhöhen. (Fischer et al., 2016)

Konflikte innerhalb des Unternehmens lassen sich beispielsweise daran illustrieren, dass das «Sales» versuchen wird so viel zu verkaufen wie nur möglich und die Kunden zu befriedigen. Dabei versuchen Sie Aufträge zu priorisieren. Die Produktionsplanung hingegen hat zum Interesse die eigenen Ressourcen so gut als möglich auszulasten, was teilweise auf Kosten einzelner Durchlaufzeiten und somit einzelner Kundenaufträge gehen kann.

Externe Einflüsse können zum Beispiel der Anspruch der Kunden bezüglich Lieferzeit sein. Die Ware soll so kurz als möglich nach Aufgabe der Bestellung ausgeliefert werden. Ein Unternehmen jedoch will die seine Kosten so tief als möglich halten – sprich auch Lagerkosten reduzieren. Um die bestmögliche Lieferzeit zu garantieren benötigt es aber eines Lagers, was gegenseitig im Konflikt steht. (Nabil et al., 2018)

Die nachfolgende Tabelle fasst grob die wichtigsten Zielkonflikte aus allen Ebenen unter den verschiedenen Logistikgrössen zusammen.

Indikatoren	Liefertermintreue	Durchlaufzeit DLZ	Bestände	Auslastung	Lieferqualität	Flexibilität	Logistikkosten
Liefertermintreue			Lagerbestände werden erhöht		Qualität wird vernachlässigt	Planung schränkt Flexibilität ein	Lagerkosten erhöhen sich
Durchlaufzeit				Leerläufe werden einkalkuliert		Weniger Ausweichmöglichkeiten	
Bestände	Tiefere LTT* durch weniger Bestände			Fehlendes WIP** für Auslastung			
Auslastung		Erhöhung Wartezeiten und DLZ	Höhere WIP und Lagerbestände				
Lieferqualität	Liefertermintreue wird vernachlässigt	Längere BZ*** und DLZ				Weniger Flexibilität, mehr Auslastung	
Flexibilität				Weniger Auslastung			Höherer WIP und Lagerkosten
Logistikkosten	Weniger Vorräte für LTT		Weniger WIP und Lagerbestände	Weniger Material zur Verfügung			

Tabelle 1: Zielkonflikte unter den Logistikgrössen

\* LTT = Liefertermintreue

\*\* WIP = Work in Progress

\*\*\* BZ = Bearbeitungszeit

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die optimale Ausrichtung der verschiedenen Kenngrößen so zu gestalten, dass die Zielkonflikte optimal aufeinander abgestimmt sind. Eine mögliche Methode zur Ausgestaltung der optimalen Indikatoren-Gewichtung liegt in der Nutzwertanalyse. Eine Kenngröße die mit vielen Indikatoren im Konflikt steht gilt es kritisch zu hinterfragen, was in der vorliegenden Arbeit jedoch ausgegrenzt wird.

Um die Interaktion zwischen den verschiedenen Key Performance Indicators KPIs zu veranschaulichen, sind diese in einem Ursache-Wirkungsgefüge UWG dargestellt.

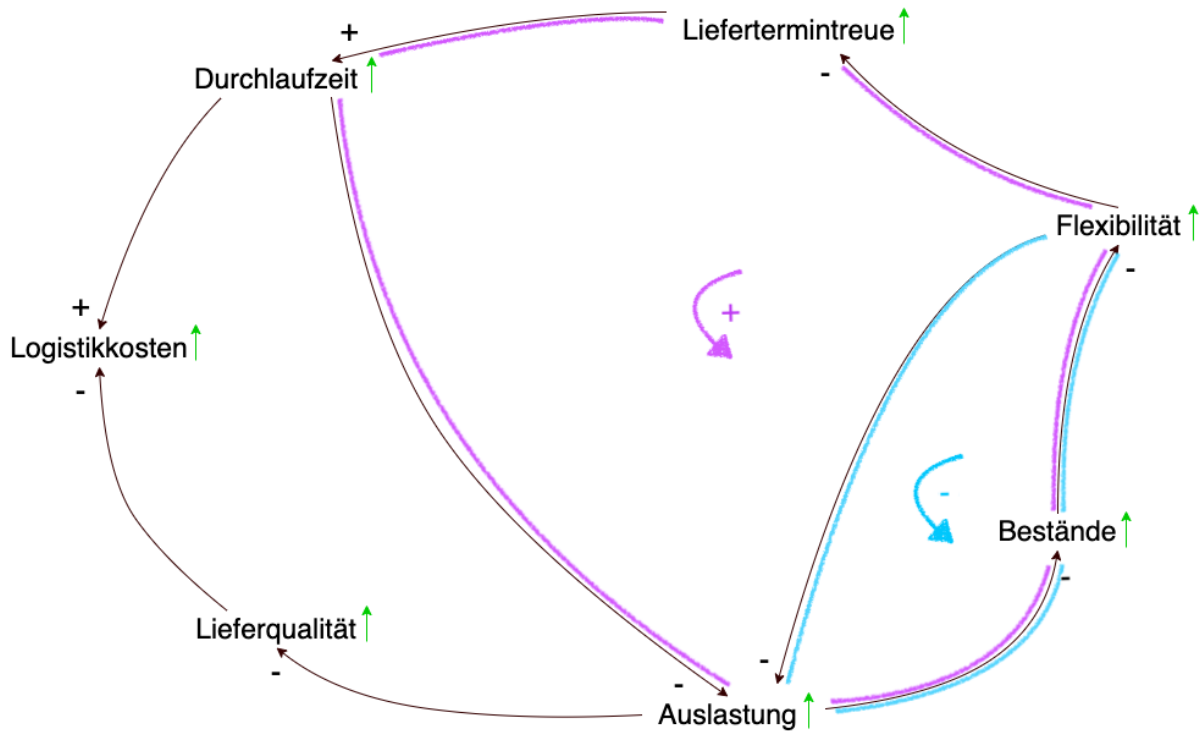


Abbildung 4: Ursache-Wirkungsgefüge Logistik KPIs

Zur Vereinfachung der Lesbarkeit wurden alle Einflussmarker (+/-) auf den jeweiligen Richtungsvektoren normiert. Das bedeutet, dass die Vorzeichen auf den Pfeilen neben den Variablen angepasst sind. Die grünen Pfeile neben den Variablen sollen dies verdeutlichen, indem sie anzeigen, dass die Variabel optimiert und nicht per se erhöht werden soll. Beispielsweise sollen die Logistikkosten nicht erhöht, sondern optimiert (was in diesem Falle reduziert bedeutet) werden.

Eine Optimierung der Auslastung (Erhöhung) hat einen umgekehrt proportionalen Einfluss auf die Optimierung der Bestände, was in diesem Falle eine Reduktion wäre. Eine Erhöhung der Auslastung bedeutet nämlich eine Erhöhung des WIP und somit eine allfällige Erhöhung von Lagermengen (Zhengmin et al., 2019). Gleiches gilt für den Einfluss der Bestände auf die Flexibilität und der Flexibilität auf die Liefertermintreue und die Auslastung. Werden Bestände optimiert (reduziert), sinkt die Flexibilität im System. Da diese gerne hoch gehalten wird, bedeutet eine optimale Flexibilität aber auch, dass die Auslastung nicht allzu hoch gehalten werden kann und die Liefertermintreue möglicherweise nicht eingehalten wird (Wiendahl, 2011).

Während die Liefertermintreue möglichst hoch sein soll, ist auch deren Einfluss auf die Durchlaufzeit positiv. Eine hohe Liefertermintreue bedeutet, dass weniger Verzögerungen im Prozess stattfinden dürfen, wodurch die Durchlaufzeit reduziert wird, was in diesem Falle die

angestrebte Entwicklung ist. Geringe Durchlaufzeiten bedeuten auch tiefe Logistikkosten, was hingegen durch eine hohe Lieferqualität nicht erfolgt. Hohe Lieferqualität erzwingt mehr Kontrollen, längere Durchlaufzeiten und allfällig mehr WIP. Negativ beeinflusst wird die Lieferqualität auch durch die Auslastung, welche möglichst hoch sein soll. Dies bedeutet, dass unter hektischeren Bedingungen mehr Fehler passieren können und weniger Kapazitäten für Kontrollen bleiben.

### 6.1.2 Formale Beurteilungskriterien

Die Beurteilung der Prozesse aus logistischer Sicht liefert eine fundierte Einschätzung über deren Qualität. Dennoch ist die Betrachtung nicht ganzheitlich genug und muss mit allumfassenderen Grössen ergänzt werden, um zu verhindern, dass die Prozesse nur aus der Optik einer einzelnen Disziplin beurteilt werden. Die Innensicht auf den Prozess, also die Betrachtung mit Hilfe der Logistik-KPIs, widerspiegelt quasi dessen Anwendung auf der Prozesslandkarte. Viel mehr ist aber auch die Betrachtung formaler Kriterien notwendig, um ein allumfassendes Bild zu erhalten. Basierend auf den Erkenntnissen aus Fachgesprächen und Vorlesungen im Bachelor-Studium werden folgende Indikatoren zur Bewertung der Prozesse berücksichtigt:

- Planungsdauer
- Planungsrhythmus/-intervall
- Informationsfluss
- Automatisierungsgrad
- Prozessstabilität
- Fehleranfälligkeit
- Vitalität
- Effizienz
- Effektivität
- Komplexität
- Entropiereduktion

Nachfolgend ist jeweils eine kurze Beschreibung der Kriterien aufgeführt.

#### **Planungsdauer**

Zeiteinheiten, die für die Planung eines Planungsintervalls benötigt werden.

#### **Planungsrhythmus/-intervall (in Zeiteinheit/Takt)**

Zeiteinheiten zwischen den einzelnen Planungszyklen. Diese können in Zeiteinheiten oder aber auch Takteinheiten angegeben werden. In der Regel stimmen Planungsrhythmus und Takt überein. Bei einem sehr kurzen Takt jedoch kann ein Planungsrhythmus auch mehrere Taktintervalle beinhalten.

#### **Informationsfluss**

Durchsatz an Informationen in einem festgelegten Zeitintervall innerhalb des gesamten Systems.

#### **Automatisierungsgrad**

Grad an automatisierten Prozessen. Automatisierte Prozesse in Prozent aller Prozesse. Diese Abstraktion ist eine vereinfachte Wahrnehmung der Realität und ermöglicht die bessere Quantifizierung dieser Kenngrösse. Je nach System und Unternehmung kann der Automatisierungsgrad aus verschiedensten Sub-Kennzahlen bestehen. (Stauffacher, 2019)

### Prozessstabilität

Prozessstabilität setzt sich in der Regel aus verschiedenen Faktoren zusammen. Der Einfachheit halber und zur besseren Quantifizierbarkeit werden hier die Anzahl Ausfallzeiteinheiten (down time) in Prozent aller Arbeitszeiteinheiten gemessen und von 100% abgezogen:

$$1 - \frac{\text{down time}}{\text{total working time}} \quad \text{Beispiel: } 1 - \frac{0.5h}{8h} = 0.9375 = 93.75\% \text{ Prozessstabilität}$$

### Fehleranfälligkeit

Grad an fehlerhaft produzierten Teilen. Fehlerhafte Teile in Prozent aller produzierten Teile während eines bestimmten Zeitintervalls.

### Vitalität

Indikator dafür, wie stark der Prozess effektiv gelebt wird. Das kann gemessen werden in dem beobachtet wird, wie stark und wie oft die Mitarbeitenden von dem Idealprozess abweichen und in einer relativen Grösse quantifiziert werden.

### Effizienz

Zeit, die der Planungsprozess im Verhältnis zum Planungsrhythmus beansprucht. Bsp: Zwei Stunden für den gesamten Planungsprozess gegenüber einem Planungsrhythmus von acht Stunden ergeben 25%.

### Effektivität

Zielerreichung gegenüber gesteckten Zielen. Die Effektivität kann in verschiedenen Bereichen gemessen werden. Sei es im Bereich der Kosten, der Produktivität oder der Umsätze. Um ein Gesamtbild zu erhalten, kann ein Mittelwert über alle möglichen Kennzahlen errechnet oder alle einzelnen betrachtet werden. (Quttineh & Lidestam, 2020)

### Komplexität

Als Kennzahl in einem System kann die Komplexität aus drei verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden: Zeitbezogene, organisatorische und systemische Komplexität. Je Dimension werden statische und dynamische Kenngrößen gesammelt, als Vektoren zusammengefasst und in ein Skalar<sup>4</sup> umgerechnet. Am Ende resultiert daraus eine einzelne Grösse, die die Komplexität im System quantifiziert. (Windt et al., 2008)

### Entropiereduktion

Reduktion der Unordnung im System, was basierend auf der Formel aus der Informationstheorie wie folgt berechnet werden kann:

$$\text{Entropie } [H] = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i = - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2 p_i$$

(Stauffacher, 2020), (Waldburger et al., 2020)

Um den Einfluss der oben beschriebenen Variablen und deren Wichtigkeit im gesamten System zu veranschaulichen, wurde das UWG aus dem vorherigen Abschnitt ergänzt.

---

<sup>4</sup> Eine reelle Zahl, die durch die Angabe eines Zahlenwerts charakterisiert ist.

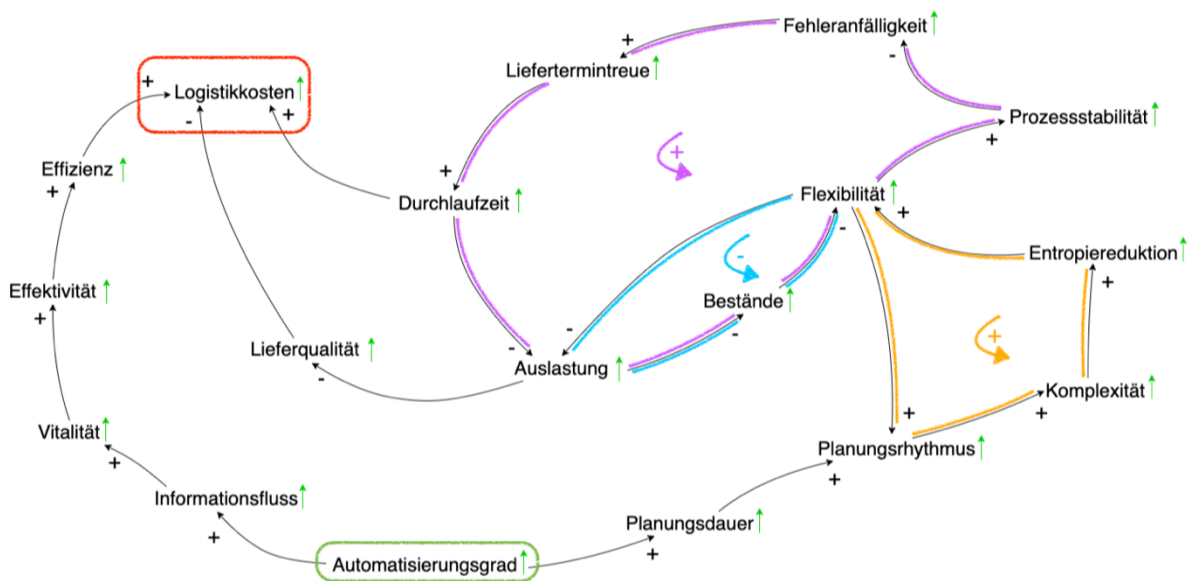


Abbildung 5: Ursache-Wirkungsgefüge alle KPIs

Ergänzend werden den Variablen sogenannte «Rollen» zugeteilt, respektive Klassen übergeordnet, welche die Grössen in ihrer Interaktion definieren. Es handelt sich dabei um:

- Sink-Variabel (passiv, wird beeinflusst, beeinflusst aber nicht)
- Input-Variabel (aktiv, kann verändert werden, um das System zu regulieren)
- Endogene-Variabel (im System: trifft hier auf alle Variablen zu)
- Exogene-Variabel (äusserer Faktor der das System beeinflusst, hier nicht vorhanden)

In Abbildung 5 existieren aufgrund der vorgenommenen Systemabgrenzung lediglich eine Sink-Variabel (Logistikkosten, rot), eine Input-Variabel (Automatisierungsgrad, grün) und endogene Variablen. Äussere Faktoren wurden aufgrund der generischen Betrachtung nicht berücksichtigt und werden erst im konkreten Anwendungsfall zur Empfehlung definiert.

Der Automatisierungsgrad als Input-Variabel bedeutet, dass dies ein sogenannter «Regulator» ist, der frei von der Prozesssteuerung gewählt werden kann. Er wird nicht durch endogene Variablen beeinflusst, sondern beeinflusst sie selbst. Als sogenannten «power node» (treibender Knotenpunkt) fasst der Automatisierungsgrad verschiedene Aspekte zusammen. Diese können von prozentualen Prozessanteilen, die bereits optimiert wurden, bis hin zur Abbildung des Systems in einem digitalen Zwilling reichen. Eine detaillierte Auflistung der Variablen in generischer Form ist insofern nicht möglich, da jedes System sehr stark individualisierte Lösungen im Einsatz hat. Die Logistikkosten hingegen beeinflussen keine der Variablen direkt, sondern sind das Produkt aus dem Zusammenspiel und der Einstellung aller System-Variablen mit- und untereinander.

Wie auch im vorangehenden Ursache-Wirkungsgefüge sind die Variablen zueinander normiert. Soll bedeuten, dass alle aus der Sicht ihrer Optimierung betrachtet werden.

Ein erhöhter Automatisierungsgrad erhöht auch den Informationsfluss und die anschliessend folgende Vitalität im System. Darauf folgend werden Effektivität und Effizienz im Prozess steigen, was sich schlussendlich positiv auf die Logistikkosten auswirkt. Dennoch bedeutet es nicht, dass die Qualität ebenso erhöht wird. Diese kann durch zu starken Fokus auf Kostenreduktion leiden.

Den Automatisierungsgrad zu erhöhen bedeutet aber auch, die Planungsdauer zu reduzieren und den Planungsrythmus zu optimieren. Eine Optimierung des Planungsrythmus ist in

diesem Falle eine Verkürzung des Rhythmus, da dies die Komplexität im System reduziert und via Reduktion von Entropie im System auch die Flexibilität erhöht. Rückwirkend hat die erhöhte Flexibilität einen positiven Einfluss auf den Planungsrhythmus sowie die Prozessstabilität. Doch eine Erhöhung der Prozessstabilität bedeutet auch, dass die Fehleranfälligkeit im System steigt, da die Monotonie in den einzelnen Arbeitsvorgängen wächst. Aus Sicht der optimierten Fehleranfälligkeit (also einer tiefen) jedoch, lassen sich Liefertermintreue und somit auch Durchlaufzeit verbessern. Während die Liefertermintreue erhöht wird, wird die Durchlaufzeit reduziert, was wiederum einen positiven Einfluss auf die Logistikkosten hat.

Aufgrund der negativen Beeinflussung der Auslastung durch die Optimierung der Durchlaufzeit, der Erhöhung der Flexibilität und der Reduktion von Beständen, nimmt auch die Lieferqualität ab. Dieser Qualitätsverlust erhöht wiederum die Logistikkosten, da mehr Retouren angenommen werden und die Kontrollen im Prozess erhöht werden müssen.

Auch spielt die Umwelt eine entscheidende Rolle in einem solchen System (Judge & Douglas, 1998). Aufgrund der vorliegenden Fragestellung und Abgrenzung wird auf eine vertiefte Betrachtung verzichtet.

### **Eine anknüpfende Hypothese**

Aus der Erarbeitung der vorangehenden Ursache-Wirkungsgefügen sowie der Ergänzung durch die aufgeführten KPIs geht eine Hypothese hervor:

«Für triviale Prozesse benötigt es ein Assistenzsystem, wohingegen für vollautomatisierte oder vollständig analog ausgeführte Prozesse keines benötigt wird.»

Wie die weiteren Erkenntnisse dieser Arbeit zeigen werden, gilt es, diese These zu widerrufen. Zum einen liegt der mögliche Einsatz eines Assistenzsystems nicht nur in Abhängigkeit der Komplexität eines Systems und zum anderen profitiert der Mensch von solchen Systemen. Was in der Anwendung in einem vollautomatisierten wie aber auch einem analogen System gegeben sein kann.

Erst wenn eine Unternehmung durch und durch anhand aufeinander abgestimmter Indikatoren gemessen wird, ist eine Beurteilung der Prozesse anhand solcher KPIs möglich und sinnvoll. Vorab gibt es keine Möglichkeit, einen solchen Prozess objektiv zu bewerten. Der Grund darin liegt in den Interessen der verschiedenen Abteilungen innerhalb der Unternehmung. Wird die Logistik beispielsweise hauptsächlich anhand ihrer finanziellen Aufwände gemessen und die Montage anhand ihrer Durchlaufzeit, können die beiden Abteilungen zwangsläufig nie zu 100% am gleichen Strang ziehen. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung der KPIs innerhalb des Unternehmens und entsprechend ein ganzheitliches Bewertungssystem zwingend notwendig.

## 6.2 Prozessreifegrad und Planungsqualität

Im Bereich des Prozessmanagements stellen sich Berater, Entscheidungsträger und aber auch Prozessverantwortliche wiederholt die Frage, was ein gutes Prozessmanagementsystem ist. Dazu hat Naveen Palamoottil in seiner Bachelorarbeit 2019 eine Untersuchung angestellt und aus einer Reihe von Reifegradmodellen zwei evaluiert, die er seinem Industriepartner für die praktische Anwendung vorschlägt. (Palamoottil, 2019)

Für die Analyse des Reifegrades von Prozessen wendet Hubert Wallimann den ProzessManagementAkademie PMA-Reifegrad-Test an, welcher das gesamte Geschäftsmodell untersucht. Zerlegt in seine Einzelteile, sogenannte «Aufgaben-Cluster», werden für die einzelnen Bereiche Leitfragen formuliert. Für diese sind wiederum Indikatoren definiert, welche es zu überprüfen gilt. (Wallimann, 2016)

Aufgrund der sehr breiten Anwendung dieses Modells und der sehr umfangreichen Recherche in seiner Bachelorarbeit, werden die Ergebnisse von Palamoottil berücksichtigt.

In seiner Analyse konnten folgende zehn Reifegradmodelle aus der Literatur gesammelt und aufgeführt werden:

- BPM Maturity Model (BPMMM)
- Process Performance Index (PPI)
- BPR Maturity Model (BPRMM)
- Business Process Maturity Model (BPMM-Fisher)
- Process Management Maturity Assessment (PMMA)
- BPO Maturity Model (BPOMM)
- Process and Enterprise Maturity Model (PEMM)
- Process Maturity Ladder (PML)
- Business Process Maturity Model (BPMM-OMG)
- Business Process Maturity Model (BPMM-Lee)

Eine Beschreibung der jeweiligen Modelle mit ihrem zugehörigen Scoringsystem findet sich in der Arbeit von Palamoottil. Aus der Recherche geht hervor, dass sich die zehn Modelle in zwei Haupt-Cluster einteilen lassen. Eine Gruppe richtet sich an die Prozesssicht des Unternehmens (PMMA, BPOMM, PEMM, PML, BPMM-OMG, BPM-Lee), die andere hingegen mehr auf das Prozessmanagement (BPMMM, PPI, BPRMM, BPMM-Fisher).

Für die Auftraggeberschaft werden lediglich das PPI und das PEMM für die Anwendung empfohlen, da die beiden Reifegradmodelle die einzigen sind, die einen niederschweligen Selbsttest anbieten. Für eine entsprechende Untersuchung und Klassifizierung der Prozesse muss dieses Kriterium gegeben sein. (Palamoottil, 2019) Zur Veranschaulichung sind die beiden Beurteilungsbögen des PPI und des PEMM Modells dieser Arbeit im Anhang angefügt.

Aufgrund der Bewertungskriterien im PPI Modell schliesst sich, dass Prozesse Potential für ein Assistenzsystem haben, die in den folgenden Kriterien rot (PEMM) oder mit zwei oder einem Punkt (PPI) bewertet wurden:

- PPI: 9) Process is the “master” and information systems are the “servants”
- PEMM: Process – Owner – Activities: “largely untrue”
- PEMM: Process – Infrastructure – Information Systems – Activities: “largely untrue”

### 6.3 Prozesslebenszyklus

Angesichts der laufenden Veränderung aller Systeme und deren Umfeld, liegt die Annahme nahe, dass auch Prozesse einem stetigen Wandel ausgesetzt sind. Um sich ihrem Umfeld anzupassen bedarf es immer wieder an Änderungen in allen möglichen Bereichen. Sei es organisatorisch, technologisch oder aus personeller Sicht. Diese Veränderung lässt sich zyklisch darstellen und wird mit Anlehnung an den allgemein bekannten Produktlebenszyklus als Prozesslebenszyklus definiert und hilft einzuschätzen, welchem Trend ein Prozess folgt und in welcher Phase er sich aktuell befindet. Diese Information dient dazu, entsprechende Massnahmen zu planen oder umzusetzen. Mit diesem «Werkzeug» erlangt man eine Aussensicht auf den Prozess nachdem im vorangehenden Abschnitt die Innensicht auf den Prozess diskutiert wurde.

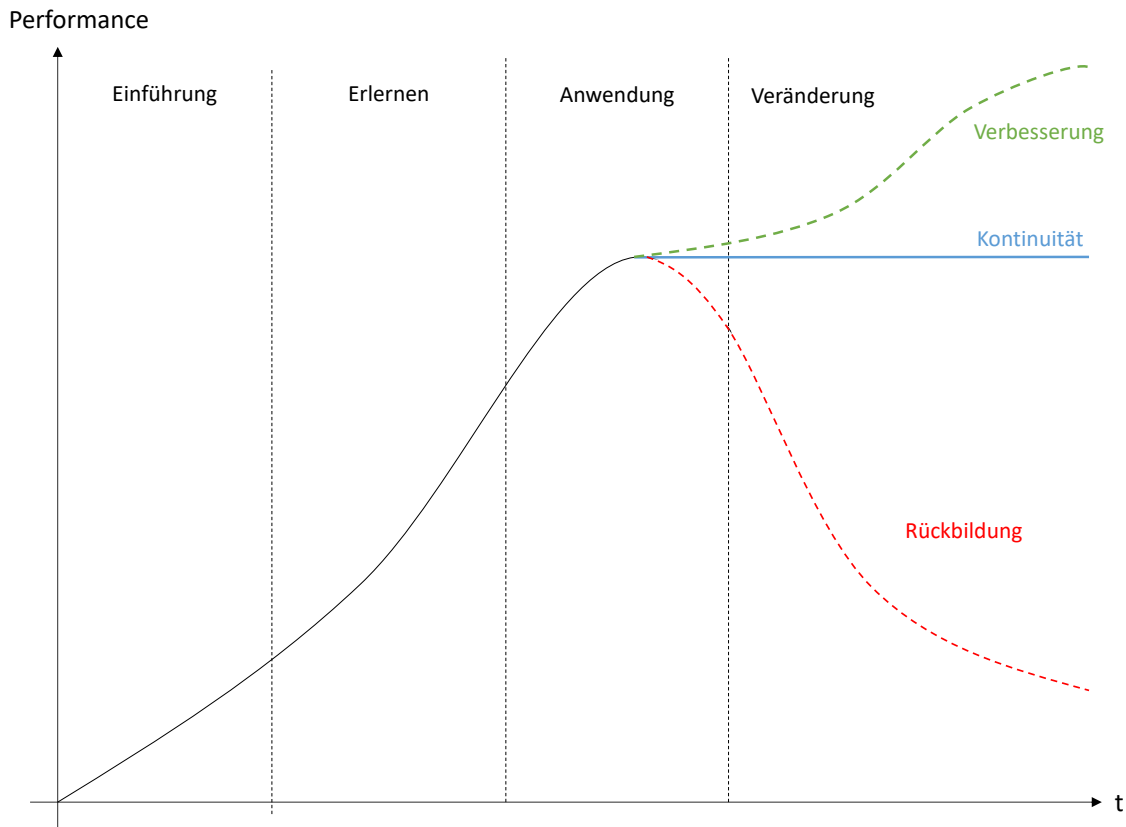


Abbildung 6: Performance-Modell Prozesslebenszyklus

Jeder Prozess wird zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeführt und anschliessend von den involvierten Personen auf ihre Anwendung angepasst erlernt. Nach der Eingewöhnungsphase und mit dem Beherrschen des Prozesses folgt die eigentliche Anwendung unter optimaler Effektivität und Effizienz. Doch Veränderung irgendeiner Art erzwingt früher oder später immer ein Hinterfragen der aktuellen Situation und ihre Auswirkungen auf bestehende Systeme und somit auch deren Prozesse. Von dieser Situation aus betrachtet ergeben sich drei Möglichkeiten: Verbesserung, Kontinuität oder Rückbildung.

Wenn der Prozess durch die aufgetretene Veränderung nicht mehr optimal abläuft, muss er der neuen Situation angepasst werden. Entweder er wird aus Sicht der Performanz verbessert oder zurückgebildet. Verbesserung kann auch durch kontinuierliche Verbesserungsprogramme (kontinuierliche Verbesserungsprozesse KVP) herbeigerufen werden, wobei die Involvierten angehalten sind, in regelmässigen Abständen die aktuellen Prozesse zu hinterfragen und aus ihrer Sicht Verbesserungsvorschläge einzubringen. Diese führen zu einer kontinuierlichen Steigerung der Effizienz und Effektivität innerhalb des Prozesses und führen im Kleinen zu einer stetigen Iteration des Prozesslebenszyklus. Wird ein Prozess hingegen überflüssig durch die beispielsweise Einführung automatisierter Systeme, so kann es auch zur Rückbildung auf ein Minimum von Tätigkeiten kommen bis hin zum vollständigen Verzicht auf den genannten Prozess. Auch eine Rückbildung bringt eine neue Situation hervor, welche eingeführt und neu erlernt werden muss. Somit wiederholt sich auch nach einer Rückbildung der Prozesslebenszyklus von Neuem.

Kontinuität wird nur so lange beibehalten, wie das System im Gleichgewicht funktioniert und keine Veränderungen geschehen, welche die Kontrollwerte der Prozesse ausserhalb ihrer Normwerte bringen und somit entsprechende Handlungen erzwingen.

Eine weitere Darstellung veranschaulicht die fortan iterativen Abläufe im Rahmen des Prozesslebenszyklus.

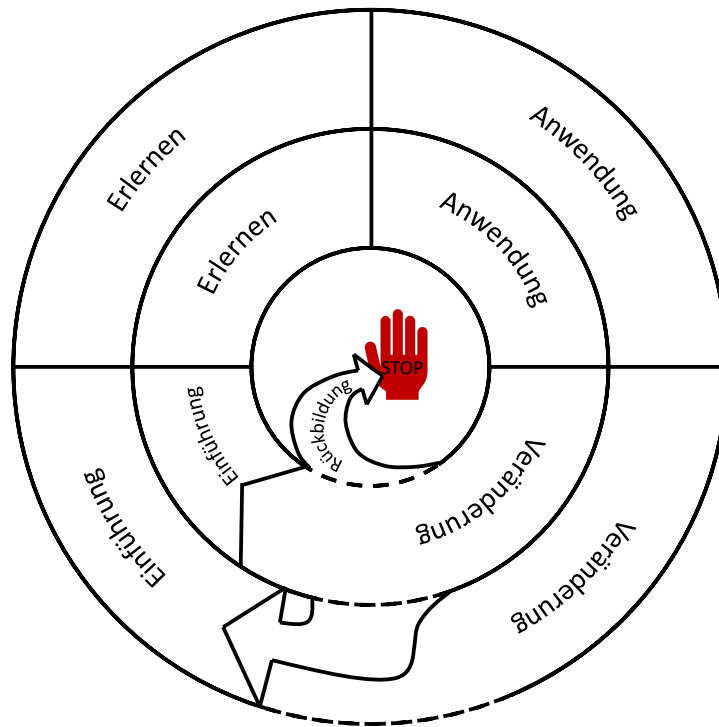


Abbildung 7: Kreismodell Prozesslebenszyklus

Das Kreismodell des Prozesslebenszyklus wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelt und veranschaulicht die iterative Wechselwirkung zwischen Veränderungen, die ein System beeinflussen, und deren Auswirkungen auf den Prozess. Je weiter Aussen im Modell, desto höher die Performance und vice versa bis hin zum Kollaps. Das Modell selbst lehnt sich an die Phasen des in Abbildung 6 beschriebenen Prozesslebenszyklus.

#### 6.4 Optimierungsansätze für den Planungsprozess

Aus dem Prozesslebenszyklus ist zu entnehmen, dass die Prozesse durch Veränderung optimiert werden sollen. «Optimiert» bedeutet in diesem Falle optimal auf das System angepasst, sodass die entscheidenden Überwachungsfaktoren (KPIs) innerhalb der vorgegebenen Normwerte bleiben oder zumindest in Richtung Zielwerte steigen. Grundlagen zur Prozessoptimierung, wie beispielsweise der Ansatz nach Lean Management, werden in dieser Arbeit nicht diskutiert. Dafür wird auf Basisliteratur verwiesen. Sie dient ebenfalls als Anhaltspunkt für die im vorangehenden Abschnitt erwähnten Massnahmen, falls der Trend des Prozesses in eine negative Richtung geht.

Aus der Literatur gehen jedoch zwei spezifische Erkenntnisse zur spezifischen Optimierung von Planungsprozessen hervor. Prof. Dr. Olaf B. Mäder der Hochschule Reutlingen definiert 14 erfolgskritische Faktoren, an denen sich Unternehmen zur Verbesserung ihrer operativen Planung von Prozessen orientieren sollen und Olga Levina beschreibt in ihrer Dissertation den Einfluss von netzwerkbasierter Darstellungen auf die Verständlichkeit eines Prozesses.

### 6.4.1 Erfolgskritische Faktoren zur Planungsprozess-Optimierung

In der nachfolgenden Darstellung sind die 14 Erfolgsfaktoren der operativen Planung nach drei Kategorien geordnet.

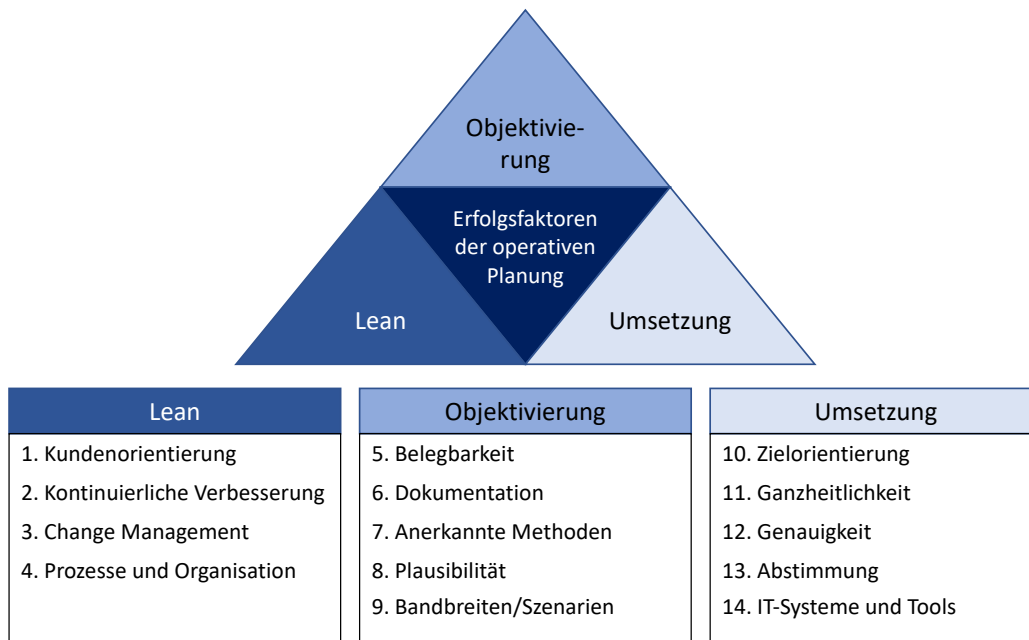


Abbildung 8: Erfolgsfaktoren der operativen Planung (Mäder, 2015, S. 13)

#### Lean

Basierend auf den Grundprinzipien von Lean werden die folgenden vier Faktoren als erfolgskritisch definiert:

1. Kundenorientierung: Konsequente Ausrichtung auf die Informationsinteressen der Entscheidungsträger.
2. Kontinuierliche Verbesserung: Impliziert den permanenten Willen zur Verbesserung und Weiterentwicklung, um den Zielerreichungsgrad zu steigern.
3. Change-Management: Unterstützendes Element, da Wandel von Menschen mehrheitlich als Gefahr wahrgenommen und deshalb abgelehnt wird.
4. Prozesse und Organisation: Ermöglichung der organisatorischen Effektivität durch Schaffung der aufbau- und ablauforganisatorischen Rahmenbedingungen.

#### Objektivierung

Die Objektivierung sichert ein strukturiertes und nachvollziehbares Vorgehen der Unternehmensführung im Umgang mit Dynamik und Unsicherheiten.

5. Belegbarkeit: Entscheide müssen belegbar sein und für jedermann nachvollziehbar dokumentiert werden.
6. Dokumentation: Selbsterklärende Dokumentationen garantieren im Falle einer Übergabe oder (personellen) Veränderung bestmögliche Transparenz und den kleinstmöglichen Informationsverlust.
7. Anerkannte Methoden: Sicherstellung der breiten Anerkennung innerhalb der Unternehmung sowie einfacherem Finden von Fachkräften.

8. Plausibilität: Nachvollziehbarkeit der Planung vereinfacht den Mitarbeitenden damit umzugehen und erhöht die Akzeptanz für Änderungen und Ähnliches.
9. Bandbreiten/Szenarien: «In Varianten denken» bedeutet Eventualplanungen für den Fall des Unvorhergesehenen bereitzuhalten und garantieren, dass sie im Notfall auch umgesetzt werden können.

### Umsetzung

Um in der Umsetzung erfolgreich zu sein muss ein Planungsprozess in das gesamte System der Unternehmensführung eingebunden werden und zwingend auf den strategischen Vorüberlegungen und Zielen aufbauen.

10. Zielorientierung: Vermeidung einer willkürlichen Planung ohne plausible Priorisierung.
11. Ganzheitlichkeit: Ganzheitliche Planung aller relevanten Ebenen und Bereiche.
12. Genauigkeit: Planung erfolgt auf einem der Unternehmung angepassten Detaillierungsgrad, um Informationsfluss und Effizienz sicherzustellen.
13. Abstimmung: Einpassung in gesamte Planungsvorhaben der Unternehmung, zur Sicherstellung einer reibungslosen Gesamtplanung (Abstimmung mit Verkauf, Supply Chain, etc.).
14. IT-Systeme und Tools: Einsatz adäquater IT-Systeme und Tools zur Sicherstellung der effizienten Umsetzung des Planungsprozesses.

(Mäder, 2015)

Jeder Planungsprozess kann entsprechend seiner Umgebung nach diesen 14 Erfolgsfaktoren geprüft und angepasst werden. Aus dem Prozesslebenszyklus entnehmen wir, dass die Veränderung zu Handlungsbedarf führt. Dieser kann durch die Untersuchung der hier aufgeführten Faktoren konkretisiert und gezielt optimiert werden.

#### 6.4.2 Netzwerkbasierte Prozessdarstellungen

In ihrer Dissertation hat Olga Levina unter anderem untersucht, welchen Einfluss die netzwerkbasierte Darstellung von Prozessen bezüglich der Prozessanalyse hat. In einem Laborexperiment mit 14 Probanden hat sie den Teilnehmern je eine BPMN-Darstellung (Business Process Model & Notation, oder stellenorientiertes Ablaufdiagramm SAD) und eine netzwerkbasierte Darstellung desselben Prozesses vorgelegt. Die Auswertung hat ergeben, dass sich die Probanden mit der netzwerkbasierten Darstellung weniger vertraut fühlten und deshalb nicht von ihrer Ersteinschätzung überzeugt waren. Genau diese Darstellung wurde aber bei der anschließenden Studie mit einer viel höheren Trefferquote interpretiert als sie bei der Betrachtung von altbekannten Ablaufdiagrammen (SADs) erzielt wurde. (Olga Levina, 2012)

Basierend auf dieser Erkenntnis soll der Prozess netzwerkbasiert abstrahiert und mit den Mitarbeitenden besprochen werden, sodass sie sich an die Darstellung gewöhnen und neue Prozesse oder Änderungen am Prozess rasch erfasst und richtig interpretiert werden.

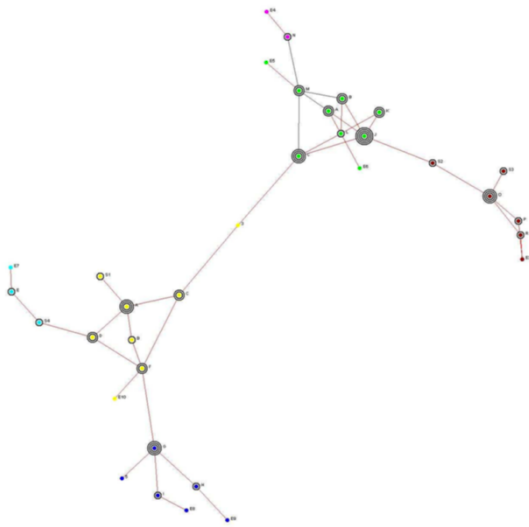


Abbildung 10: Netzwerkbasierte Darstellung (Olga Levina, 2012)

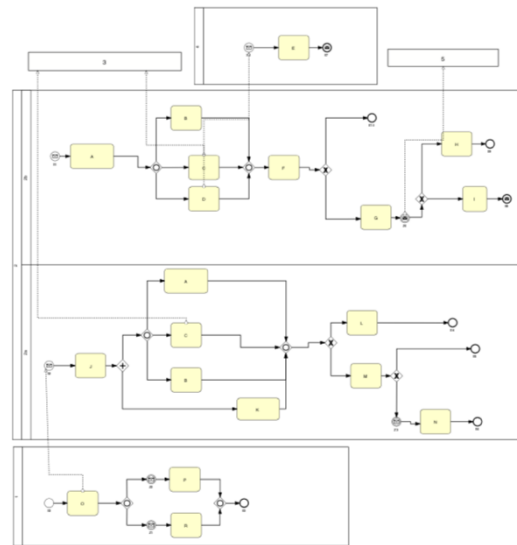


Abbildung 9: BPMN-Darstellung, SAD (Olga Levina, 2012)

Die netzwerkbasierte Darstellung (Abbildung 10) zeigt die verschiedenen Interaktionen zwischen den verschiedenen Stakeholdern (Anspruchsgruppen) innerhalb des Prozesses. Jeder Punkt steht für eine entsprechende Abteilung oder Anspruchsgruppe (je nach Notation der Darstellung). Ein Beispiel für den Fall Fraisa SA findet sich im nächsten Unterkapitel.

Abbildung 9 zeigt ein SAD, das in sogenannte Schwimmbahnen unterteilt ist. Jede Schwimmbahn steht für eine Abteilung oder eine Anspruchsgruppe und beinhaltet die jeweiligen Tätigkeiten und Entscheide, die von ihr ausgeübt und getroffen werden.

Beide Darstellungen zeigen Schnittstellen zwischen den einzelnen Stakeholdern gut auf (im Beispiel «netzwerkbasiert» da wo die Farbgebung wechselt, im SAD bei Übertritten in eine andere Schwimmbahn) (Mendling et al., 2007). Dennoch bieten beide Darstellungen ihre Vorteile. Entscheidungen sind im SAD eindeutig besser zu erkennen und eine gewisse Chronologie ist durch den Aufbau des Diagramms von Beginn an gegeben. Im netzwerkbasierten Diagramm sind Vernetzungen unter den Stakeholdern sofort ersichtlich und sogenannte «Bottlenecks» (Flaschenhälse)<sup>5</sup> einfach zu eruieren.

#### 6.4.3 Beispielprozess Fraisa SA

Zur Veranschaulichung der genannten Beispiele sind nachstehend ein stellenorientiertes Ablaufdiagramm sowie eine netzwerkbasierte Darstellung des Planungsprozesses bei Fraisa SA (der Industriepartnerin des SRS-4-MSE Projekts) abgebildet. Der Einfachheit halber ist der Prozess stark vereinfacht und auf nur drei Anspruchsgruppen reduziert dargestellt. Die Aufgaben innerhalb der einzelnen Klassen/Schwimmbahnen teilen sich je nach dem noch auf mehrere Personen auf.

<sup>5</sup> «Bottleneck» oder zu Deutsch «Flaschenhals» wird eine Stelle in einem Prozess genannt an der sehr viele Informationen oder Teile zusammenkommen und es aufgrund der «Verengung» des Informations-/Materialflusses zu Verzögerungen kommen kann.

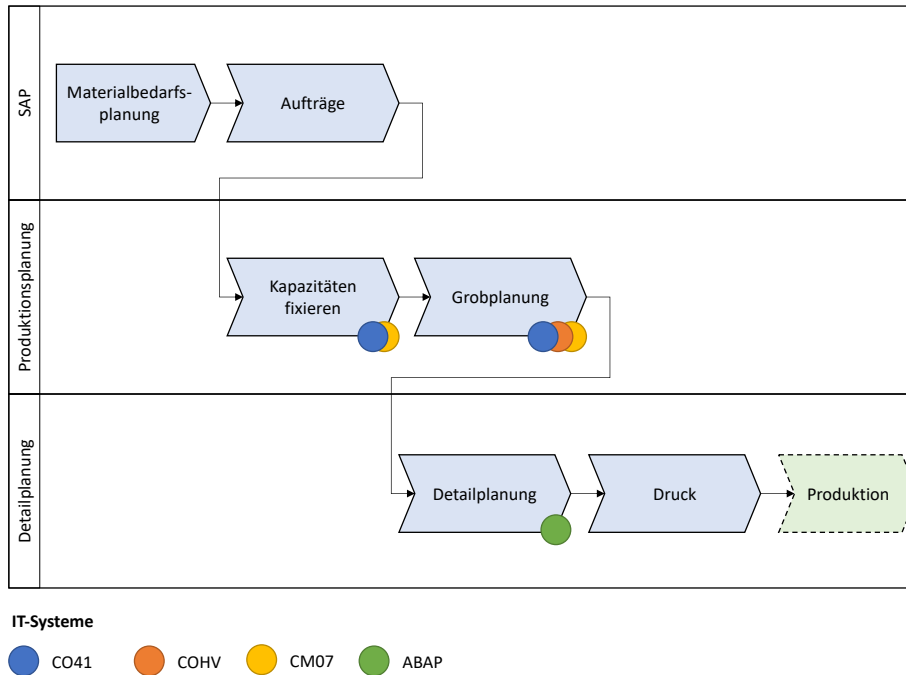


Abbildung 11: Stellenorientiertes Ablaufdiagramm SAD für Fraisa SA

Nachdem das SAP die Materialbedarfsplanung basierend auf der aktuellen Auftragslage errechnet, werden die neuen Aufträge in das System eingepflegt. Im Anschluss werden für die kommende Woche Kapazitäten (Maschinenstunden) geplant und fixiert, sodass die Detailplanung im Anschluss an die Grobplanung die Feinverteilung vornehmen kann. In der Grobplanung werden die Aufträge auf einzelne Maschinengruppen und allenfalls Auftragsarten verteilt, wonach die Detailplaner die Aufträge auf die einzelnen Ressourcen (Maschinen) verteilen und akribisch genau verplanen. Aufgrund des Einschichtbetriebs im Unternehmen wird die Planung täglich aktualisiert und für den Folgetag gedruckt und allen Betroffenen zugänglich gemacht.

Gleicher Ablauf gilt auch für das nachfolgende netzwerkbasierte Diagramm.

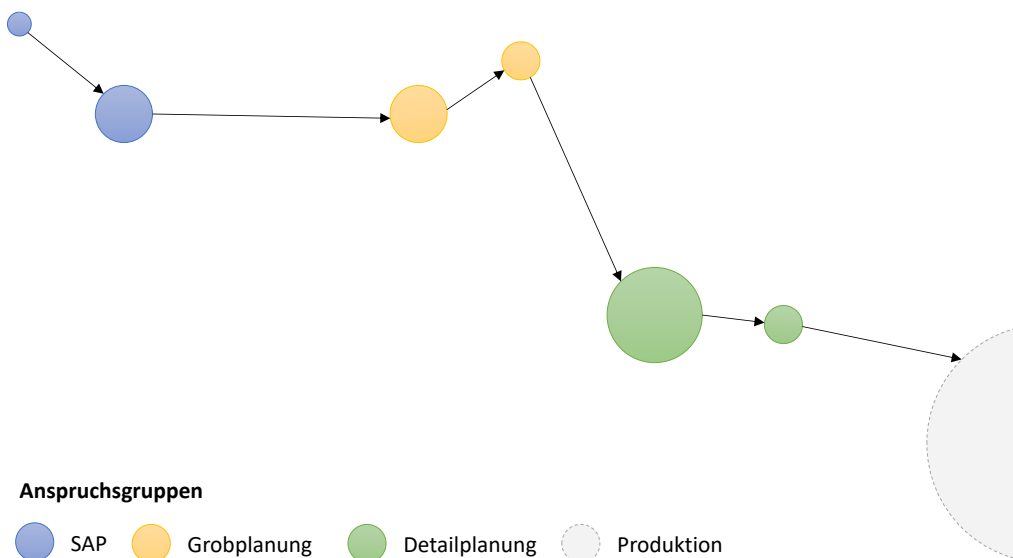


Abbildung 12: Netzwerkbasierendes Diagramm Fraisa SAP

Aufgrund der starken Vereinfachung des Prozesses lassen sich die Feinheiten dieser Darstellungsart nur schwer erkennen. Unterschiedliche Farben bedeuten unterschiedliche Anspruchsgruppen (blau SAP, gelb Grobplanung, grün Detailplanung und grau Produktion).

Weiter könnte die Grafik mit Informationen zur Systemanwendung ergänzt werden (ein Ring um einen Punkt bedeutet System X, zwei Ringe bedeuten System Y, etc.). Der Ersteller hat die freie Wahl, das Diagramm nach seinem Belieben zu erweitern und zu ergänzen. Solange die Grafik mit einer entsprechenden Legende und nachvollziehbarer Notation geteilt wird, ist die Lesbarkeit für alle Empfänger sichergestellt.

### 6.5 Zusammenfassung Literaturrecherche

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Suchstrategie und ihrer Resultate der angestellten Literaturrecherche.

Suchbegriffe & Suchstrategie (Boolescher Operator)	Datenbank	Resultate	Benutzt	Suche
definition good production planning process	Web of Science	98	0	1900 - 2020
Redefined by: TOPIC: process design	Web of Science	41	1	1900 - 2020
definition AND good AND production AND planning AND process	Scopus	168	0	1977 - 2020
TITLE-ABS-KEY ( definition AND good AND production AND planning AND process ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTSRCTITLE , "International Journal Of Production Research" ) OR LIMIT-TO ( EXACTSRCTITLE , "Procedia Engineering" ) OR LIMIT-TO ( EXACTSRCTITLE , "Journal Of Cleaner Production" ) )	Scopus	9	0	1977 - 2020
definition good production planning process	google scholar	62'800	1	1950 - 2020
planning process design production rating	Web of Science	517	2	1900 - 2020
Refined by: TOPIC: heuristic	Web of Science	19	2	1900 - 2020
planning AND process AND design AND production AND rating	Scopus	39	0	1976 - 2020
Refined by: heuristic	Scopus	3	0	1976 - 2020
TITLE-ABS-KEY ( planning AND process AND quality AND lead AND time AND delivery AND reliability )	Scopus	5	1	2000 - 2018
Refined by: heuristic	Scopus	0	0	
definition good planning process	Web of Science	975	0	1991 - 2020
Refined by: TOPIC: rating	Web of Science	79	0	1993 - 2020
TITLE-ABS-KEY ( definition AND good AND process ) AND ( ( ( planning ) ) AND ( comparison ) ) AND ( heuristic )	Scopus	45	0	1994 - 2020
What makes a good process	google scholar	1'290'000	1	1950 - 2020
what makes a good planning process in production	google scholar	462'000	1	1950 - 2020
what makes a good planning process in manufacturing	google scholar	462'000	1	1950 - 2020
TITLE-ABS-KEY ( definition AND good AND process AND design ) AND ( ( planning ) ) AND ( manufacturing )	Scopus	176	0	1977 - 2020

Refined by: scheduling	Scopus	22	1	1995 - 2020
definition good process design	Web of Science	2'626	1	1993 - 2020
Planning AND Process AND Lifecycle	Scopus	1'464	0	1986 - 2020
Planning Process Lifecycle	Web of Science	820	0	1991 - 2020
Types of processes	Scopus	888'048	3	1905 - 2020

Tabelle 2: Zusammenfassung Literaturrecherche «Prozesse»

Eine Zusammenfassung der gewählten Literatur in tabellarischer Form findet sich im Anhang.

## 6.6 Zwischenfazit Planungsprozess

Per Definition dieser Projektarbeit ist ein Planungsprozess: «Ein ganzheitlicher Prozess zur Planung der Produktionsprozesse nach bestmöglicher Abstimmung aller gemessenen Bewertungskriterien.» Dennoch ist eine klare Abgrenzung des betrachteten Systems von grösster Wichtigkeit. Mithilfe verschiedener Darstellungsformen wie Prozessmodellen und Prozesslandkarten kann die Systemgrenze über alle Hierarchiestufen hinweg gezogen werden.

Um zu beurteilen ob ein Planungsprozess ein guter Prozess ist, bedarf es verschiedener Betrachtungswinkel. Eine Innensicht liefert die Betrachtung und Beurteilung verschiedener KPIs. Diese sollen über die Systemgrenzen hinaus auf das gesamte Unternehmen angepasst sein, sodass eine gesamtheitliche Quantifizierung überhaupt aussagekräftig ist. Dennoch können sie im Zielkonflikt zueinanderstehen. Eine entsprechende Gewichtung hilft, die anzustrebenden Optima zu definieren. Ergebnis ist eine übersichtliche, quantitative Einschätzung der Ist-Situation im Prozess. Ein weiteres Werkzeug für eine interne, qualitative Beurteilung des Prozesses liefert der Ansatz der Prozessreifegradmodelle und der Planungsqualität.

Eine Aussensicht hingegen liefert die Einstufung, welcher Trend der Prozess verfolgt, mithilfe des Prozesslebenszyklus. Dank diesem Modell kann evaluiert werden, ob Optimierungsmassnahmen notwendig sind oder nicht. Welche Art von Massnahmen das wären, kann aufgrund der aktuellen Phase, in der sich der Prozess befindet, abgeleitet werden.

Durch die nähere Untersuchung des Prozesses nach den 14 Erfolgsfaktoren von Mäder können die kritischen Felder genauestens diagnostiziert werden, in denen Handlungsbedarf besteht. Dennoch darf die Wichtigkeit der grafischen Darstellungsform zur Vermittlung des Prozesses nicht unterschätzt werden. Netzwerkbasierte Diagramme helfen dem Menschen im Unterbewusstsein die Prozesse auf eine andere Art und Weise zu verstehen und besser zu verinnerlichen.

## 7 Assistenzsystem

Assistenzsysteme haben per se die Funktion, dem Menschen in irgendeiner Art und Weise zu assistieren. Sie umfassen alle Arten von Informationen, die einen Anwender beim Gebrauch eines Produktes unterstützen. Dabei gibt es verschiedenste Anwendungsmöglichkeiten und System- sowie Umsetzungsziele, die mit dem Einsatz eines solchen Systems abgedeckt werden. So kann das Stützrad am Fahrrad, das einem Kind zum sicheren Erlernen des Fahrradfahrens verhilft, als Assistenzsystem betrachtet werden, wie die Software in einem Flugzeug, die dem Piloten aktuelle Wetterdaten liefert, um mögliche Unwetter zu umfliegen. In der vorliegenden Projektarbeit liegt der Fokus jedoch auf neuen Technologien aus dem Bereich der Informations Technik IT. Die bekannteste Rubrik unter ihnen bildet die Künstliche Intelligenz KI. Dabei handelt es sich um eine Software, die in der Lage ist, eine Aufgabe zu lösen und dabei zu lernen, ohne dass der Lösungsweg vom Menschen programmiert werden muss (Wäfler, 2020).

Künstliche Intelligenz lässt sich hauptsächlich in Neuronale Netzwerke<sup>6</sup> und Reinforcement Learning unterteilen. Neuronale Netzwerke werden trainiert (Wäfler, 2020). Dabei unterscheiden wir zwischen Supervised Learning und Unsupervised Learning. Ersteres bedeutet, dass der Mensch dem System sogenannte «gelabelte» Daten zur Verfügung stellt. Soll heissen, dass bereits vor der Berechnung durch den Algorithmus bekannt ist, was das Ergebnis sein soll. Dabei kann evaluiert werden, wie gut ein Programm funktioniert. Ein einfaches Beispiel liefert dabei die Bilderkennung: Wird ein Neuronales Netzwerk mit einem Datensatz von beispielsweise 1'000 Bildern mit einem Apfel und 1'000 Bildern mit einer Banane darauf trainiert Äpfel zu erkennen, soll auf dem Trainingsdatensatz eine möglichst hohe Trefferquote erzielt werden. Daraufhin werden sogenannte Testdaten zur Evaluation der Performance des Algorithmus ausgewertet und das Programm kann anhand verschiedener Veränderungen von Parametern optimiert werden. Nur dank des bereits bekannten Labels des einzelnen Bildes (Apfel oder Banane), ist eine entsprechende Vorgehensweise erst möglich. Unsupervised Learning hingegen bedeutet, dass das System keine «gelabelten» Daten erhält und Strukturen darin entdecken soll. Dabei können sogenannte Klassifizierungen vorgenommen oder Cluster gebildet werden.

Reinforcement Learning beruht auf einem Prinzip, wobei das «Verhalten» des Algorithmus nicht von einem auslösenden Reiz abhängt, sondern durch die Auswirkungen dieser Reaktion gesteuert werden. Soll heissen, dass dem System lediglich ein Ziel vorgegeben wird. Dieses führt willkürlich Aktionen aus, bis es das Ziel erfüllt und einen sogenannten «Reward» (eine Belohnung) erhält (Grabner, 2020). Ein Roboter beispielsweise, der auf diese Art und Weise erlernt eine Treppe zu erklimmen, wird davorgestellt und macht zufällige Bewegungen. Er klimmt er zufällig einen Tritt, werden die Wahrscheinlichkeiten erhöht, dass diese Bewegungsabläufe wiederholt werden. «Auf diese Art und Weise lernt der Roboter selbständig, sich zielorientierter zu verhalten. Neuronale Netzwerke und Reinforcement Learning können auch kombiniert werden.» (Wäfler, 2020, S. 7)

Aufgrund der Vielfalt an Anwendungsmöglichkeiten von solchen Systemen, kategorisiert sie Wäfler (2020) nach folgenden neuen technologischen Funktionen: Entscheidungsunterstützungssysteme, Autonome Systeme, Vernetzte Autonome Systeme und Gott Perspektive.

---

<sup>6</sup> Ein Neuronales Netzwerk besteht aus einem Input, verschiedenen Schichten (Layern) an Neuronen die durch sogenannte Gewichte (eine Zahl, die mit dem Lernprozess bestimmt wird) verbunden sind und einem Output (Specker & Bachler, 2018).

## Entscheidungsunterstützungssysteme

Von Systemen dieser Art erhofft man sich, dass sie Regeln aufgrund von Daten selber erkennen und nicht mehr von explizitem<sup>7</sup> Wissen des Menschen abhängig sind. Folge dessen baut die KI selbst implizites Wissen auf, das sie dem Menschen nicht mehr einfach kommunizieren kann. (Wäfler, 2020)

## Autonome Systeme

«Ein System ist dann autonom, wenn es ohne menschliches Zutun und ohne eine detaillierte Programmierung für eine Situation ein vorgegebenes Ziel selbständig und an seine Situation angepasst erreichen kann.» (Wäfler, 2020, S. 8) Ein autonomes System kann daher Entscheidungen treffen, auch wenn es selbst nicht dahingehend programmiert wurde.

## Vernetzte Autonome Systeme

Werden autonome Systeme zusätzlich mit Kommunikationsfähigkeiten ausgestattet, können sich vernetzt agierende autonome Systeme bilden. Das bedeutet, dass Systeme auch von den Erfahrungen anderer Systeme lernen können, ohne dabei die Erfahrung selbst gemacht zu haben. Beispielsweise kann ein selbstfahrendes Auto eine Route kennen, ohne sie selbst je gefahren zu sein. (Wäfler, 2020)

## Gott Perspektive

Von der Gott Perspektive ist die Rede, wenn ein digitalisiertes System einen besseren Überblick haben kann, als es dem Menschen möglich ist. Ein genanntes Beispiel liefert das Rail Control System RCS der Schweizerischen Bundesbahn SBB, das mit einer enormen Rechenleistung täglich rund 11'000 Züge überwacht und Prognosen errechnet. (Wäfler, 2020)

Menschen sind in der Lage, alle oben genannten Fähigkeiten (bis auf die «Gott Perspektive») auch abzudecken. Sie agieren autonom, sie sind lernfähig, sie sind in der Lage als Individuen aber auch als soziale Systeme zu kollaborieren und so weiter. Dennoch sind Stand heute der KI eine viel höhere Rechenleistung zuzuschreiben als dem Menschen. Gegenüber der KI ist der Mensch jedoch in der Lage, verschiedenste Zusammenhänge zu sehen und abzuleiten, welche die KI (ohne entsprechende Programmierung) aktuell nicht entdeckt. Weiter kann der Mensch empathisch und situativ angepasst reagieren, wobei die KI lediglich einem vorprogrammierten Muster folgt. Kurz: Der Mensch kann denken. Denken und Rechnen sind demnach nicht dasselbe (Floridi, 2015).

Zwar können autonome Systeme ohne menschliche Intervention Entscheide fällen und sich zielorientiert verhalten, aber ihr gesamtes «Handeln» basiert auf vordefinierten Regeln. Aus diesem Grund ist ihr Einsatz immer beschränkt auf Situationen, über die Informationen in maschinenlesbarer Form zur Verfügung stehen. Da die KI aber kein Kontextwissen zu den entsprechenden Objekten hat, macht sie Fehler. Auch der Mensch macht Fehler, aber meist aus anderen Gründen. Das legt nahe, dass die Kombination von Mensch und Maschine eine Reduktion der allgemeinen Fehlerquoten bewirken kann.

---

<sup>7</sup> Explizites Wissen kann kommuniziert und dokumentiert werden. Implizites Wissen kann nicht einfach sprachlich ausgedrückt werden (beispielsweise das Taktgefühl in der sozialen Kommunikation oder das handwerkliche Fingerspitzengefühl eines Schreinermeisters). (Verhein-Jarren & Acocella, 2020)

## 7.1 Kombination von Mensch und Maschine

In Bezug auf den Menschen kann die Technik auf verschiedene Art und Weise eingesetzt werden. Zum einen zwecks Automatisierung und zum anderen zwecks Informatisierung. Während bei ersterem die menschlichen Anstrengungen erleichtert und die Fähigkeiten ersetzt werden sollen, werden bei zweiterem durch den Einsatz von Technik Informationen für den Menschen und sein Handeln generiert. (Zuboff, 1988)

Schlussendlich geht es aber bei beiden Varianten darum, die Menschliche Effizienz zu steigern, den Menschen effektiver zu machen und die menschliche Fehleranfälligkeit zu überbrücken. Kurz: Die menschliche Leistungsfähigkeit soll erhöht werden, was allgemein als «augmented intelligence» oder «augmented cognition»<sup>8</sup> bezeichnet wird. Um die gewünschte Performance zu erhöhen, muss jedoch die Kommunikation zwischen dem Menschen und der Maschine optimiert werden. (Wäfler, 2020) Sofern der Mensch nicht versteht, weshalb die Maschine eine entsprechende Handlung vorschlägt, Klassifizierung vornimmt oder Information aufbereitet, kann er selbst das Ergebnis der KI nicht evaluieren. Weiter wird er auch nicht in der Lage sein, die Parameter der Maschine so anzupassen, dass die Ergebnisse noch besser werden, geschweige denn, seine eigenen Kompetenzen verbessern und sein Wissen erweitern. Diese «Transparenz» von Entscheidungen oder Ergebnissen der Künstlichen Intelligenz, wird als Explainable Artificial Intelligence XAI (erklärbare künstliche Intelligenz) bezeichnet.

Ein möglicher Weg, wie die Transparenz erhöht und die Kommunikation verbessert werden können, liegt in der Kombination von Mensch und Maschinen. Nach Wäfler (2020) können zwei Formen der Kombination von Mensch und Maschine identifiziert werden, welche nachfolgend beschrieben werden.

### 7.1.1 Interaktive Systeme: Gegenseitiges Lernen

Erweiternd zu der Forderung nach erklärbarer Künstlicher Intelligenz, steht die Forderung nach Systemen, in denen dem Menschen nicht nur transparent Informationen zur Verfügung gestellt werden, sondern in denen Mensch und Maschine interaktiv zusammenarbeiten.

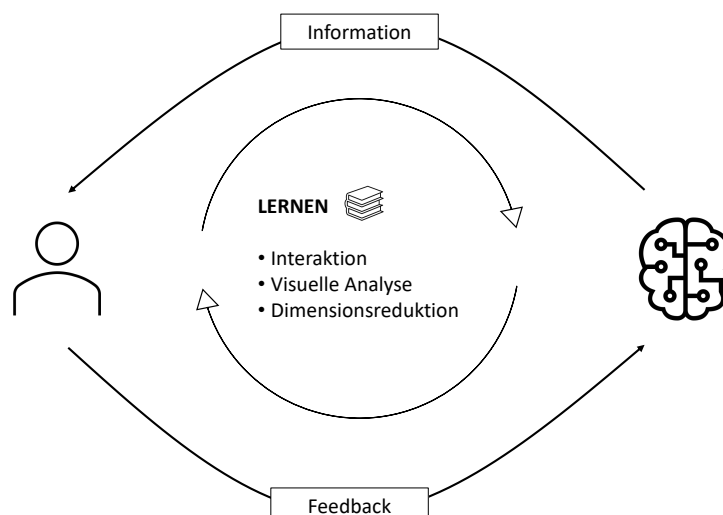


Abbildung 13: Interaktive Systeme I

<sup>8</sup> Augmented intelligence steht für erweiterte Intelligenz, was auf die Unterstützung der Künstlichen Intelligenz abzielt. Der Begriff augmented cognition umschreibt die Erweiterung der kognitiven Fähigkeiten des Menschen durch den Einsatz neuer Technologien.

Die obige Abbildung illustriert das erste interaktive System nach Wäfler (2020). Während in einem «primitiven» System die KI lediglich vom Menschen mit Regeln versehen wird und entsprechend Informationen ausgibt, erhält hier die KI laufend Feedback. Dabei werden die Entscheidungsmodelle der KI kontinuierlich besser und der interagierende Mensch baut zugleich sein Verständnis zum Vorgehen der Technologie aus. Für beide Parteien entsteht ein Gewinn und die Gesamtpformance wird sich spürbar verbessern.

Konkrete Möglichkeiten, wie das zu erreichen ist, werden von Wittpahl (2019) beschrieben. Er unterscheidet zwischen (1) Interaktivem Lernen (Interaktion), wobei der Mensch die Modellbildung vor oder nach der Lernphase beeinflussen kann, (2) Visuelle Analyse, wobei grosse Datenmengen von der KI für den Menschen gut lesbar visualisiert werden und er ihr zeigen kann, welche Merkmale höher priorisiert oder weniger priorisiert werden sollen, und (3) die Dimensionsreduktion, bei der der Mensch die Parameter reduziert, welche die KI identifiziert hat. Dabei sollen diese in menschlicher Sprache beschreibbar sein. (Wittpahl, 2019), (Wäfler, 2020)

Eine weitere Form, wie Mensch und Maschine interaktiv Zusammenarbeiten und voneinander lernen können ist nachfolgend illustriert.

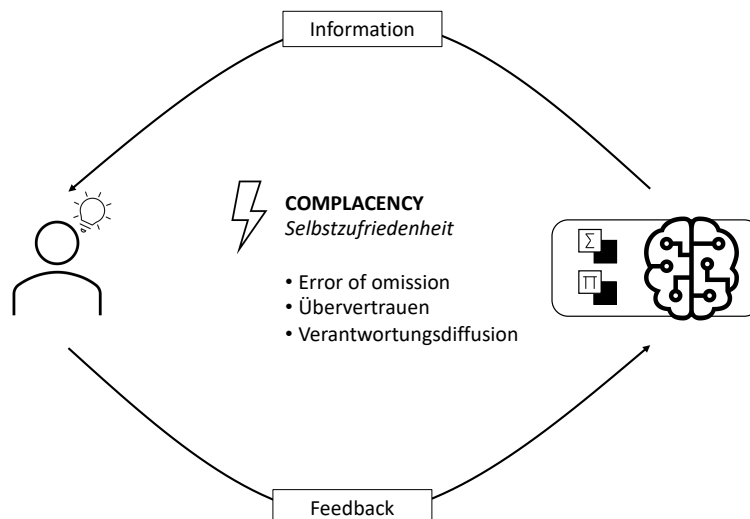


Abbildung 14: Interaktive Systeme II

Black Box Methoden, welche die KI anwendet, sollen symbolisch mit sogenannten White Box Methoden (also transparente, nachvollziehbare Methoden) kombiniert werden. Dabei kann eine kooperative Entscheidungsfindung gefördert und die Transparenz der Technologie gegenüber dem Menschen erhöht werden. (Wäfler, 2020)

Wittpahl (2019) weist darauf hin, dass eine erfolgreiche interaktive Zusammenarbeit zwischen KI und Menschen bedingt, dass der Mensch der KI vertraut. Vertrauen bedeutet in diesem Falle aber nicht «blind sein», sondern nachvollziehen zu können, wie die KI zu einem Entschluss oder einer Lösung kommt. Auch hier ist das Stichwort «Explainable Artificial Intelligence». (Wittpahl, 2019)

Wenn Entscheidungen von Assistenzsystemen angenommen werden, ohne diese zu prüfen oder zu hinterfragen, spricht man von «Complacency» (Selbstzufriedenheit). Wäfler (2020) listet dafür drei mögliche Ursachen: (1) Error of omission (Unterlassungsfehler), also die Unterlassung der eigenen Suche nach Informationen, weil das Resultat der KI als Ersatz für die eigene Recherche verwendet wird, (2) Übervertrauen in das System, welches als «Alleskönner» und fehlerfrei angesehen wird und (3) die «... Verantwortungsdiffusion, die entstehen

kann, wenn der Entscheidungsprozess mit einer automatisierten Unterstützung geteilt wird.» (Wäfler, 2020)

### 7.1.2 Kollaborative Systeme: Mensch-Maschine-Teaming

Unterschiede zwischen Mensch und Maschine gibt es viele. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Maschine eine enorme Rechenleistung vollbringen kann, wobei der Mensch das «Denken» für sich beansprucht. Aus diesem Grunde legt der kollaborative Ansatz den Fokus weniger auf die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, sondern auf das synergetische Zusammenwirken. Nachfolgend ist die Grundidee des kollaborativen Systems illustriert.

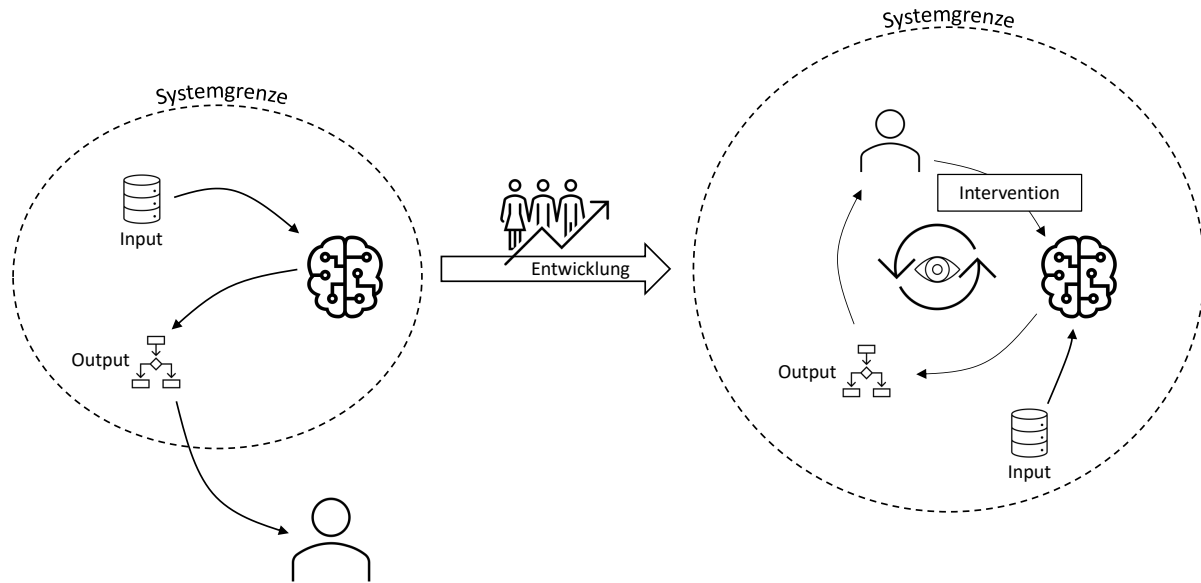


Abbildung 15: Kollaborative Systeme

Herkömmliche Methoden (links im Bild), beschreiben in der Regel Anforderungen und technische Funktionen, wobei der Mensch zwar als Akteur dabei, aber ausserhalb der Systemgrenze ist. Durch die Entwicklung im kognitiven Bereich der künstlichen Intelligenz sowie der zunehmend weniger statischen Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Maschine, werden diese Methoden angepasst.

Bevor mit der Gestaltung des Systems begonnen wird, ist es wichtig, den Zweck des Mensch-Maschine Systems (Human-Autonomy Teamings HAT) zu verstehen und zu beschreiben. Dazu kann nach der Methode vorgegangen werden, die von Schulte und Donath (2018) entwickelt wurde. In Schritt 1 werden der Arbeitsprozess, die Arbeitsumgebung, der gewünschte Output und das Arbeitsobjekt beschrieben. In Schritt 2 folgt eine Beschreibung des Arbeitssystems (Menschen und Werkzeuge), wobei dem Menschen und den Werkzeugen elementare Rollen zugeordnet werden und der Mensch die Maschine immer dominiert. Im Schritt 3 wird Autonomie in das System eingeführt und die Rollen und Beziehungen zwischen Mensch und Maschine zugeteilt. (Ahram & Karwowski, 2018)

Da reine Überwachung automatisierter Prozesse zu monoton, ermüdend und «ent-skilling»<sup>9</sup> ist, soll der Mensch die Möglichkeit haben in das System einzugreifen (auf der rechten Seite der Abbildung mit «Intervention» gekennzeichnet). Diese Interaktionen verändern den

<sup>9</sup> Verlust von Fähigkeiten (Skills) durch monotone, einseitige Arbeit, wobei die neue Technologie die anspruchsvollen Elemente übernimmt.

Verlauf eines Prozesses und sind ungeplant, schnell zu initialisieren und haben eine Feedback-Funktion. (Wäfler, 2020)

Dennoch bleibt die Frage offen, wie Optionen für Interventionen sichtbar und die daraus resultierenden Konsequenzen verständlich gemacht werden. Weiter ist auch zu klären, wie und wann die Verantwortung in dem Prozess nach der Intervention durch den Menschen wieder zurück an die Maschine geht. Eine der wichtigsten Fragen bleibt aber, wie der Mensch befähigt und motiviert werden soll, die Kontrolle zu übernehmen und zu intervenieren. Diese Überlegungen können nicht generisch getroffen, sondern müssen von Fall zu Fall separat diskutiert, beurteilt und definiert werden. (Wäfler, 2020)

Ein Beispiel für die Begründung, warum der Mensch in den Prozess eingreifen soll und welchen Nutzen er daraus ziehen kann, bieten die nachfolgenden Beispiele.

### 7.1.3 Beispiele Kollaborativer Systeme

Eine allgemeine These besagt, dass der Mensch in Kombination mit einer Maschine bessere Ergebnisse erzielt als das jeweils beste alleine erzielte Ergebnis. So kann der beste Schachspieler der Welt in Kombination mit dem besten Schachcomputer der Welt in Kombination noch besser werden, weil der menschliche Verstand mit der maschinellen Rechenleistung kombiniert wird.

Das Beispiel mit dem Schachspieler ist ein sehr weit verbreitetes hinsichtlich dieser Annahme und Erklärung und veranschaulicht bereits, weshalb der Mensch einen Nutzen aus der kollaborativen Interaktion mit einer neuen Technologie hat. Dennoch basiert die Aussage auf Interviews mit verschiedenen Experten im Rahmen dieser Projektarbeit. Es wurden keine Literaturstellen gefunden, die die obige These (auf Schach bezogen) be- oder widerlegen. Aus dem Fachbereich der medizinischen Diagnostik hingegen gibt es entsprechende Untersuchungsergebnisse, die belegen, dass die Kooperation von Mensch und Maschine zu akkurateren Diagnoseergebnissen führt, als die jeweils separaten Untersuchungen von Patientendaten durch den Menschen oder die Maschine.

#### **Medizinische Diagnostik**

In der medizinischen Diagnostik wird in verschiedenen Beispielen aufgezeigt, dass die Fehlerquote durch die Kombination von Mensch und Maschine stark verringert werden kann. Ein Beispiel ist die Anwendung von Machine Learning Algorithmen in der Diagnose von kardiovaskulären Erkrankungen, die während einer Dialyse entdeckt werden können. Der Algorithmus alleine hat bereits eine Trefferquote von über 92% auf verschiedenen Datensätzen erzielt. In Kombination mit einer Ärztin oder einem Arzt hingegen kann die Wahrscheinlichkeit zur korrekten Diagnostizierung der Erkrankung (je nach Erfahrung des medizinischen Personals) nahezu gegen 100% gesteigert werden. (Mezzatesta et al., 2019) Eine solch hohe Trefferquote erreicht in der Regel und über einen längeren Betrachtungszeitraum kein Mensch ohne technische Unterstützung.

Ein weiteres Beispiel findet sich in der frühzeitigen Erkennung atherosklerotischer Plaques (auch bekannt als «Verkalkung» arterieller Blutgefäße). Für die Studie wurden 1'121 Patienten über vier Jahre regelmässig einem Computertomogramm CT unterzogen, um Bildmaterial zu sammeln. Der angewendete Algorithmus hat die Bilder mit einer Richtigkeit von  $77 \pm 1.8\%$  klassifiziert. Unter Miteinbezug des medizinischen Fachpersonals kann auch hier eine Korrektheit der Klassifizierung von nahezu 100% erreicht werden. (Kyriacou et al., 2012) Für die Trefferquote des Menschen ohne technische Unterstützung gilt hier dasselbe wie beim oben genannten Beispiel. (Costantino et al., 2013)

Diese Beispiele dienen zur Motivation, weshalb der Mensch mittels Unterstützung und dem richtigen Einsatz einer KI seine Performance steigern kann. Auch hat es Beispiele gegeben, bei denen der Mensch bessere Ergebnisse erzielte als die KI und umgekehrt. Diese Ergebnisse hängen mit der Art und Weise der jeweiligen Bilder zusammen, was in der vorliegenden Arbeit aber nicht weiter diskutiert oder vertieft wird.

## 7.2 Die Rolle des Menschen

Fähigkeiten werden durch Taten angeeignet und erlernt. Das bedeutet, wenn das Training fehlt, etwas zu tun, gehen auch entsprechende Fähigkeiten verloren. Dieser Umstand lässt sich auf alle möglichen Fähigkeiten und Berufsbilder adaptieren. So auch auf Denkprozesse und Planungsberufe. Wird in einem System eine neue Technologie eingeführt, die in Form eines Assistenzsystems einzelne Aufgaben oder ganze Prozesse übernimmt, verändert sich zwangsläufig auch das Aufgabenbild der betroffenen Mitarbeitenden. Häufig werden Assistenzsysteme nicht unterstützend, sondern ablösend in ein bestehendes System integriert. Das bedeutet, dass sie in der Regel gesamte Prozesse und Tätigkeiten dem Menschen entziehen und ihn nicht nur darin unterstützen.

Eine essenzielle Rolle für die sinnvolle Anwendung von Assistenzsystemen und deren Ausgestaltung spielen also die aktuelle und die zukünftige Rolle des Menschen im System. Diese Frage muss ebenso klar diskutiert und definiert werden, wie der technische Lösungsansatz und die entsprechende Wahl der verwendeten Technologie (Machine Learning, Neuronale Netzwerke, Reinforcement Learning, etc.).

Eine klare Definition seiner jetzigen Rolle hilft zu verstehen, welche Veränderung die Einführung der neuen Technologie mit sich bringt. Das wiederum liefert wichtige Erkenntnisse für die erfolgreiche Umsetzung entsprechender Projekte aus Sicht des Change-Managements. Doch welche Rollenbilder kann der Mensch nach Einführung eines solchen Systems einnehmen? Hat er lediglich eine ausführende, komplementäre Rolle zum System? Nimmt der Mensch die Rolle des Supervisors ein? Übernimmt er die komplette Entscheidungsverantwortung? Der Mensch kann verschiedene Rollen einnehmen, die die entsprechende Ausgestaltung des Systems stark beeinflussen. Eine abschliessende Liste dazu lässt sich nicht verfassen. Um eine möglichst genaue Definition vorzunehmen, bedarf es an Gesprächen mit allen Beteiligten und einer breiten Analyse der Ausgangslage (siehe KOMPASS-Methode). Eine Sache gilt dennoch für alle möglichen Varianten der Rollenverteilung. Um mit dem System zu interagieren, um zu intervenieren oder um mit den Ergebnissen des Systems zu arbeiten, muss der Mensch verstehen, wie das System funktioniert. Seiner Rolle angepasst, kann das Detailverständnis für das eingesetzte System variieren. Dennoch ist es notwendig, von Anfang an einen entsprechenden Know-how-Aufbau zu planen und anzugehen – sofern nicht bereits vorhanden. Folgendes Beispiel veranschaulicht diesen Umstand:

Ein Autofahrer muss den Prozess des Fahrens verstehen, wenn er eine beispielsweise vollautomatische Notbremsanlage in seinem Fahrzeug einbauen lässt. Das bedeutet, dass er nicht die technische Spezifikation der Anlage und die entsprechend programmierte Software dahinter verstehen muss, sondern dass er weiss, welche Situationen im Strassenverkehr zu welchen Handlungen des Fahrers führen sollen. So auch das Einschätzen des Einflusses von nassen oder verschneiten Strassen auf den Bremsweg des Fahrzeugs oder die höhere Alarmbereitschaft beim Durchfahren eines Quartiers mit vielen spielenden Kindern am Strassenrand. Der Mensch darf sich also nicht einfach auf die Technologie verlassen, sondern behält die Kontrolle über den Prozess des Fahrens und des Einschreitens. Der Automechaniker hingegen benötigt das technische Verständnis darüber, wie die Notbremsanlage funktioniert. Dieser

nimmt aber auch eine ganz andere Rolle ein und wird aus dem betrachteten System ausgegrenzt.

«Solange dem Menschen im Mensch-Maschine-System irgendeine Rolle zugeschrieben wird (z.B. die Übernahme der Verantwortung für Sicherheit und Qualität und/oder die operative Beeinflussung des Prozesses), muss er den Prozess beherrschen können. Dies kann er nur, wenn das System so gestaltet ist, dass sich Mensch und Technik in ihren komplementären Eigenschaften gegenseitig ergänzen.» (Wäfler et al., 1999)

Um ein solches System «richtig» zu gestalten, liefert die sogenannte KOMPASS-Methode eine Hilfestellung. Diese wird im nachfolgenden Abschnitt näher beschrieben.

### 7.3 KOMPASS-Methode

Bereits im zwanzigsten Jahrhundert hat eine enorme Technikentwicklung stattgefunden, welche eine immense Produktivitätssteigerung mit sich brachte. Dabei gibt es nebst sehr vielen Erfolgsgeschichten auch genügend Beispiele gescheiterter Technisierungsprojekte. Nicht nur Beispiele, in denen dem Menschen die Technik komplett entglitt, zeichnen dieses Bild, sondern auch Projekte bei denen schlicht und einfach nicht das gewünschte Ergebnis erzielt wurde.

Diese vielen Beispiele legen nahe, dass für den nachhaltigen Erfolg solcher Projekte gilt: Nicht dass Technik eingesetzt wird ist entscheidend, sondern wie die Technik eingesetzt wird. Kurz gesagt geht es nicht darum Technologien einzusetzen, sondern sie richtig einzusetzen.

Ausgehend von der Annahme, dass Mensch und Maschine (oder hier Mensch und Technik) sich grundsätzlich voneinander unterscheiden, wurde am Institut für Arbeitspsychologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule ETH in Zürich die sogenannte KOMPASS-Methode<sup>10</sup> entwickelt. Sie hilft, die Frage nach dem «richtigen» Technikeinsatz zu beantworten, um die Komplementarität von Mensch und Maschine zu gewährleisten und die Unterschiede in deren Stärken und Schwächen zu vereinen.

Die Methode ist sehr stark auf Automatisierungsprojekte in der Prozessindustrie ausgelegt und kann deshalb für die in dieser Arbeit bearbeitete Problemstellung mitberücksichtigt werden.

KOMPASS bietet normative Gestaltungskriterien auf drei verschiedenen Ebenen. Sie dienen alle dem Erreichen eines spezifischen Zieles, um im Gesamtbild das optimale Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik zu ermöglichen. Ebene 1: Individuelle Arbeitsaufgabe. Durch entsprechende Aufgabengestaltung soll beim Menschen ein Zustand des Interesses und des Engagements für die Aufgabe geschaffen und die Aufgabenorientierung gefördert werden. Ebene 2: Arbeitssystem. Systeme sollen so geschaffen werden, dass es dem Menschen möglich ist, im Prozess auftretende Schwankungen und Störungen zu erkennen und zu bewältigen – ganz nach dem soziotechnischen Systemansatz der Selbstregulation. Ebene 3: Mensch-Maschine-Funktionsteilung. Das angestrebte Gestaltungsziel auf dieser Ebene ist sicherzustellen, dass der Mensch die Kontrolle über den Prozess behält. (Wäfler, 2020), (Wäfler et al., 1999)

Eine detaillierte Herleitung sowie Beschreibung der Ebenen mit ihren Kriterien findet sich bei Wäfler et al. (1999). In den drei folgenden Tabellen ist eine Übersicht der drei Ebenen mit

---

<sup>10</sup> KOMPASS steht für **KOM**plementäre Analyse und Gestaltung von **P**roduktions**A**ufgaben in **S**oziotechnischen Systemen.

ihren jeweiligen Gestaltungsmerkmalen und den dazugehörigen Zielen aufgeführt. Die für diese Arbeit relevanteste Ebene ist die Ebene 3, Mensch-Maschine-Funktionsteilung. Der Vollständigkeit halber werden dennoch alle drei Ebenen aufgeführt. Während der Entwicklung dieser Methode lag der Fokus stark auf Automatisierungsprojekten in einem bestimmten Umfeld. Daher die spezifische Ausprägung der Realisierung mit Bezug auf die Produktion.

**Ebene 1: Individuelle Arbeitsaufgabe**

Gestaltungsmerkmal	Ziel	Realisierung durch...
Ganzheitlichkeit der individuelle Aufgabe	Mitarbeiter, die einen Blick für Zusammenhänge haben	... Aufgaben, die vorbereitende, planende, ausführende, kontrollierende, nachbereitende und störungsbehebende Teilaufgaben beinhalten
Denk- und Planungserfordernisse	Kreative Mitarbeiter, die mitdenken	... Aufgaben, die die Erarbeitung von Lösungen und dabei die Planung von Koordination von Arbeitsschritten und -zielen erfordern
Kommunikationserfordernisse	Mitarbeiter, die ihr Wissen gemeinsam zusammenführen	... Aufgaben, die zwischen den Arbeitenden eine wechselseitige Abstimmung bezüglich der Aufgabenausführung bedingen
Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten	Mitarbeiter, die ihre Fähigkeiten kontinuierlich weiterentwickeln	... Aufgaben, die immer wieder neuartige Herausforderungen stellen und damit die Möglichkeit bieten, berufliche Qualifikationen einzusetzen und weiterzuentwickeln
Anforderungsvielfalt	Flexible Mitarbeiter, mit vielseitigen Kompetenzen	... Aufgaben, die bezüglich Materialien, Produktionstechniken, Kooperation und Vorgehen unterschiedliche Anforderungen stellen
Durchschaubarkeit der Arbeitsabläufe	Mitarbeiter, die vorausschauend handeln	... Aufgaben, die eine Auseinandersetzung mit vor- und nachgelagerten Arbeitsbereichen bedingen
Gestaltbarkeit der Arbeitsbedingungen	Mitarbeiter, die sich Bedingungen für eine effiziente Aufgabenerfüllung schaffen	... Aufgaben, die dem Arbeitenden Mitsprachemöglichkeiten bezüglich der Zuteilung von Aufträgen, der Arbeitszeitplanung, der Festlegung des Arbeitsergebnisses sowie bezüglich organisatorischer Massnahmen bieten
Zeitelastizität	Mitarbeiter, die ihre Arbeitszeit optimal nutzen	... Aufgaben, die die Vorhersehbarkeit und die Beeinflussbarkeit von Beginn und Ende der Bearbeitung von Arbeitsaufträgen bieten und die keinen Zeitdruck verursachen

Tabella 3: KOMPASS Ebene "Individuelle Arbeitsaufgabe" (Wäfler et al., 1999)

**Ebene 2: Arbeitssystem**

Gestaltungsmerkmal	Ziel	Realisierung durch...
Vollständigkeit der Aufgabe	Prozessorientierung	... Arbeitssysteme, die Produkte möglichst vollständig herstellen und viele verschiedene Funktionen ausführen

Unabhängigkeit	Weder Import noch Export von Schwankungen und Störungen	... Arbeitssysteme, die keine Produktionsverzögerungen und Qualitätsabweichungen auf andere Arbeitssysteme übertragen und von anderen Arbeitssystemen übertragen bekommen
Passung von Regulationserfordernissen und -möglichkeiten	Kompetenter Umgang mit Unsicherheiten	... Arbeitssysteme, welche in Abhängigkeit von den produktionsbezogenen Anforderungen angemessene Kooperationsformen haben und anpassen können
Polyvalenz der Mitarbeiter	Gegenseitige Unterstützung, Kompetenz und Flexibilität der Arbeitenden	... Arbeitssysteme, in denen die Mitarbeiter verschiedene der anfallenden Aufgaben ausführen können
Kollektive Autonomie	Gemeinsam getragene Entscheidungen	... Arbeitssysteme, die kollektive Mitsprache- und Entscheidungsmöglichkeiten bieten
Grenzregulation durch den Vorgesetzten	Aktive Koordination mit anderen Stellen	... Arbeitssysteme, in denen sich der Vorgesetzte um die Abstimmung mit anderen Arbeitssystemen und externen Stellen kümmert

Tabella 4: KOMPASS Ebene "Arbeitssystem" (Wäfler et al., 1999)

### Ebene 3: Mensch-Maschine-Funktion

Gestaltungsmerkmal	Ziel	Realisierung durch...
Prozesstransparenz	Mitarbeiter, die die Bearbeitungsprozesse verstehen	Technikgestaltung, die dem Arbeitenden aktive Auseinandersetzung mit dem Bearbeitungsprozess und möglichst vielfältige Rückmeldungen ermöglicht
Dynamische Kopplung	Mitarbeiter, die situationsangepasst handeln	Technikgestaltung, die dem Arbeitenden Wahlmöglichkeiten bezüglich Zeitpunkt, Ort, Vorgehen und erforderlicher Aufmerksamkeit bei der Ausführung einzelner Arbeitsschritte bietet
Informationsautorität	Mitarbeiter, die aktiv Informationen über den Prozess suchen und aufnehmen	Technikgestaltung, die dem Arbeitenden die Möglichkeit bietet, jederzeit Informationen aus dem Prozess abzurufen und Informationsfilter zu verändern
Ausführungsauctorität	Mitarbeiter, die Sicherheit und Produktivität positiv beeinflussen	Technikgestaltung, die es dem Arbeitenden erlaubt, den Prozess aktiv zu beeinflussen und zu steuern
Flexibilität	Mitarbeiter, die trotz Automatisierung Know-how entwickeln	Technikgestaltung, die dem Arbeitenden die Wahl der Zuteilung der Funktionen zwischen Mensch und Technik ermöglicht

Tabella 5: KOMPASS Ebene "Mensch-Maschine-Funktion" (Wäfler et al., 1999)

Anhand dieser Gestaltungskriterien und Realisierungsansätzen lässt sich ein Gesamtsystem von Grund auf so gestalten, dass das Zusammenspiel zwischen Mensch und Maschine (oder im Fall KOMPASS «Technik») optimal funktioniert. (Wäfler et al., 1999)

Basierend auf der Ausprägung der oben beschriebenen drei Ebenen, werden die automatisierten Systeme komplementär nach dem nachstehend beschriebenen Schema gestaltet.

### 7.3.1 Gestaltung automatisierter Systeme

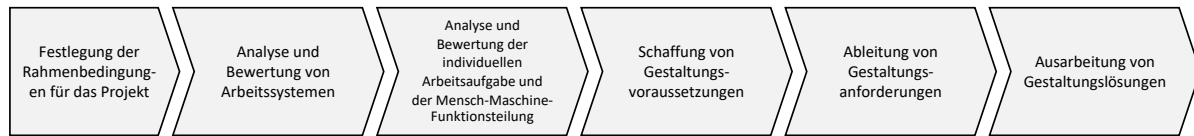


Abbildung 16: Gestaltung automatisierter Systeme

Nach den oben dargestellten sechs Schritten können nach Wäfler et al. (1999) bestehende automatisierte Systeme verbessert oder auch neu gestaltet werden. Das Vorgehen baut auf den Erkenntnissen aus der KOMPASS-Methode auf und liefert eine ganzheitliche Betrachtung über Mensch, Technik und Organisation, die in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit gestaltet und betrachtet werden müssen. Die Autoren betonen, dass es keine generischen Rezepte für die Gestaltung solcher Systeme gibt, sondern dies viel mehr ein partizipativer Prozess ist. Aus diesem Grunde empfehlen sie nicht nur Experten in die Entwicklung oder Verbesserung einzubeziehen, sondern auch (künftige) Anwender von Anfang an zu integrieren. Ein weiterer positiver Effekt wird diesbezüglich auch auf die Veränderung aus Sicht des Change-Managements festgestellt. Mehr dazu findet sich in Abschnitt 7.5.

#### **Festlegung der Rahmenbedingungen für das Projekt**

Damit ein entsprechendes System erstellt oder verbessert werden kann, wird in einem Projekt gearbeitet. Um optimale Voraussetzungen zu schaffen sollen nach Bereitstellung entsprechender Ressourcen auch ein professionelles Projektmanagement aufgezogen werden. Vertiefungen in diesem Bereich sind nicht Bestandteil dieser Arbeit. Hierfür sei auf die Basisliteratur verwiesen.

Eine entscheidende Rolle in den KOMPASS-Projekten spielen jedoch die Abgrenzung des Projektgegenstands (Systemabgrenzung), die Planung des Projektablaufs (Wasserfallmodell oder iterativ) sowie die Zusammensetzung des Projektteams (interdisziplinär und partizipativ).

#### **Analyse und Bewertung von Arbeitssystemen**

Ein zentrales Anliegen in der Erarbeitung solcher Projekte sind die Gestaltungsanforderungen an die Technik. Wobei automatisierte Systeme immer in organisatorische Strukturen gebettet sind und nicht losgelöst davon betrachtet werden können. Die Ausschöpfung der Potentiale, die in der Automatisierung liegen, hängt von der Organisation des Betriebes ab und Schnittstellen können sich verändern, wenn zum Beispiel Programme immer häufiger in der Werkstatt geschrieben werden. Deshalb braucht es eine Beschreibung des Arbeitssystems und eine entsprechende Bewertung.

#### **Analyse und Bewertung der individuellen Arbeitsaufgabe und der Mensch-Maschine-Funktionsteilung**

Die Einführung neuer Technologien wirken sich in zweierlei Arten auf den betroffenen Mitarbeitenden aus. Zum einen ändert sich die Mensch-Maschine-Funktionsteilung, weil er mit der neuen Technik in Kontakt kommt, zum anderen verändern sich möglicherweise auch Aspekte seiner Arbeitsaufgabe. Dies kann der Fall sein, wenn durch die Einführung der neuen Technik Kapazitäten frei werden, welche mit neuen Aufgaben überbrückt werden, oder wenn sich daraus neue Aufgaben wie beispielsweise Programmierfähigkeiten oder Ähnliches ergeben.

Im dritten Modul der KOMPASS-Methode werden genau diese beiden Bereiche analysiert und bewertet. Einerseits werden das Mensch-Maschinen-System beschrieben, andererseits auch die individuellen Arbeitsaufgaben sowie die Mensch-Maschine-Funktionsteilung bewertet.

Für alle drei Aspekte liefert das Modul Hilfestellung, um entsprechende Beobachtungsinterviews durchzuführen, Aufgaben zu beschreiben, Erfordernisse zu definieren, Möglichkeiten zu evaluieren, Anforderungsvielfalt und Durchschaubarkeit der Arbeitsabläufe zu bewerten und die Gestaltbarkeit der Arbeitsbedingungen sowie die Zeitelastizität einzustufen. Die Bewertung der Mensch-Maschine-Funktionsteilung gliedert sich auf nach Prozesstransparenz, dynamischer Kopplung, Informations- und Ausführungsautorität und Flexibilität.

### Schaffung von Gestaltungsvoraussetzungen

Nachdem in den ersten drei Modulen die Voraussetzung für die Durchführung eines KOMPASS-Projekts geschaffen werden, beschreiben die Module vier bis sechs die Gestaltungsphasen, um ein solches System zu optimieren oder zu erschaffen.

Die Gestaltungsvoraussetzungen bilden die Basis für die beiden nachfolgenden Schritte. Sie werden in einem Workshop geschaffen, welcher zum Ziel hat, die Einigkeit aller Beteiligten über einen komplementären Gestaltungsansatz zu erreichen. Dazu führt der Workshop-Moderator die Gruppe durch sieben Schritte, welche je klar definierte Ziele verfolgen. Diese sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

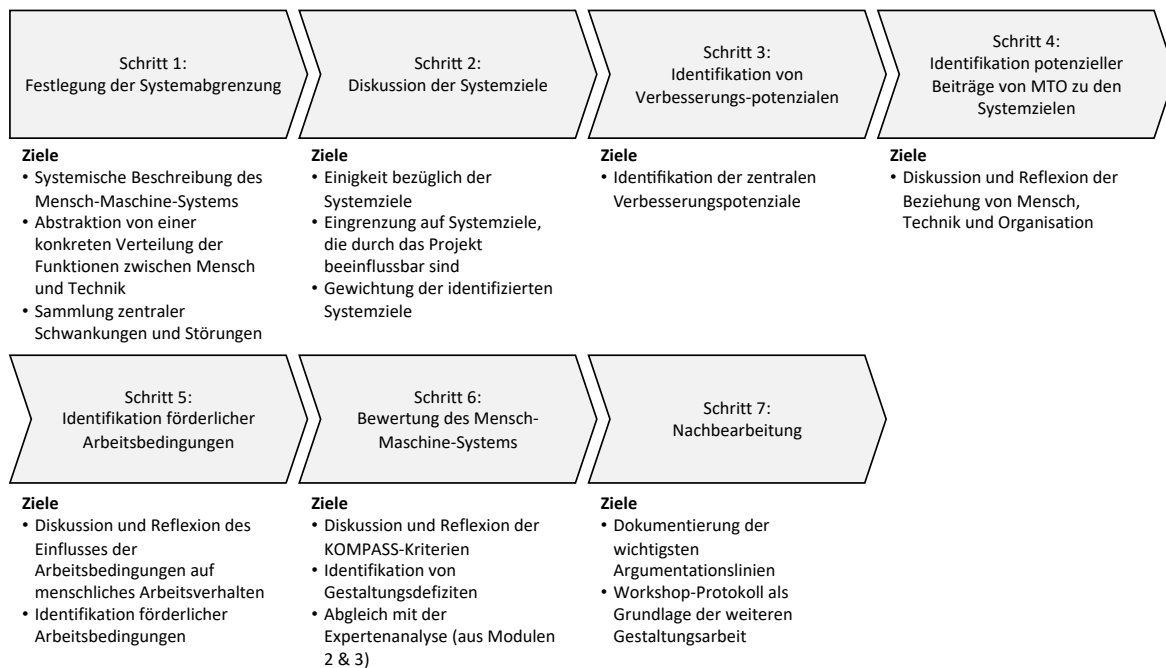


Abbildung 17: 7 Schritte Schaffung Gestaltungsvoraussetzung (Wäfler et al., 1999, S. 143)

### Ableitung von Gestaltungsanforderungen

Ist es gelungen, in Modul vier eine Einigkeit zu erzielen, dass ein komplementärer Ansatz verfolgt wird, können konkrete Anforderungen an die Systemgestaltung hergeleitet werden. Diese sollen später in der für das Unternehmen üblichen Vorgehensweise für die Ausarbeitung technischer und organisatorischer Gestaltungslösungen einfließen. Die Herleitung dieser Gestaltungsanforderungen wird wiederum im Rahmen eines Workshops durchgeführt. Nachfolgend sind die zwei Schritte mit ihrer jeweiligen Zielsetzung abgebildet.

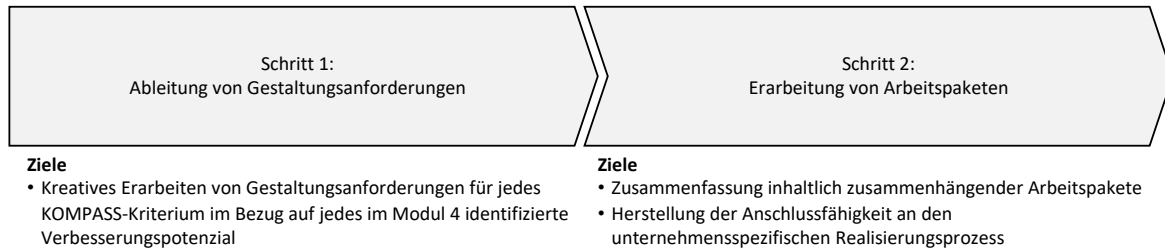


Abbildung 18: 2 Schritte Ableitung Gestaltungsanforderungen (Wäfler et al., 1999, S. 160)

### Ausarbeitung von Gestaltungslösungen

Sofern die komplementären Anforderungen an das Mensch-Maschinen-System hergeleitet sind, werden im sechsten und letzten Modul konkrete technische oder organisatorische Lösungen (unter Berücksichtigung der vorab eruierten Anforderungen) erarbeitet. Dies erfolgt nach den unternehmensüblichen Vorgehensweisen zur Technik- und Organisationsgestaltung. In Spezialisten-Gruppen erarbeitete Lösungen werden zu verschiedenen Gesamtlösungsvarianten fusioniert und nach den verschiedenen KOMPASS-Kriterien bewertet, um sich für einen gemeinsamen, finalen Lösungsansatz zu entscheiden.

Eine detaillierte Beschreibung aller sechs aufgeführten Module sowie ein Praxisbeispiel findet sich im Buch «Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen – Die Gestaltung automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS» von Wäfler et al., (1999).

#### 7.4 Anwendung des Assistenzsystems

Wie vorab beschrieben können selbstlernende oder intelligente Systeme auf verschiedene Weise in bestehende Prozesse integriert werden. Entweder sie ersetzen den Menschen in seiner Tätigkeit gänzlich oder dienen ihm als Unterstützung. Doch die Einbindung in ein System kann dennoch stark variieren.

Ein entscheidender Faktor ist der Zeitpunkt, an dem ein solches System in dem Prozess Anwendung findet. Dazu lassen sich drei, nachträglich dargestellte Möglichkeiten, definieren. Die Anwendung der jeweiligen Möglichkeit hängt nicht nur vom Einsatzgebiet des Systems ab, sondern auch von der Klasse des Assistenzsystems nach Wäfler (Entscheidungsunterstützungssystem, Autonomes System, Vernetztes Autonomes System, Gott Perspektive).

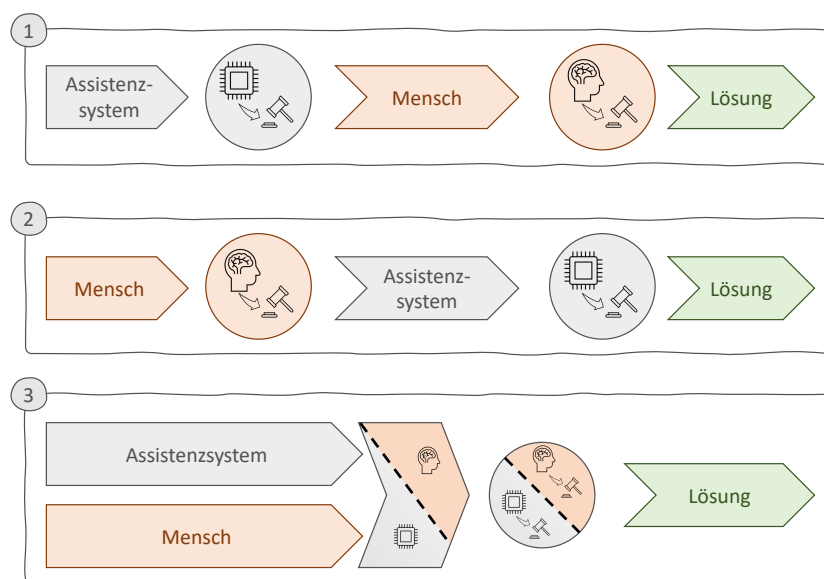


Abbildung 19: Anwendungsmöglichkeiten Assistenzsystem

Die **erste Möglichkeit** ist, dass der Mensch auf den Ergebnissen des Assistenzsystems basierend seine Tätigkeit innerhalb des Prozesses verrichtet. Somit hat das System bereits eine erste Vorarbeit in Form einer Vorselektion, oder einer Vorabanalyse (oder Ähnlichem) vorgenommen und eventuelle Outliers aus dem System entfernt. Das erleichtert dem Menschen die Arbeit massiv und kann den noch folgenden Aufwand stark reduzieren. Die finale Entscheidungsfindung für die konkrete Lösung wird dann vom Menschen als vierter Schritt vorgenommen, bevor diese in die Umsetzungsphase geht. Dieser Art und Weise können Entscheidungsunterstützungssysteme oder Systeme der Gott Perspektive nach Wäfler (2020) zugeordnet werden.

Als **zweite Möglichkeit** hat der Mensch die Vorreiter Rolle und ebnet dem Assistenzsystem den Weg. Sei es in der Vorselektion von Objekten (weil diese aufgrund ihrer komplexen Anordnung nur nach heuristischen Methoden vorgenommen werden können), in der Erstein-schätzung einer Situation oder in der Filtrierung nach Vereinbarungen. Basierend darauf kann das Assistenzsystem seiner Tätigkeit nachgehen und gleich selbständig die bestmögliche Option als Lösung auswählen. Dieser Variante lassen sich autonome oder vernetzt autonome Systeme nach Wäfler (2020) zuteilen.

Mit der **dritten Möglichkeit** lässt sich der parallele Einsatz von Mensch und Maschine betrachten. Zur Veranschaulichung lässt sich die Situation anhand des Einparkens eines Autos mit Hilfe einer automatischen Einparkhilfe beschreiben. Während das Fahrzeug beim Vorbeifahren die entsprechende Parklücke erfasst, hat der Mensch stets nach möglichen Hindernissen Ausschau zu halten. Weiter muss die Lenkerin oder der Lenker des Fahrzeugs selbständig den Rückwärtsgang (im nachfolgenden Beispiel auf Abbildung 20) einlegen. Je nach Modell kann das Fahrzeug von selbst beschleunigen und abbremsen, ansonsten ist auch das Aufgabe des Menschen, während das Fahrzeug hingegen die Lenkung des Automobils übernimmt. Der Entscheidung, ob das Fahrzeug in seiner finalen Parkposition steht, kann durch den Fahrzeugführer oder das Assistenzsystem erfolgen. (20 Jahre Einparkhilfe bei Volkswagen, n.d.)

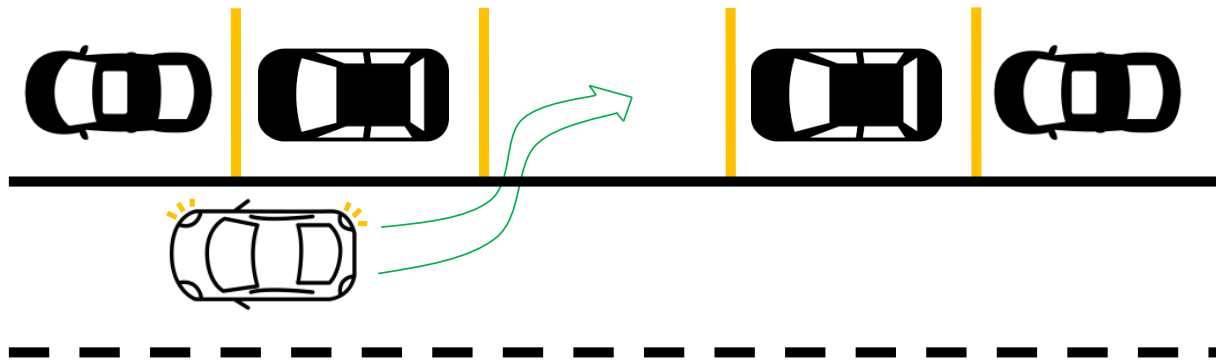


Abbildung 20: Automatische Einparkhilfe

Dieses Beispiel kann auf alle möglichen Situationen übertragen und generalisiert werden. Es zeigt lediglich auf, wie das Zusammenspiel zwischen Mensch und Assistenzsystem im konkreten Fall funktionieren kann. Dieser Variante lassen sich je nach konkreter Anwendung des Assistenzsystems alle vier Varianten nach Wäfler (2020) zuordnen.

## 7.5 Change-Management

Veränderung in einem System in dem Menschen arbeiten müssen immer auch aus psychologischer Sicht betrachtet und behandelt werden. Eine einseitige Betrachtung mit einer «technischen Brille» kann zu Misserfolgen im Vorhaben und Frustration unter den Mitarbeitenden führen. Der Mensch fürchtet sich vor Kontrollverlust, was aus psychologischer Sicht bedeutet Angst zu haben, die Kontrolle darüber zu verlieren, was mit ihm geschieht. Diese Angst geht bis hin zur Furcht vor dem Verlust der Arbeitsstelle. Besonders in Bezug auf die Implementation von neuen Technologien geht es aber auch darum, Angst davor zu haben, nicht mehr mitzukommen und das Neuartige nicht zu verstehen. Aus diesen (und vielen weiteren Gründen) ist der Einbezug aller betroffenen Personen von Beginn her von äusserster Wichtigkeit. Miteinbezug bedeutet aber nicht nur Informationen und bereits getroffene Entscheide zu kommunizieren, sondern das Personal an Entscheidungen teilhaben zu lassen. Sie über ihre Meinung zu fragen und bei der Evaluation von Systemen einzubinden. Stets angemessen nach ihren Kompetenzen und ihrem Know-how, in Bezug auf die Technologie. Für eine Erfolgreiche Einführung neuer Tools (Werkzeuge) in irgendeiner Form, muss den Betroffenen der Nutzen daraus klar sein. Sie müssen einen Vorteil darin sehen und ihre Rolle geklärt wissen. Die weiter oben beschriebene KOMPASS-Methode liefert durch ihre partizipative und integrative Vorgehensweise eine ideale Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung solcher Projekte und Gestaltung von Systemen nach den Lehren des Change-Management.

Die nachfolgende Grafik zeigt die sieben Entwicklungsphasen im Veränderungsprozess nach riva consulting (2017), ebenfalls aus der Lehre des Change-Managements, die mit den Mitarbeitenden durchlaufen werden und die es erfolgreich zu überwinden gilt. (*H6 Phasen Der Veränderung, 2017*)

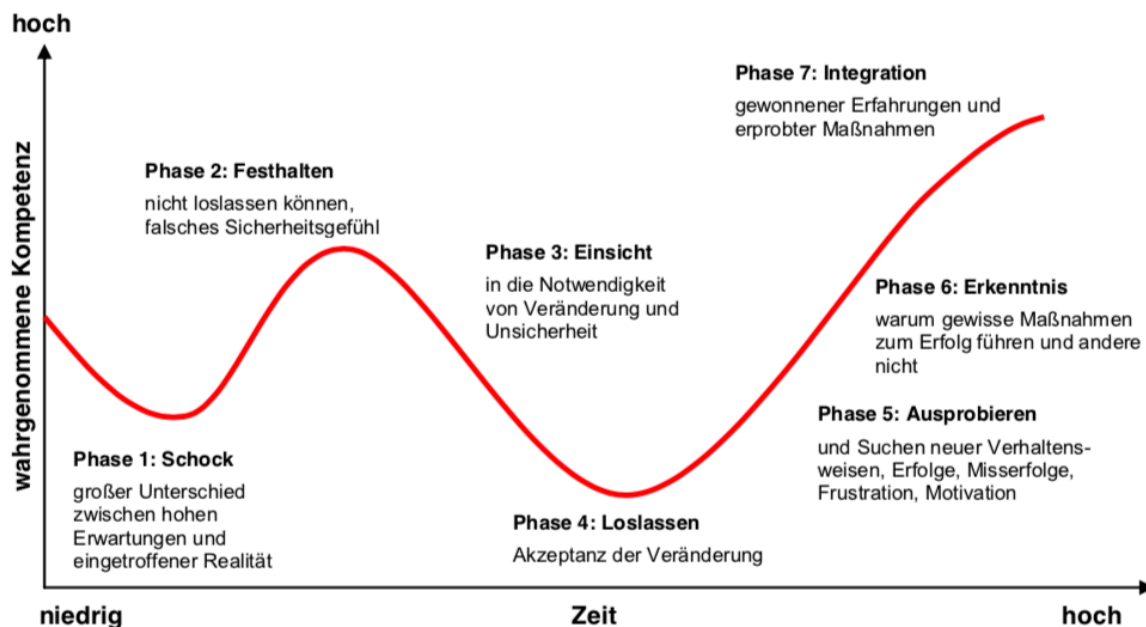


Abbildung 21: 7 Entwicklungsphasen Change-Prozess (*H6 Phasen Der Veränderung, 2017*)

Für eine vertiefte Diskussion der Thematik wird auf entsprechende Fachliteratur verwiesen. Aufgrund der Ausrichtung auf die Ausarbeitung eines Assistenzprozesses und nicht der konkreten Implementation von neuen Technologien wird auf eine Vertiefung in der vorliegenden Arbeit verzichtet. Eine der wesentlichen Grundsätze muss es aber sein, den Betroffenen zum Beteiligten zu machen (Doppler & Lauterburg, 2019).

## 7.6 Zusammenfassung Literaturrecherche

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Suchstrategie und ihrer Resultate der angestellten Literaturrecherche.

Suchbegriffe & Suchstrategie (Boolescher Operator)	Datenbank	Resultate	Benutzt	Suche
performance AND man AND machine AND combination	google scholar	3'780'000	0	all time
performance AND man AND machine AND combination	Web of Science	23	0	1900 - 2020
computer AND chess AND player	Scopus	360	1	1972 - 2020
Refine to: (computer AND chess AND player) AND (human AND together)	Scopus	5	1	1979 - 2020
combination AND human AND machine AND worse	Scopus	43	3	1992 - 2021

Tabelle 6: Zusammenfassung Literaturrecherche «Assistenzsystem»

Eine Zusammenfassung der gewählten Literatur in tabellarischer Form findet sich im Anhang.

## 7.7 Zwischenfazit Assistenzsystem

Assistenzsysteme können viel sein. Per Definition alles, was dem Menschen in irgendeiner Art und Weise assistiert. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus aber auf neuen Technologien wie Machine Learning, Neuronalen Netzwerken, Reinforcement Learning, etc. Diese lassen sich unterteilen in Entscheidungsunterstützungssysteme, autonome Systeme, vernetzte Systeme und Gott Perspektive – je nach Einsatz und «Können» der jeweiligen Programme.

Auch wenn im Allgemeinen von künstlicher Intelligenz die Rede ist, so sind dennoch alle Programme menschengemacht. Sie befolgen lediglich Regeln, die von Menschenhand programmiert werden und sind bis dato noch nicht in der Lage, das Menschliche Wesen zu ersetzen. Dennoch ist die Technologie dem Menschen in vielerlei Hinsicht überlegen. Besonders in der Rechenleistung. Sie ermöglicht Operationen in Sekundenbruchteilen, die der Mensch mühsam und zeitaufwendig in mehreren Stunden ausführen müsste. Hingegen hat der Mensch seinen Verstand, der es ermöglicht Empathie zu beweisen, Zusammenhänge zu erkennen und «menschlich» zu handeln. Kombiniert man diese beiden Fähigkeiten, entstehen ganz neue Möglichkeiten in der interaktiven und kollaborativen Kombination von Mensch und Maschine.

Um eine optimale Zusammenarbeit zwischen Mensch und Technik zu ermöglichen, bedarf es mehrerer Voraussetzungen. Eine davon ist die Bedingung, dass der Mensch die Technologie soweit versteht, dass er seine neue Rolle optimal wahrnehmen kann (intervenieren, entscheiden, observieren, etc.). Die zweite ist die soeben erwähnte Rollenverteilung, welche klar definiert sein muss. Dafür kann mit Werkzeugen wie der KOMPASS-Methode gearbeitet werden, um Betroffene von Beginn weg für die Neuerung zu gewinnen. Besonders aus Sicht des Change-Managements ist dies ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Einführung neuer Technologien. Die neu definierte Rollenverteilung gibt dann schlussendlich auch die mögliche Reihenfolge, oder Gestaltungsgrundlage für das Gesamtsystem. Sprich, in welcher Reihenfolge das Assistenzsystem und der Mensch nacheinander oder parallel aufgestellt werden.

## 8 Assistenzprozess

Um ein Assistenzsystem optimal in einen bestehenden Prozess zu integrieren, oder diesen zu optimieren, bedarf es einer Abstimmung zwischen den drei Ebenen: Mensch, Technik und Organisation MTO. Mittels eines Assistenzprozesses, der die Prozessseite mit der Seite des Assistenzsystems zusammenführt, werden auf allen drei MTO-Ebenen die wichtigsten Erkenntnisse aus der bisherigen Arbeit zusammengeführt.

Zunächst findet sich eine Auflistung der Hauptkenntnisse aus den beiden Bereichen Planungsprozess und Assistenzsystem nach der jeweiligen Ebene: Mensch, Technik und Organisation.

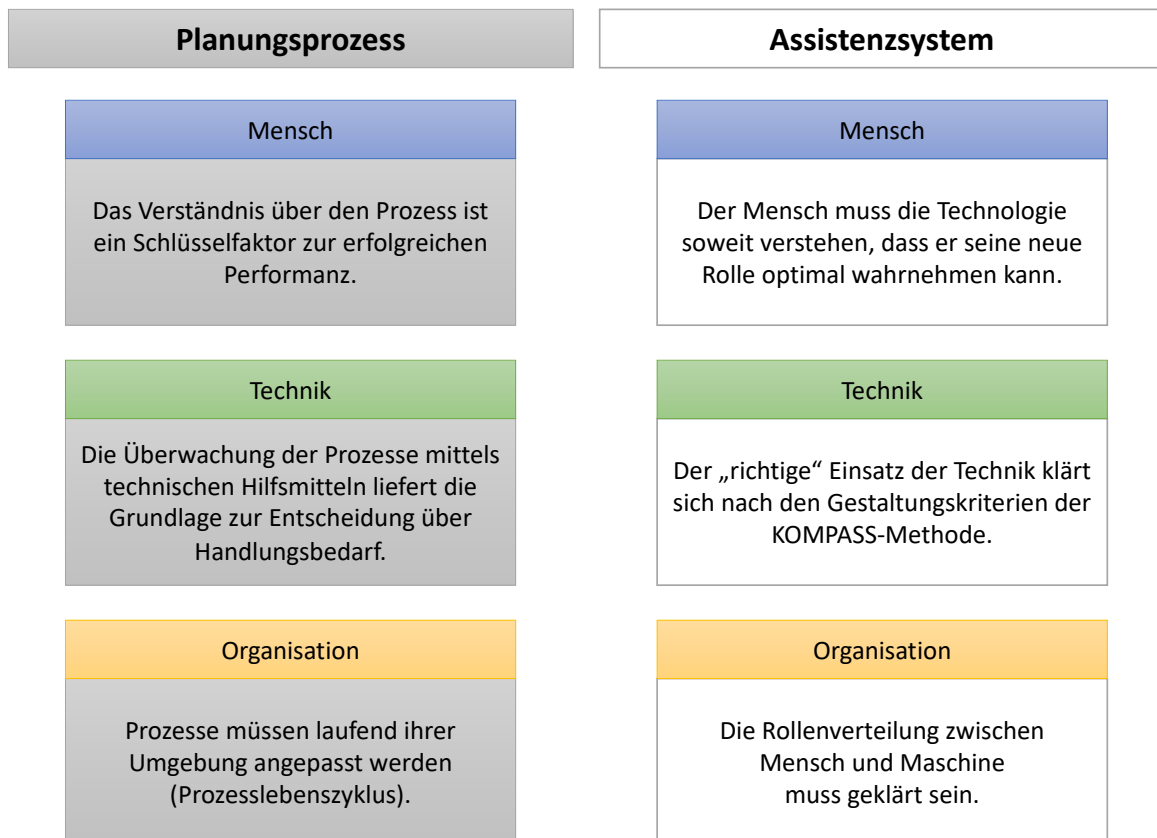


Abbildung 22: Hauptkenntnisse nach MTO

In einem zweiten Detaillierungsgrad lassen sich die Schlüsselerkenntnisse aus der in den Kapiteln 6 und 7 beschriebenen Analyse auf 19 Punkte zusammenfassen. Diese sind wiederum – unterteilt in Planungsprozess und Assistenzsystem – nach Mensch, Technik und Organisation zugeordnet in der nachstehenden Grafik abgebildet. Liegt ein Punkt auf der Grenze zwischen zwei der Ebenen nach MTO, bedeutet dies, dass er nicht eindeutig zugeordnet werden kann und beide Bereiche tangiert.

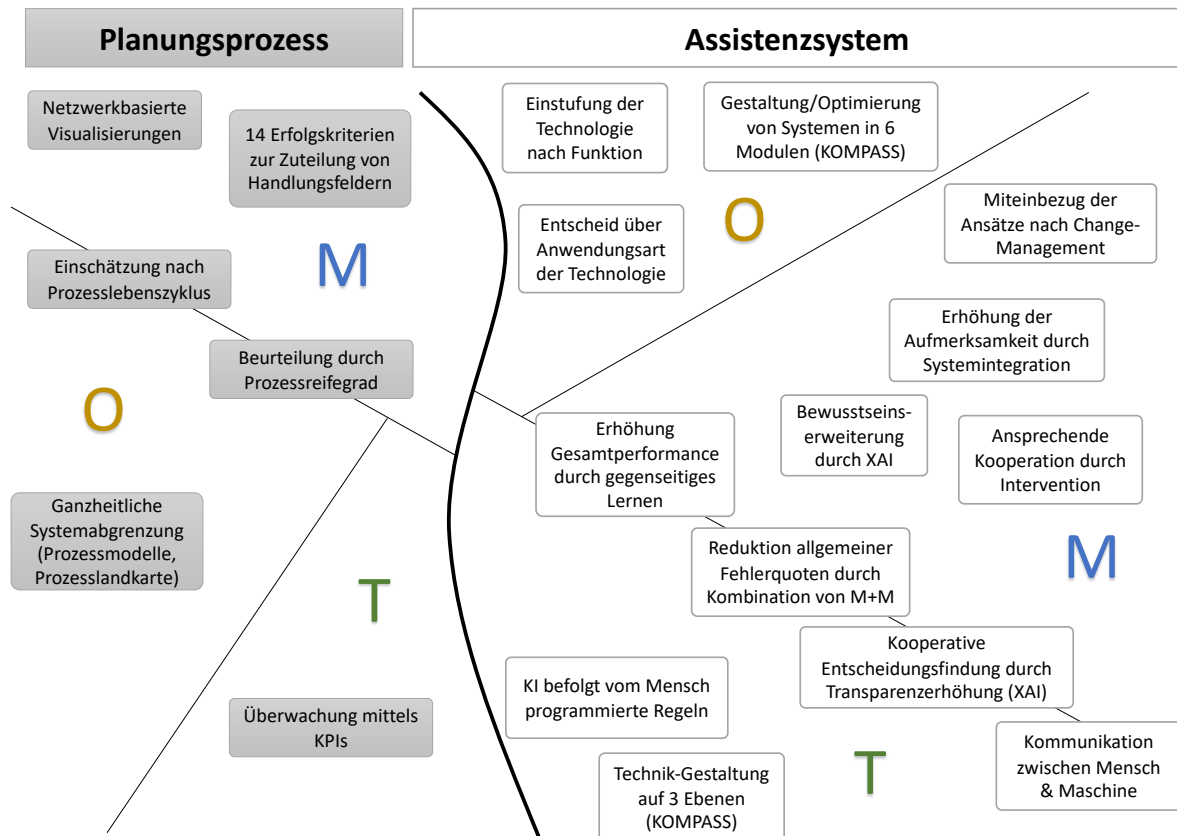


Abbildung 23: Schlüsselerkenntnisse nach MTO

## 8.1 Planungsprozess

### Mensch

Planungsprozesse werden dann erfolgreich umgesetzt, wenn sie von den Mitarbeitenden gänzlich verstanden wurden. Dazu dienen unter anderem netzwerkbasierete Visualisierungen. Im Falle einer Störung liegt es aber auch am Menschen, nach den 14 Erfolgskriterien nach Mäder (2015) die entsprechenden Handlungsfelder zu evaluieren und zu intervenieren.

### Technik

Technische Lösungen bieten die Möglichkeit, Prozesse nach vordefinierten KPIs zu überwachen und frühzeitig Warnsignale zu senden, falls der Prozess vom Plan abweicht.

### Organisation

Eine ganzheitliche Betrachtung bedarf zuerst einer klaren Systemabgrenzung. Diese kann mit Hilfe von Prozessmodellen und Prozesslandkarten vorgenommen werden. Das wiederum ermöglicht die Zuteilung von konkreten Aufgaben zu den entsprechenden Stellen. Eine Überlappung der Bereiche findet sich folglich in der Einschätzung des Prozesses nach dem Prozesslebenszyklus, der zuerst definiert und in der Organisation eingepasst werden muss, und der Beurteilung durch den Prozessreifeegrad.

## 8.2 Assistenzsystem

### Mensch

Um die erfolgreiche Einführung eines Assistenzsystems zu garantieren, müssen die Projekte nach den Ansätzen des Change-Management begleitet und betreut werden. Diese

Entwicklung geht Hand in Hand mit der Gestaltung/Optimierung von Systemen nach den sechs Modulen aus der KOMPASS-Methode.

Eine Problematik bilden das Übervertrauen und das Untervertrauen des Menschen in die Technik. Es führt zu Fehleinschätzung von Prozesszuständen, Verlust von Fähigkeiten und Erfahrungswissen, Demotivation, und allen möglichen miteinhergehenden Folgen. (Wäfler, 2020) Aus diesem Grund werden die Erhöhung der Aufmerksamkeit sowie die ansprechende Kooperation durch Intervention als Schlüsselemente für die Entwicklung eines solchen Prozesses gesehen.

### **Technik**

Eine wichtige Grundlage für die Entwicklung eines Assistenzprozesses ist es zu verstehen, dass die KI lediglich vorprogrammierte Regeln befolgt. Das hat einen entscheidenden Einfluss auf die Rollenverteilung zwischen Mensch und Maschine. Die Ausgestaltung der Systeme selbst erfolgt dann auf den drei Ebenen nach der KOMPASS-Methode.

Überlappungen sind in der Kommunikation und er kooperativen Entscheidungsfindung zwischen Mensch und Maschine zu finden. Sie beeinflussen beide Ebenen: Mensch und Technik. Auch beziehen sich die Hauptziele «Erhöhung der Gesamtperformance» sowie «Reduktion allgemeiner Fehlerquoten» gleichermaßen auf die Ebene Mensch wie auch auf die Ebene Technik.

### **Organisation**

Aus organisatorischer Sicht soll die Technologie zunächst richtig nach ihrer Anwendungsart und ihrer Funktion eingestuft werden. Wie bereits oben erwähnt gehört auch die Gestaltung/Optimierung solcher Systeme nach den sechs Modulen aus der KOMPASS-Methode in den Bereich Organisation, da sie dem gängigen Vorgehen im Unternehmen eingepasst werden muss.

## 8.3 Gestaltung Assistenzprozess

Um die Bereiche Planungsprozess und Assistenzsystem zu vereinen und auftretende Disparitäten auszugleichen wird der nachfolgend beschriebene Assistenzprozess angewendet. Er wurde im Rahmen dieser Arbeit eigens entwickelt und dient als generische Grundlage, die für jeden spezifischen Fall mit konkreten Anforderungen definiert werden muss.

Das Modell gliedert sich in fünf Bereiche, die die gesamte Entwicklungszeit bis hin zur Überarbeitung solcher Gesamtsysteme begleiten. Pro Phase (Anforderungen und Gestaltung, Einführung, Anwendung, Kontrolle, Kontinuität/Handlungsbedarf) sind dem Prozess die Erkenntnisse aus der vorangehenden Analyse zugeteilt, die es im Anwendungsfall zu definieren oder konkretisieren gilt. Die Schlüsselergebnisse sind erneut nach Mensch, Technik und Organisation ihrer jeweiligen Prozessphase zugeordnet. Einige von ihnen können in mehr als einer Phase vorkommen, da sie für die Gestaltung wie zum Beispiel auch für die Anwendung von Bedeutung sind. Ein Beispiel dafür ist die Explainable Artificial Intelligence, die als Anforderung an die technologische Entwicklung des Systems aufgeführt wird und gleichzeitig treibender Faktor in der Bewusstseinerweiterung für den Menschen während der späteren Anwendung ist. Ein Anwendungsfall findet sich in Kapitel 9 am Beispiel des SRS-4-MSE.

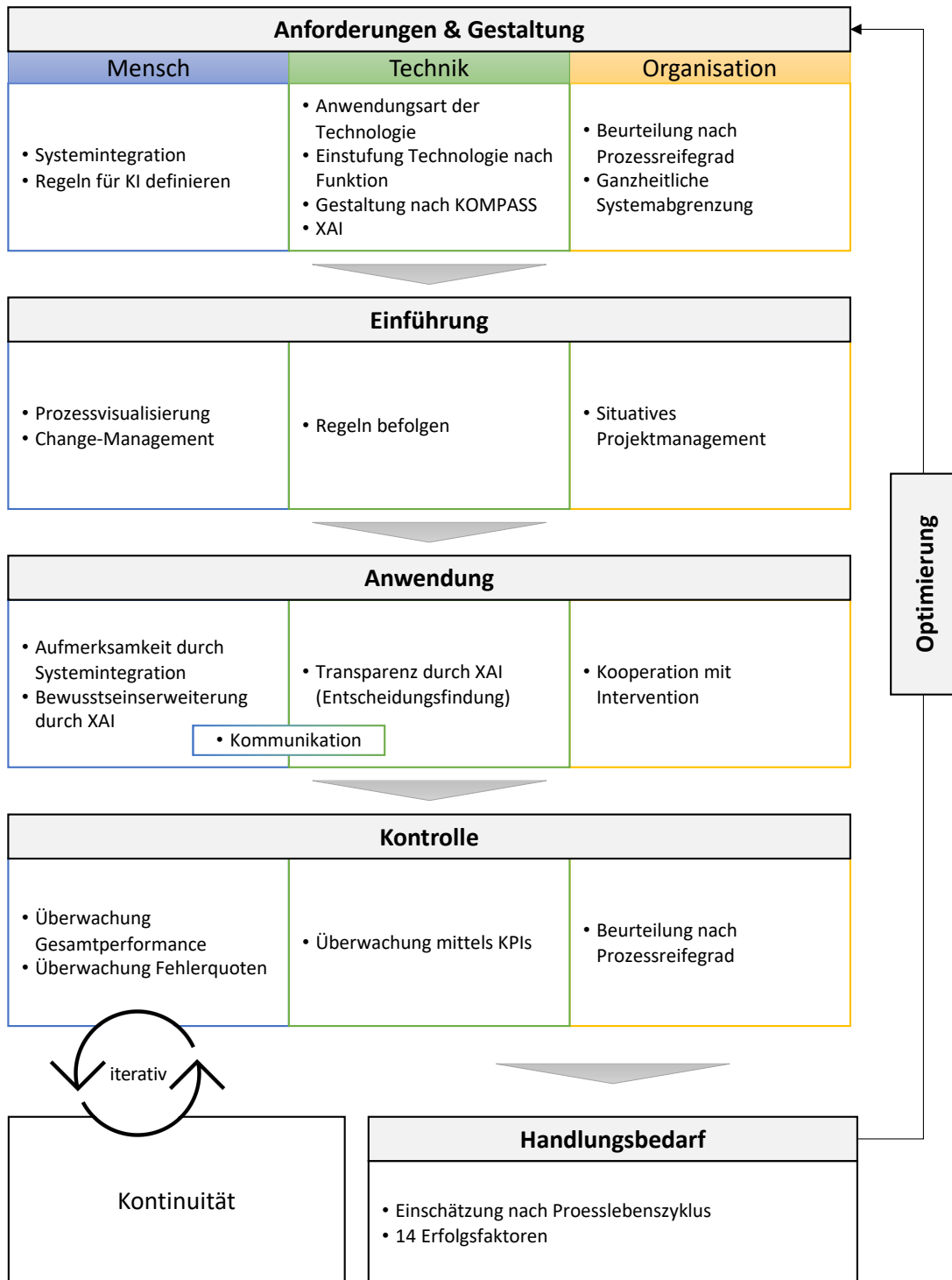


Abbildung 24: Generischer Assistenzprozess

### 8.3.1 Anforderungen & Gestaltung

In dieser Phase wird die Grundlage für die erfolgreiche Anwendung eines Assistenzsystems gelegt. Anforderungen und Gestaltung gehen miteinander einher, da sie das Grundgerüst für das Gesamtsystem und auch das technische System bilden. Eine vollständige Integration in die Systemabgrenzung sowie die Klarheit darüber, wie die Technologie und welche Technologie angewendet werden soll sind die Basis für die Ausgestaltung nach den Grundsätzen der KOMPASS-Methodik. Über Sinn und Zweck des Assistenzsystems geben die Beurteilung der

Ausgangslage mithilfe des Prozessreifegrads sowie einer klaren und ganzheitlichen Systemabgrenzung einen Eindruck.

### 8.3.2 Einführung

Eine erfolgreiche Einführung des Assistenzsystems ist ein kooperativer Prozess mit allen Beteiligten, die nach den Grundsätzen des Change-Managements miteinbezogen werden sollen. Das bedeutet, dass eine klare Strategie mit einem situativ angepassten Projektmanagement definiert und umgesetzt werden muss.

### 8.3.3 Anwendung

Während der Anwendungsphase kommen die in den Anforderungen definierten Voraussetzungen zum Einsatz und bilden ein kooperatives System zwischen Mensch und Maschine. Detaillierte Ausführungen unterscheiden sich von System zu System. Gleich bleibt, dass der Mensch nach seiner Rolle im System ein klar definiertes Interaktionsfeld mit der Technologie benötigt.

### 8.3.4 Kontrolle

Die laufende Kontrolle des Systems mittels vordefinierter Kennzahlen gibt Auskunft darüber, ob Handlungsbedarf besteht oder kontinuierlich im selben Rhythmus weitergearbeitet werden kann. Hauptmerkmal sind die Gesamtperformance und die Entwicklung der Fehlerquoten, die mittels Beurteilung des Prozessreifegrads einen Anhaltspunkt geben, in welche Richtung sich das System bewegt. Ein stabiles System wird in regelmässigen Abständen überwacht und erzwingt erst eine Handlung, wenn sich die Überwachungsergebnisse ausserhalb der Normwerte bewegen.

### 8.3.5 Handlungsbedarf

Durch die Einschätzung des Prozesses nach dem Prozesslebenszyklus kann eine weitere Vorhersage über die Tendenz der Systementwicklung gemacht werden. Sie dient als Basis für die Untersuchung des Prozesses nach den 14 Erfolgsfaktoren von Mäder (2015) um die konkreten Handlungsfelder einzugrenzen. Nach den Lehren der Prozessoptimierung werden Anpassungen vorgenommen und mittels der Phase «Anforderungen & Gestaltung» entwickelt, eingeführt und angewendet.

## 9 Implikationen für das SRS-4-MSE

Dieses Kapitel beschreibt die Handlungsempfehlung mit konkreten Implikationen für das SRS-4-MSE.

Im nachfolgenden Schema ist der grobe Aufbau sowie die zum aktuellen Zeitpunkt der Erarbeitung der vorliegenden Projektarbeit angedachte Wirkungsstruktur des SRS-4-MSE dargestellt. Es dient dem Verständnis über die Ausgangslage, um die folgenden Implikationen besser zu verstehen.

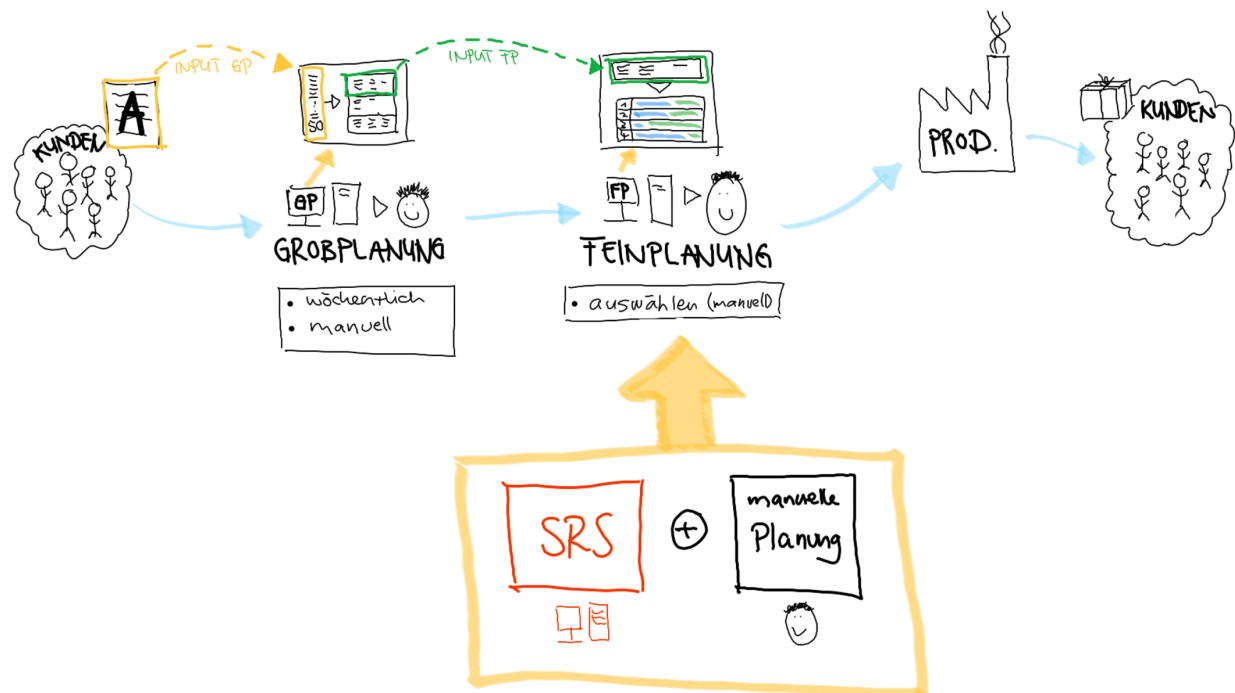


Abbildung 25: Systembild SRS-4-MSE

Am Anfang des Prozesses stehen die Kunden, welche mit ihren Aufträgen «A» den Input für die Grobplanung der Produktion liefern. Wöchentlich erreichen den Industriepartner rund 50 Aufträge, welche heuristisch und manuell zu Auftragspaketen (grün) zusammengefasst werden. Diese Auftragspakete werden nach Möglichkeiten so gestaltet, dass die enthaltenen Aufträge auf denselben Maschinen bearbeitet werden können und die hauptsächliche Priorisierung bereits in der Grobplanung vorgenommen wird.

Als Input der Feinplanung dienen die vorab beschriebenen Auftragspakete. Diese werden wiederum entfaltet und auf die einzelnen Ressourcen verteilt. An diesem Prozessschritt greift das SRS ein. Es liefert eine mögliche Detailplanung und schlägt dem Mitarbeitenden eine Lösungsvariante vor. Dieser kann hingegen ebenso eine Detailplanung manuell vornehmen und die Ergebnisse abgleichen, bevor er sich für eine endgültige Variante entscheidet. Der Grund, weshalb das SRS erst im Rahmen der Detailplanung eingreift liegt im Rechenaufwand aller Möglichkeiten, welche in der Grobplanung auftreten. Dieser wäre aktuell aufgrund der Variantenvielfalt nicht überwindbar. Aus diesem Grund wird der erste Schritt rein heuristisch und nach Erfahrungswerten der Mitarbeitenden beibehalten (Wolf, 2020).

### 9.1 Beispiel Assistenzprozess

In der folgenden Darstellung ist der oben beschriebene Assistenzprozess am Beispiel des SRS-4-MSE für die Entwicklung, Einführung und Anwendung des Recommender Systems beim Industriepartner aufgeführt.

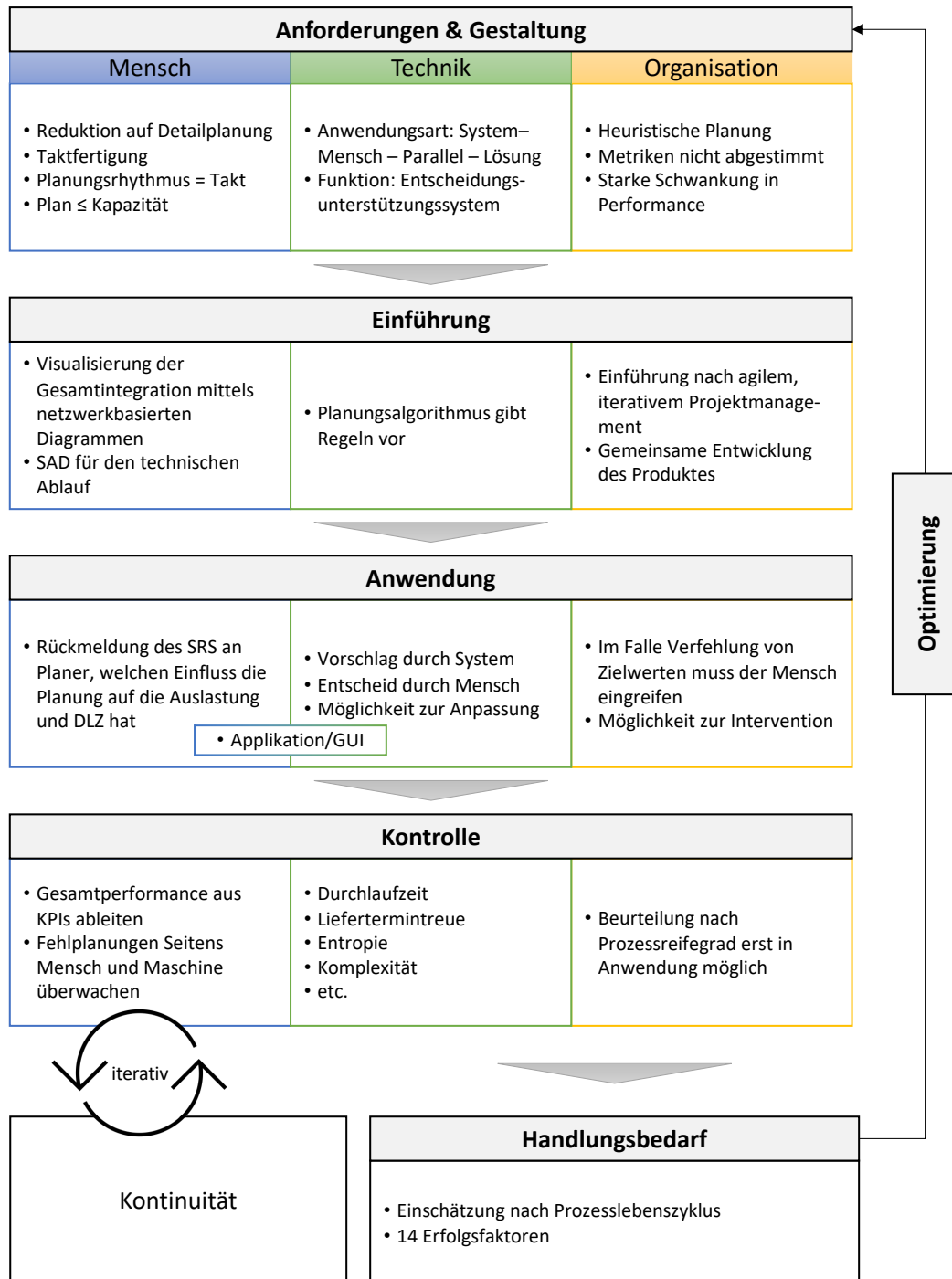


Abbildung 26: Assistenzprozess am Beispiel SRS-4-MSE

#### 9.1.1 Anforderungen & Gestaltung

Im Rahmen des Smart Recommender System for Medium Sized Enterprises SRS-4-MSE entwickelt das Institut für Business Engineering IBE der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW ein Assistenzsystem, das den Anwendern in erster Linie als Entscheidungsunterstützungssystem dienen soll. Aus diesem Grund wird es als Vorreiter zur darauffolgenden heuristischen Projektdokumentation

Evaluation der Produktionsplanung eingesetzt, um in einer weiteren Iteration (und zu einem späteren Entwicklungsstand) mithilfe von Reinforcement Learning die Planung von sich aus zu optimieren. Bisher wurde die Planung rein heuristisch ausgeübt und der Erfolg beruht auf einem grossen Anteil impliziten Wissens seitens Produktionsplanung. Neu werden der Planungsrhythmus dem definierten Takt in der Fertigung angepasst und Einschränkungen in der Plankapazität definiert.

### 9.1.2 Einführung

Durch iteratives Projektmanagement sollen die betroffenen Stellen von Beginn weg in die Entwicklung integriert und eine grosse Akzeptanz für das System gefördert werden. Netzwerkbaasierte Visualisierungen veranschaulichen Erfolgskritische Stellen im Prozess sowie die Vernetzung zwischen den einzelnen Akteuren, während die stellenorientierten Ablaufdiagramme die klassische Prozesssicht unter Einbezug der technischen Hilfsmittel aufzeigen.

### 9.1.3 Anwendung

Besonderes Augenmerk gilt der Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Hierfür soll ein intuitiv bedienbares und übersichtliches Graphical User Interface GUI<sup>11</sup> entwickelt werden, das dem Nutzer alle Relevanten Informationen zur Verfügung stellt. Dazu gehören unter anderem die aktuelle Auslastung, Planungsvorschläge für die nächste Periode und der aktuelle Systemstatus. Dadurch wird der Mensch motiviert im Falle Abweichungen von Sollwerten zu intervenieren und hat obendrein die Möglichkeit, eigene Varianten der Planung einzugeben und die Performance mit der des Algorithmus zu vergleichen.

### 9.1.4 Kontrolle

Hauptkennzahlen sind die Gesamtperformance und die Fehlplanungen des Assistenzsystems. Berechnet werden diese aus einer Reihe anderer KPIs, die als Basis für die Überwachung des Prozesses dienen. Empfohlen wird hier, auf die Kennzahlen aus Kapitel 6 zurückzugreifen. Eine Beurteilung des Gesamtsystems mittels Prozessreifegrads wird erst möglich, wenn das System im Minimum als Minimum Viable Product MVP<sup>12</sup> beim Industriepartner eingesetzt wird.

### 9.1.5 Handlungsbedarf

Eine konkrete Einschätzung nach dem Prozesslebenszyklus sowie der 14 Erfolgsfaktoren ist erst beim Entgleiten erster KPIs möglich. Für das SRS wird empfohlen, nach diesen Methoden vorzugehen.

## 9.2 Auswahl Key Performance Indicators KPIs

Nebst der Grundidee, dass das Recommender System selbstlernend aufgebaut und programmiert wird, hat die angestellte Untersuchung ergeben, dass dies nicht der einzig lernende Bereich im SRS ist. Nebst der eigentlich technischen Lösung des Planungsalgorithmus, spielt der Mensch eine genauso ebenbürtige Rolle. Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass die Planerinnen und Planer das technische System genau verstehen, um Entscheide nachvollziehen zu können und gegebenenfalls einzugreifen. Dies wird durch das Anwenden des vorab beschriebenen Assistenzprozesses begünstigt. Grundsätzlich aber gilt, dass die drei Bereiche (System, Mensch und Prozess, welche die drei Ebenen des MTO Prinzips vertreten) stets auf einem

---

<sup>11</sup> Ein Graphical User Interface GUI bezeichnet die visuelle Bedieneroberfläche einer digitalen Applikation oder eines Programms auf einem entsprechenden elektronischen Gerät (Smartphone, Computer, etc.).

<sup>12</sup> Das Minimum Viable Product MVP ist ein minimal brauchbares Produkt zur ersten Anwendung der Basisfunktionen und Entwicklung weiterer Komponenten.

äquivalenten Entwicklungsniveau gehalten werden müssen, um eine optimale Planung und Kontrolle sicherstellen zu können. Wäre der Planer dem Recommender System überlegen, bräuchte es das System nicht, oder verstünde er im Gegenzug nicht wie das System funktioniert, kann es auch autonom verwendet werden – mit dem Wissen, im Falle einer unvorhergesehenen Aktion nicht richtig reagieren zu können. Ist aber der Prozess für die korrekte Anwendung des SRS und der optimalen Kooperation zwischen Mensch und Maschine nicht definiert, werden ebenso wenig gute Resultate erzielt, wie wenn die zwei vorab beschriebenen Fälle nicht gegeben sind. Grund dafür wäre die fehlende Abstimmung aller Abläufe, Kontrollgrößen und Schnittstellen untereinander und zwischeneinander. Die folgende Grafik veranschaulicht genau diesen Sachverhalt.

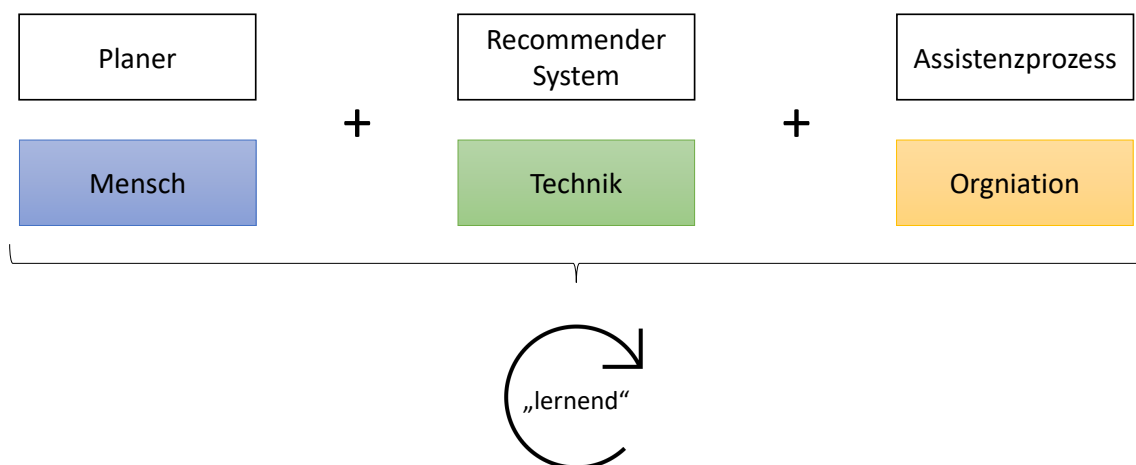


Abbildung 27: Lernumgebungen im Rahmen des SRS

Die vorangehende Illustration stellt die drei Lernumgebungen «Planer», «Recommender System» und den «Assistenzprozess» dar, wie sie nur alle gleich auf in einem äquivalenten Zustand gehalten werden und somit effizient interagieren können. Diesen Zustand zu halten ist ein iterativer Prozess, der in möglichst geringen Intervallen wiederholt oder zumindest überprüft werden muss. Um ein solches Monitoring sicherzustellen gibt es verschiedene Ansätze. Einer davon wäre eine Echtzeit-Process-Mining Überwachung der Prozesse. Ganz grundlegend stellt der Einsatz des Assistenzprozesses aber dieses Gleichgewicht sicher, da es sich dabei bereits um einen iterativen Prozess handelt. Echtzeit-Process-Mining wäre auch ein Bestandteil der Überwachungsmethodik aus der Phase «Kontrolle» des Assistenzprozesses. Empfohlen wird jedoch, auf weitere technische Innovationen zu verzichten und den Fokus auf die Schrittweise Entwicklung und deren Einführung beim Industriepartner zu legen.

### 9.3 Anwendung des Assistenzsystems

Im Kapitel 7 sind drei mögliche Anwendungsarten aufgelistet. Zum einen die Variante, dass das System dem Menschen Vorarbeit leistet oder umgekehrt, und dann die Hybrid-Variante bei der der Mensch und die Maschine parallel auf ein Ergebnis hinarbeiten.

Für das SRS-4-MSE werden die drei Fälle nochmals am konkreten Beispiel betrachtet.

### 9.3.1 System vor Mensch

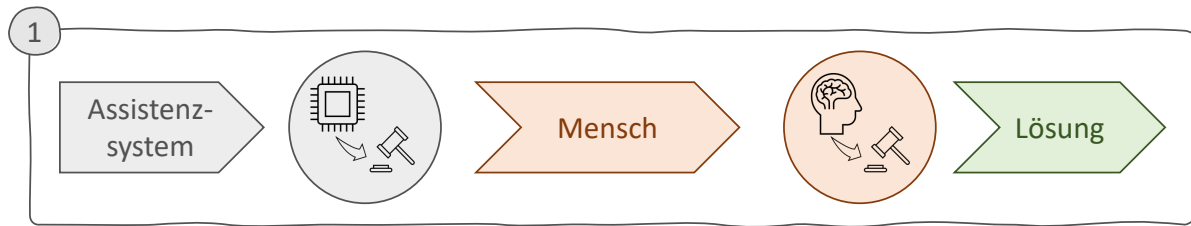


Abbildung 28: System vor Mensch

Gemäss Abbildung 25 ist die Planung im Rahmen des SRS-4-MSE in eine Grob- und in eine Detailplanung unterteilt. Das Recommender System greift erst im Rahmen der Detailplanung ein und grenzt die Grobplanung gänzlich aus. Aus diesem Grunde wird für die Betrachtung der drei Varianten lediglich der Prozess der Detailplanung betrachtet. Streng genommen würde im gesamten Planungsprozess der Mensch an erster Stelle stehen und dem System eine bereits vorselektierte Auswahl an Aufträgen (Grobplanung) zur Planung weitergeben. In der Detailplanung hingegen liegt der erste Schritt (im hier diskutierten Fall) beim Assistenzsystem.

Aus der von der Grobplanung erstellten Liste, berechnet das SRS eine Detailplanung, die nach vorab definierten Parametern wie zum Beispiel der Durchlaufzeit, Logistikkosten und aber auch Entropie optimiert werden. Basierend auf diesem Vorschlag lassen die Detailplanerin oder der Detailplaner ihre Erfahrung einfließen und passen die Planung soweit an, dass alle auch vom System nicht berücksichtigten Faktoren (wie bilaterale Absprachen mit Kunden, bevorstehende Servicearbeiten an Maschinen oder personelle Ausfälle in der Produktion) ebenfalls berücksichtigt werden. Die entsprechende Person gibt schlussendlich auch den Plan frei, bevor die Produktion gestartet wird.

### 9.3.2 Mensch vor System

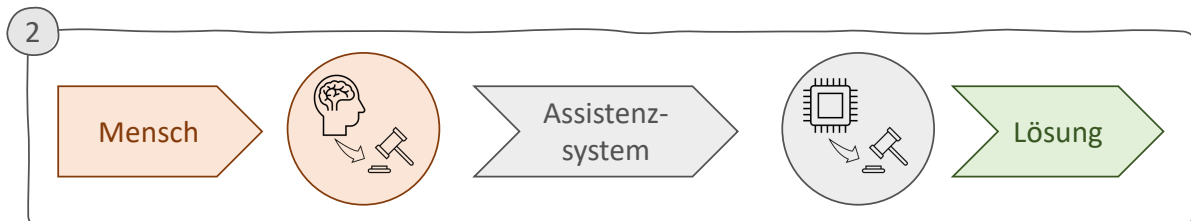


Abbildung 29: Mensch vor System

Anders als beim vorab Beschriebenen Fall, hat hier der Mensch die Vorreiter-Rolle. So sollen die von der Grobplanung zugewiesenen Aufträge nach heuristischen Methoden auf die jeweiligen Ressourcen verteilt werden und erst dann vom System optimal angeordnet werden. Dabei handelt es sich dann aber nicht mehr um ein selbstlernendes Programm, sondern lediglich um einen Verschiebungsalgorithmus, der nach optimaler Auslastung der Maschinen die Aufträge so anordnet, dass Rüstzeiten und Wartezeiten optimiert werden. Sobald der Algorithmus das Optimum gefunden hat, gibt das System den Plan selbständig zur Produktion frei.

### 9.3.3 Mensch und System parallel

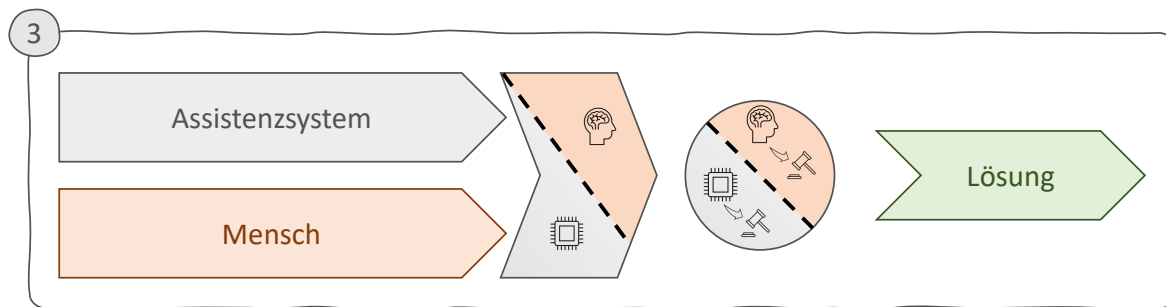


Abbildung 30: Mensch und System parallel

Als dritte Variante kommt die parallele Erarbeitung eines Detailplans in Frage. Dabei bedeutet dies, dass das System unabhängig vom Menschen einen Detailplan erstellt, während die Planerin oder der Planer ebenso einen Detailplan erarbeitet. Erst nach Abschluss dieser Phase werden die beiden Pläne verglichen und einander so angepasst, dass die finale Freigabe für die Produktion erfolgt. Besonderes Merkmal hierbei ist die parallele Erarbeitung einer Planung ohne die vorhergehende Vorselektion durch einen der Akteure.

### 9.3.4 Optimale Variante für das SRS-4-MSE

Welche Variante eignet sich nun am besten für das SRS-4-MSE? Diese Frage zu beantworten ist im aktuellen Entwicklungsstadium des Recommender Systems nicht abschliessend möglich. Nach Gesprächen mit den Entwicklern, basierend auf dem heutigen Wissensstand und nach selbständiger Evaluation der beschriebenen Ergebnisse liegt keine der drei Varianten als klarer Favorit vor.

Eine der hauptsächlichen Herausforderungen an Variante zwei ist die immense Variantenvielfalt, die bei der Detailplanung entsteht. Ein Mensch ist vom rechnerischen Aufwand her gar nicht in der Lage, alle Möglichkeiten innert nützlicher Frist zu berechnen und zu prüfen. Somit liegt die Vermutung nahe, dass das SRS durch den Menschen in seinen Möglichkeiten bereits von Beginn weg zu stark eingeschränkt würde und die bestmögliche Lösung sehr wahrscheinlich im Voraus ausgegrenzt wird. Aus diesem Grund kommt diese Variante für das SRS nicht in Frage.

Variante eins zieht keinen grossen Nutzen aus den Fähigkeiten eines selbstlernenden Programms, sondern berücksichtigt lediglich die erstmögliche Lösung, die das System vorschlägt. Eine alternierende, iterative Vorgehensweise kommt in dieser Variante nicht zum Tragen.

In der dritten Variante spielt die Herausforderung aus Variante zwei hinein. Durch das parallele Erarbeiten eines ersten Detailplans liegt der Planerin oder dem Planer keine Vorselektion vor, was bedeutet, dass sie oder er eine immense Vielzahl an Varianten prüfen muss. Da dies nicht möglich ist werden zwangsläufig keine vergleichbaren Ergebnisse herauskommen und das Problem ist schlichtweg nicht lösbar.

Die optimale Anwendung sieht sich in einer hybriden Lösung zwischen den Varianten eins und drei. Zunächst errechnet das System die bestmögliche Detailplanung nach den vordefinierten KPIs. Darauf basierend nimmt die Planung erste Änderungen vor und gibt den Detailplan zur erneuten Prüfung des Systems frei. Ab hier beginnt ein iterativer Prozess, der zum einen dem Reinforcement Learning Algorithmus dient, sich stets zu verbessern und zum anderen die bestmögliche Lösung hervorbringt. Den Stichtscheid über die Anwendung der finalen

Planung liegt entweder beim Menschen oder beim System. Das hängt davon ab, wie das SRS konfiguriert ist und welches die massgeblichen Parameter für die Entscheidung sind.

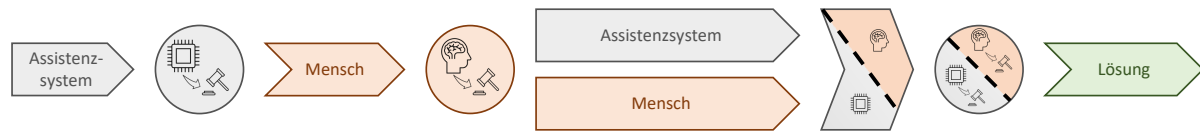


Abbildung 31: Lösungsansatz SRS Interaktion Mensch und System

Von links nach rechts: Das SRS erarbeitet einen ersten Entwurf der Detailplanung, welcher von der Planerin oder dem Planer nach seinem Wissensstand angepasst wird, bevor er oder sie den Plan für die zweite Phase freigibt. Von da an wird iterativ der bestmögliche Plan erarbeitet, bevor die Produktion freigegeben wird.

#### 9.4 Empfehlung

Für das SRS-4-MSE Projekt wird empfohlen, den Entwicklungsprozess dem oben beschriebenen Assistenzprozess anzugleichen und die verschiedenen Ebenen Mensch, Technik und Organisation gleichermaßen zu berücksichtigen. Auch ist es von erfolgsentscheidender Notwendigkeit, dass die betroffenen Mitarbeitenden des Industriepartners in die Entwicklung des Assistenzsystems miteinbezogen werden: Betroffene zu Beteiligten machen.

## 10 Reflexion

Rückblickend werden die anfänglich formulierten Forschungsfragen und Hypothesen diskutiert.

- Wie sieht ein guter Planungsprozess aus?
  - a. Ein guter Planungsprozess basiert auf heuristischem Vorgehen.  
 Teilweise belegt. Ein guter Planungsprozess lässt sich nur situativ bewerten. Wenn der Prozess als gut eingestuft wird und heuristisch umgesetzt wird, spricht das nicht gegen diese Behauptung. Umgekehrtes kann aber auch der Fall sein.
  - b. Ein guter Planungsprozess definiert sich lediglich über die Durchlaufzeit und die Liefertreue.  
 Widerlegt. Ein guter Planungsprozess hängt von wesentlich mehr als nur diesen beiden Faktoren ab, weshalb die Hypothese so auch nicht angenommen werden kann.
- Was ist ein Assistenzsystem und wie funktioniert es?
  - a. Durch den Einsatz von Assistenzsystemen verlieren die Anwender Fähigkeiten, dank derer Sie die Tätigkeiten ohne das Assistenzsystem mühelos ausgeführt haben.  
 Belegt. Um diesem Missstand entgegen zu wirken, müssen Assistenzsysteme kooperativ und interessant gestaltet werden, sodass der Mensch seine Fähigkeiten nicht verliert oder zumindest ein neues Tätigkeitsfeld erlernt.
  - b. Damit ein Assistenzsystem erfolgreich eingesetzt werden kann, muss auch für die betroffenen Mitarbeitenden ein Lernerfolg erzielt werden.  
 Widerlegt. Obschon dies ein wünschenswerter Ausgang der Anwendung eines Assistenzsystems ist, besteht kein Zwang darin. Ein Assistenzsystem kann genauso erfolgreich eingesetzt werden, wenn die Betroffenen keinen Lerneffekt daraus ziehen, als wenn sie komplett neue Themenfelder erlernen. Erfolgsabhängig ist jedoch, ob die Mitarbeitenden einen Nutzen darin sehen oder nicht. Falls nicht, werden sie das System nicht akzeptieren und dem Erfolg im Weg stehen.
- Wie muss ein selbstlernendes Assistenzsystem gestaltet und angewendet werden, sodass der betroffene Mitarbeitende ebenso dazulernt und nicht nur das neuronale Netz «intelligenter» wird?  
 Zum einen muss es der künftigen Rollenverteilung zwischen Mensch und Maschine angepasst sein. Dann ist es aber vor allem wichtig, dass der Mensch das System soweit versteht, dass er damit operieren und interagieren kann. Ein kooperatives Gesamtsystem mit Interaktionen zwischen Mensch und Maschine fördert die Aufmerksamkeit, das Interesse und schlussendlich auch den Lernerfolg des Menschen in Bezug auf das Assistenzsystem.
- Wie sieht der Planungsprozess mit Hilfe eines Assistenzsystems aus?
  - a. Durch die Kombination des menschlichen Verstands mit künstlicher Intelligenz werden bessere Ergebnisse erzielt, als das jeweils einzeln erreichte beste Resultat.  
 Belegt. Auch wenn die These in vielen Bereichen auftritt und kaum literarisch belegt wurde, gibt es dennoch Studien aus der medizinischen Diagnostik, die genau diese Hypothese belegen. Die allgemeine Expertenmeinung ist aber klar: Mensch-Maschinen-Teaming fördert die Gesamtperformance und reduziert die Fehlerquoten.
  - b. Durch den Einsatz von Assistenzsystemen in verschiedenen Tätigkeiten gehen den betroffenen Arbeitnehmern wichtige Fähigkeiten verloren.  
 Belegt. Durch die Reduktion der eigenen Tätigkeit auf monotone Arbeitsabläufe beobachtet man ein sogenanntes «ent-skilling», was bedeutet, dass die Betroffenen wichtige Fähigkeiten verlieren. Aus diesem Grund sind kooperative Systeme so wichtig.

- Welche Implikationen aus den gewonnenen Erkenntnissen können für das SRS-4-MSE übernommen werden und wie sieht eine mögliche Integration aus?  
Mit der Anwendung des Assistenzprozesses zur weiteren Entwicklung des SRS-4-MSE werden in allen Phasen von der Gestaltung des Systems bis hin zur Überwachung und Optimierung Implikationen vorgenommen, die zu einem erfolgreichen Projektverlauf verhelfen können. Die konkreten Massnahmen finden sich in den entsprechenden Kapiteln beschrieben.

Auf persönlicher Ebene habe ich mit dieser Projektarbeit drei wichtige «Learnings» erlangt:

**Gutes Zeitmanagement erleichtert die Arbeit.** Dank der von Beginn weg klaren Planung und dem strikten Einhalten der gesetzten Fristen wurde die Projektarbeit innerhalb der vorgesehenen Zeit und ohne unnötigen Druck in der Schlussphase fertiggestellt. Dennoch wurde der Abgabetermin um zwei Wochen nach hinten verschoben, da der ursprünglich geplante Abgabetermin mit den Modulschlussprüfungen zusammentraf. Dank der flexiblen Institutsleitung konnte so der Fokus in der Endphase voll und ganz auf die Projektarbeit gelegt und zu einem guten Abschluss gebracht werden.

**Teamwork erweitert den Lösungsspielraum.** Während der Bearbeitung der Analyse zu Planungsprozessen und Assistenzsystemen, welche hauptsächlich aus Interviews und Literaturrecherchen bestand, war die Einzelarbeit ein willkommenes Arbeitsformat. Sobald ich jedoch in die Kreativphasen überging und versuchte, das gesammelte zu verarbeiten, fehlte mir ein Teamkollege (Mitstudierender) für den fachlichen Diskurs. Jemanden, der meine Meinung, Entscheide und Ansichten hinterfragte. Besonders in Phasen wie der Ausarbeitung des Assistenzprozesses oder des Planungslebenszyklus wäre die Arbeit im Team bereichernd gewesen, um Kreativität und Kritik zu fördern.

**Kompetenzerweiterung durch neue Disziplinen.** Mit der Einsicht in ein, für mich völlig neues Themenfeld, hat sich mir eine neue Welt geöffnet. Aufgrund des Einbezugs der (arbeits-)psychologischen Sichtweise auf die Thematik haben sich ganz neue Ansichten entwickelt und Kompetenzen gebildet. Besonders zu Beginn war es eine besondere Herausforderung, mit dem (für mich neuen) Fachvokabular aus der entsprechenden Literatur umzugehen und mein durch das Grundstudium geprägtes Denkmuster etwas zu durchbrechen. Die Zusammenarbeit mit Experten aus dieser Fachrichtung von anderen Hochschulen hat einen grossen Mehrwert und eine spannende Aussensicht auf die Thematik gebracht.

## 11 Quellenverzeichnis

- 20 Jahre Einparkhilfe bei Volkswagen: Vom einfachen Piepton zum vollautomatischen Parkassistent - VAU-MAX-Inside. (n.d.). Retrieved December 23, 2020, from <https://www.vau-max.de/magazin/vau-max-inside/20-jahre-einparkhilfe-bei-volkswagen-vom-einfachen-piepton-zum-vollautomatischen-parkassistent.6105>
- Ahram, T., & Karwowski, W. (Eds.). (2018). *Intelligent Human Systems Integration: Proceedings of the 1st International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2018): Integrating People and Intelligent Systems, January 7-9, 2018, Dubai, United Arab Emirates* (1st ed. 2018). Springer International Publishing: Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73888-8>
- Beeck, V. (2004). *Gablers wirtschaftswissen für praktiker*. Springer.
- Costantino, F., Di Gravio, G., & Tronci, M. (2013). Integrating Environmental Assessment of Failure Modes in Maintenance Planning of Production Systems. *Applied Mechanics and Materials*, 295–298, 651–660. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.295-298.651>
- Daum, A., Petzold, J., & Pletke, M. (2012). Unternehmensführung und Organisation. In A. Daum, J. Petzold, & M. Pletke, *BWL für Juristen* (pp. 251–293). Gabler Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7102-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7102-9_10)
- Doppler, K., & Lauterburg, C. (2019). *Change Management: Den Unternehmenswandel gestalten, plus E-Book inside (ePub, mobi oder pdf)*.
- Fischer, D., Wäfler, T., & Hollenstein, L. (2016). *Neuartige, schlanke Steuerungsprinzipien für die hybride Push-Pull-Produktion*.
- Floridi, L. (2015). *Die 4. Revolution: Wie die Infosphäre unser Leben verändert* (A. Walter, Trans.; Erste Auflage). Suhrkamp.
- Grabner, H. (2020). *Machine Learning*. Zurich University of Applied Sciences zhaw.
- H6 Phasen der Veränderung*. (2017). riva training & consulting GmbH, 85609 Aschheim.
- Hax, A. C., & Meal, H. C. (2012). Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling. In P. Klaus & S. Müller (Eds.), *The Roots of Logistics* (pp. 245–267). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5_19)
- Judge, W. Q., & Douglas, T. J. (1998). Performance Implications of Incorporating Natural Environmental Issues into the Strategic Planning Process: An Empirical Assessment. *Journal of Management Studies*, 35(2), 241–262. <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00092>
- Kern, E.-M. (2012). *Prozessmanagement individuell umgesetzt: Erfolgsbeispiele aus 15 privatwirtschaftlichen und öffentlichen Organisationen*. Springer. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=971159>
- Kyriacou, E. C., Petroudi, S., Pattichis, C. S., Pattichis, M. S., Griffin, M., Kakkos, S., & Nicolaides, A. (2012). Prediction of High-Risk Asymptomatic Carotid Plaques Based on Ultrasonic Image Features. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(5), 966–973. <https://doi.org/10.1109/TITB.2012.2192446>
- Mäder, O. B. (2015). Den Planungsprozess optimieren. In U. Schäffer & J. Weber (Eds.), *CMR SH 1-2015* (pp. 8–15). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09361-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09361-7_1)
- Meierhofer, J. (2020). *Industrial Smart Services in Industry 4.0*.

- Mendling, J., Reijers, H. A., & Cardoso, J. (2007). What Makes Process Models Understandable? In G. Alonso, P. Dadam, & M. Rosemann (Eds.), *Business Process Management* (Vol. 4714, pp. 48–63). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-75183-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-75183-0_4)
- Mezzatesta, S., Torino, C., Meo, P. D., Fiumara, G., & Vilasi, A. (2019). A machine learning-based approach for predicting the outbreak of cardiovascular diseases in patients on dialysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 177, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.05.005>
- Nabil, L., El Barkany, A., & El Khalfi, A. (2018). Sales and Operations Planning (S&OP) Concepts and Models under Constraints: Literature Review. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 171–188. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.34.171>
- Olga Levina. (2012). *Netzwerkbasierte Ereignisorientierte Analyse von Geschäftsprozessen*. Technische Universität Berlin.
- Palamoottil, N. (2019). *Beurteilung der Güte und Reife eines Prozessmanagements*.
- Quttineh, N.-H., & Lidestam, H. (2020). Applying heuristics in supply chain planning in the process industry. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 585–606. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2020.4.004>
- Specker, A. (2005). *Modellierung von Informationssystemen: Ein methodischer Leitfaden zur Projektabwicklung* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). vdf Hochschulverlag AG.
- Specker, A., & Bachler, M. (2018). *Anwendungssysteme—Neuronale Netzwerke / Deep Learning*. Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW.
- Stauffacher, C. (2019). *Assessment and Recommendations to optimize the Group Closing Process* (p. 46) [Bachelor-Thesis]. Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW.
- Stauffacher, C. (2020). *Evaluation Berechnungsgrundlage und Quantifizierung der Entropie für das Scheduling Recommender System for Medium Sized Enterprises SRS-4-MSE*.
- Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., Guo, Z., Lu, S. C.-Y., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin-driven product design framework. *International Journal of Production Research*, 57(12), 3935–3953. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1443229>
- Verhein-Jarren, A., & Acocella, D. (2020). *Planungsmethodik (StatPlan)*. Hochschule für Technik Rapperswil HSR.
- Wäfler, T. (2020). Gebildeter und vernetzter Mensch—Vier Thesen zur soziotechnischen Gestaltung der Zukunft. *Journal Psychologie Des Alltagshandelns, Vol. 13*, 5–21.
- Wäfler, T., Windischer, A., Ryser, C., Weik, S., & Grote, G. (Eds.). (1999). *Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen: Die Gestaltung automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS*. vdf, Hochschulverl. an der ETH.
- Waldburger, R., Wolf, D., Stauffacher, C., & Specker, A. (2020). *Smart Recommender Systems for Medium Sized Enterprises—Conceptual Design*.
- Wallimann, H. (2016). *SWOT-Portfolio (Lerneinheit 16)*.
- Wiendahl, H.-H. (2011). *Auftragsmanagement der industriellen Produktion: Grundlagen, Konfiguration, Einführung*. Springer.
- Windt, K., Philipp, T., & Böse, F. (2008). Complexity cube for the characterization of complex production systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(2), 195–200. <https://doi.org/10.1080/09511920701607725>

- Wittpahl, V. (2019). *Künstliche Intelligenz: Technologie / Anwendung / Gesellschaft*.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58042-4>
- Wolf, D. (2020). *State of the Art und Grundvoraussetzung für die Entwicklung des MVP für das SRS-4-MSE*.
- Zhengmin, Z., Zailin, G., Lei, Y., Chuangjian, W., & Hao, W. (2019). A Production Planning and Scheduling Method Based on Heuristic Rules for Forming-sintering Production System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 565, 012001.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/565/1/012001>
- Zuboff, S. (1988). *In the age of the smart machine: The future of work and power*. Basic Books.

# 12 Anhang

**To be used in conjunction with "The Process Audit" by Michael Hammer (HBR April 2007, Reprint R0704H).**

**How Mature Are Your PROCESSES?** You can evaluate the maturity of a business process and determine how to improve its performance by using this table. Decide how the statements defining the strength levels, from P-1 to P-4, for each enabler apply to the process that you are assessing. If a statement is largely true (at least 80% correct), color the cell green; if it is somewhat true (between 20% and 80% correct), shade the cell yellow; and if it is largely untrue (less than 20% correct), mark the cell red.

		P-1	P-2	P-3	P-4				
						GREEN: largely true	YELLOW: somewhat true	RED: largely untrue	
						P-1	P-2	P-3	P-4
<b>Design</b>	<b>Purpose</b>	The process has not been designed on an end-to-end basis. Functional managers use the legacy design primarily as a context for functional performance improvement.	The process has been redesigned from end to end in order to optimize its performance.	The process has been designed to fit with other enterprise processes and with the enterprise's IT systems in order to optimize the enterprise's performance.	The process has been designed to fit with customer and supplier processes in order to optimize interenterprise performance.				
	<b>Context</b>	The process's inputs, outputs, suppliers, and customers have been identified.	The needs of the process's customers are known and agreed upon.	The process owner and the owners of the other processes with which the process interfaces have established mutual performance expectations.	The process owner and the owners of customer and supplier processes with which the process interfaces have established mutual performance expectations.				
	<b>Documentation</b>	The documentation of the process is primarily functional, but it identifies the interconnections among the organizations involved in executing the process.	There is end-to-end documentation of the process design.	The process documentation describes the process's interfaces with, and expectations of, other processes and links the process to the enterprise's system and data architecture.	An electronic representation of the process design supports its performance and management and allows analysis of environmental changes and process reconfigurations.				
<b>Performers</b>	<b>Knowledge</b>	Performers can name the process they execute and identify the key metrics of its performance.	Performers can describe the process's overall flow, how their work affects customers, other employees in the process, and the process's performance, and the required and actual performance levels.	Performers are familiar both with fundamental business concepts and with the drivers of enterprise performance and can describe how their work affects other processes and the enterprise's performance.	Performers are familiar with the enterprise's industry and its trends and can describe how their work affects interenterprise performance.				
	<b>Skills</b>	Performers are skilled in problem solving and process improvement techniques.	Performers are skilled in teamwork and self-management.	Performers are skilled at business decision making.	Performers are skilled at change management and change implementation.				
	<b>Behavior</b>	Performers have some allegiance to the process, but owe primary allegiance to their function.	Performers try to follow the process design, perform it correctly, and work in ways that will enable other people who execute the process to do their work effectively.	Performers strive to ensure that the process delivers the results needed to achieve the enterprise's goals.	Performers look for signs that the process should change, and they propose improvements to the process.				
<b>Owner</b>	<b>Identity</b>	The process owner is an individual or a group informally charged with improving the process's performance.	Enterprise leadership has created an official process owner role and has filled the position with a senior manager who has clout and credibility.	The process comes first for the owner in terms of time allocation, mind share, and personal goals.	The process owner is a member of the enterprise's senior-most decision-making body.				
	<b>Activities</b>	The process owner identifies and documents the process, communicates it to all the performers, and sponsors small-scale change projects.	The process owner articulates the process's performance goals and a vision of its future, sponsors redesign and improvement efforts, plans their implementation, and ensures compliance with the process design.	The process owner works with other process owners to integrate processes to achieve the enterprise's goals.	The process owner develops a rolling strategic plan for the process, participates in enterprise-level strategic planning, and collaborates with his or her counterparts working for customers and suppliers to sponsor interenterprise process-redesign initiatives.				
	<b>Authority</b>	The process owner lobbies for the process but can only encourage functional managers to make changes.	The process owner can convene a process redesign team and implement the new design and has some control over the technology budget for the process.	The process owner controls the IT systems that support the process and any projects that change the process and has some influence over personnel assignments and evaluations as well as the process's budget.	The process owner controls the process's budget and exerts strong influence over personnel assignments and evaluations.				
<b>Infrastructure</b>	<b>Information Systems</b>	Fragmented legacy IT systems support the process.	An IT system constructed from functional components supports the process.	An integrated IT system, designed with the process in mind and adhering to enterprise standards, supports the process.	An IT system with a modular architecture that adheres to industry standards for interenterprise communication supports the process.				
	<b>Human Resource Systems</b>	Functional managers reward the attainment of functional excellence and the resolution of functional problems in a process context.	The process's design drives role definitions, job descriptions, and competency profiles. Job training is based on process documentation.	Hiring, development, reward, and recognition systems emphasize the process's needs and results and balance them against the enterprise's needs.	Hiring, development, reward, and recognition systems reinforce the importance of intra- and interenterprise collaboration, personal learning, and organizational change.				
<b>Metrics</b>	<b>Definition</b>	The process has some basic cost and quality metrics.	The process has end-to-end process metrics derived from customer requirements.	The process's metrics as well as cross-process metrics have been derived from the enterprise's strategic goals.	The process's metrics have been derived from interenterprise goals.				
	<b>Uses</b>	Managers use the process's metrics to track its performance, identify root causes of faulty performance, and drive functional improvements.	Managers use the process's metrics to compare its performance to benchmarks, best-in-class performance, and customer needs and to set performance targets.	Managers present the metrics to process performers for awareness and motivation. They use dashboards based on the metrics for day-to-day management of the process.	Managers regularly review and refresh the process's metrics and targets and use them in strategic planning.				

Copyright © 2007, Harvard Business School Publishing Corporation. All rights reserved. Harvard Business Review

Abbildung 32: Bewertungsbogen PEMM Prozesse (Palamootil, 2019)

**To be used in conjunction with "The Process Audit" by Michael Hammer (HBR April 2007, Reprint R0704H).**

**How Mature Is Your ENTERPRISE?** To determine if your organization is ready to support a process-based transformation, evaluate the statements in this table. They show the strength levels, from E-1 to E-4, of the capabilities that enterprises need in order to develop their business processes. If a statement is at least 80% correct, color the cell green; if it is between 20% and 80% correct, shade it yellow; and if it is less than 20% correct, make it red.

		E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
<b>Leadership</b>	<b>Awareness</b>	The enterprise's senior executive team recognizes the need to improve operational performance but has only a limited understanding of the power of business processes.	At least one senior executive deeply understands the business process concept, how the enterprise can use it to improve performance, and what is involved in implementing it.	The senior executive team views the enterprise in process terms and has developed a vision of the enterprise and its processes.	The senior executive team sees its own work in process terms and perceives process management not as a project but as a way of managing the business.				
	<b>Alignment</b>	The leadership of the process program lies in the middle management ranks.	A senior executive has taken leadership of, and responsibility for, the process program.	There is strong alignment in the senior executive team regarding the process program. There is also a network of people throughout the enterprise helping to promote process efforts.	People throughout the enterprise exhibit enthusiasm for process management and play leadership roles in process efforts.				
	<b>Behavior</b>	A senior executive endorses and invests in operational improvement.	A senior executive has publicly set stretch performance goals in customer terms and is prepared to commit resources, make deep changes, and remove roadblocks in order to achieve those goals.	Senior executives operate as a team, manage the enterprise through its processes, and are actively engaged in the process program.	The members of the senior executive team perform their own work as processes, center strategic planning on processes, and develop new business opportunities based on high-performance processes.				
	<b>Style</b>	The senior executive team has started shifting from a top-down, hierarchical style to an open, collaborative style.	The senior executive team leading the process program is passionate about the need to change and about process as the key tool for change.	The senior executive team has delegated control and authority to process owners and process performers.	The senior executive team exercises leadership through vision and influence rather than command and control.				
<b>Culture</b>	<b>Teamwork</b>	Teamwork is project focused, occasional, and atypical.	The enterprise commonly uses cross-functional project teams for improvement efforts.	Teamwork is the norm among process performers and is commonplace among managers.	Teamwork with customers and suppliers is commonplace.				
	<b>Customer Focus</b>	There is a widespread belief that customer focus is important, but there is limited appreciation of what that means. There is also uncertainty and conflict about how to meet customers' needs.	Employees realize that the purpose of their work is to deliver extraordinary customer value.	Employees understand that customers demand uniform excellence and a seamless experience.	Employees focus on collaborating with trading partners to meet the needs of final customers.				
	<b>Responsibility</b>	Accountability for results rests with managers.	Frontline personnel begin to take ownership of results.	Employees feel accountable for enterprise results.	Employees feel a sense of mission in serving customers and achieving ever-better performance.				
	<b>Attitude Toward Change</b>	There is growing acceptance in the enterprise about the need to make modest change.	Employees are prepared for significant change in how work is performed.	Employees are ready for major multidimensional change.	Employees recognize change as inevitable and embrace it as a regular phenomenon.				
<b>Expertise</b>	<b>People</b>	A small group of people has a deep appreciation for the power of processes.	A cadre of experts has skills in process redesign and implementation, project management, communications, and change management.	A cadre of experts has skills in large-scale change management and enterprise transformation.	Substantial numbers of people with skills in process redesign and implementation, project management, program management, and change management are present across the enterprise. A formal process for developing and maintaining that skill base is also in place.				
	<b>Methodology</b>	The enterprise uses one or more methodologies for solving execution problems and making incremental process improvements.	Process redesign teams have access to a basic methodology for process redesign.	The enterprise has developed and standardized a formal process for process redesign and has integrated it with a standard process for process improvement.	Process management and redesign have become core competencies and are embedded in a formal system that includes environment scanning, change planning, implementation, and process-centered innovation.				
<b>Governance</b>	<b>Process Model</b>	The enterprise has identified some business processes.	The enterprise has developed a complete enterprise process model, and the senior executive team has accepted it.	The enterprise process model has been communicated throughout the enterprise, is used to drive project prioritization, and is linked to enterprise-level technologies and data architectures.	The enterprise has extended its process model to connect with those of customers and suppliers. It also uses the model in strategy development.				
	<b>Accountability</b>	Functional managers are responsible for performance, project managers for improvement projects.	Process owners have accountability for individual processes, and a steering committee is responsible for the enterprise's overall progress with processes.	Process owners share accountability for the enterprise's performance.	A process council operates as the senior-most management body; performers share accountability for enterprise performance; and the enterprise has established steering committees with customers and suppliers to drive interenterprise process change.				
	<b>Integration</b>	One or more groups advocate and support possibly distinct operational improvement techniques.	An informal coordinating body provides needed program management while a steering committee allocates resources for process redesign projects.	A formal program management office, headed by a chief process officer, coordinates and integrates all process projects, and a process council manages interprocess integration issues. The enterprise manages and deploys all process improvement techniques and tools in an integrated manner.	Process owners work with their counterparts in customer and supplier enterprises to drive interenterprise process integration.				

GREEN: largely true    YELLOW: somewhat true    RED: largely untrue

Copyright © 2007, Harvard Business School Publishing Corporation. All rights reserved. Harvard Business Review

Abbildung 33: Bewertungsbogen PEMM Unternehmen (Palamoottil, 2019)

Use this scorecard to evaluate your process management environment. Circle the number on each 5-point scale which best describes how your organization manages its key business processes.

- 1. Alignment with strategy**  
*Business processes are directly linked to the organization's strategy and critical success factors.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 2. Holistic approach**  
*Enterprise business processes are defined before launching improvement initiatives (e.g., Six Sigma).*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 3. Process awareness by management and employees**  
*Key players understand the role of process management in improving performance.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 4. Portfolio of process management initiatives**  
*Improvement efforts are prioritized according to process "health" and linkage to current issues.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 5. Process improvement methodology**  
*Process management teams use a standard approach to navigate process analysis and design.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 6. Process metrics**  
*Process performance is measured at the individual, process, and enterprise levels.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 7. Customer focus**  
*Process analysis and design efforts focus on delivering value to the customer.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 8. Process management**  
*Process owners monitor process metrics and continuous improvement efforts on a regular basis.*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 9. Information systems**  
*Process is the "master" and information systems are the "servants."*

1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree
- 10. Change management**  
*People and cultural issues are effectively addressed when process changes are introduced.*

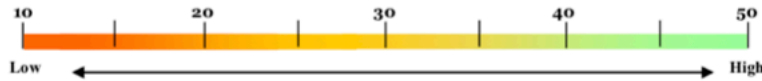
1 Strongly Disagree ← 2 3 4 → 5 Strongly Agree

Abbildung 34: Bewertungsbogen PPI Modell (Palamoottil, 2019)

## Process Performance Index

### Interpreting Your Results

Add up your scores for all ten factors and plot the total on the following scale. The lowest possible score is 10 and the highest possible score is 50.



This is your organization's Process Performance Index. It provides a snapshot of how well you're managing key business processes, and identifies opportunities to achieve improved results.

Your Total Score		
10 - 25 pts.	26 - 40 pts.	41 - 50 pts.
<b>Process Management Initiation</b>	<b>Process Management Evolution</b>	<b>Process Management Mastery</b>
<i>Your organization could achieve significant benefits by focusing on your business processes in a deliberate and disciplined manner.</i>	<i>Your organization has not reached its process management potential and is "leaving significant process money on the table."</i>	<i>Process management is a "way of life" in your organization; it's fully integrated into planning and performance evaluation.</i>
<p><b>Suggested Next Steps:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Designate a process management sponsor to identify the tangible benefits of launching a comprehensive process management program or re-launching your existing program.</li> <li><input type="checkbox"/> Educate your managers on process management concepts.</li> <li><input type="checkbox"/> Develop a formal plan for attacking process opportunities in an organized manner.</li> <li><input type="checkbox"/> Reach consensus on the plan and incorporate the program in your planning cycle.</li> </ul>	<p><b>Suggested Next Steps:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Make a conscious effort to re-evaluate your process improvement program during the current planning cycle.</li> <li><input type="checkbox"/> Ensure that your management team members are committed to process management.</li> <li><input type="checkbox"/> Verify that process owners and design teams have the right tools and training.</li> <li><input type="checkbox"/> Identify the tangible and intangible deficiencies in your process management program.</li> <li><input type="checkbox"/> Develop a game plan for resolving these deficiencies and incorporate these action items in your business plan.</li> </ul>	<p><b>Suggested Next Steps:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Train your new managers on process management tools and concepts.</li> <li><input type="checkbox"/> Continue to share internal "process best practices" across your organization.</li> <li><input type="checkbox"/> Verify that the correct process measures are being used in your planning process.</li> <li><input type="checkbox"/> Consider acquiring additional process management tools for your design teams (e.g., process modeling software).</li> <li><input type="checkbox"/> Consider using enterprise value chains to manage your business.</li> </ul>

© Copyright Rummler-Brache Group  
(800) 992-8849 www.RummlerBrache.com

Abbildung 35: Bewertungsraster PPI Modell (Palamoottil, 2019)

### 12.1.1 Auswertung Suchresultate Prozesse

Nachfolgend eine Übersicht über diejenigen Literaturstellen, die im Rahmen der Literaturrecherche auf den aufgeführten Portalen gefunden wurden. Diese Auflistung ist insofern nicht abschliessend, als dass weitere verwendete Literaturstellen von Unterrichtsmaterialien oder über direkte Empfehlung von Fachexperten konsultiert wurden. Diese sind in der nachstehenden Tabelle nicht aufgeführt, finden sich aber im Quellenverzeichnis und mit Verweis an entsprechenden Textstellen.

Titel	Autor	Jahr	Typ	Klasse	Zusammenfassung	Seiten
What Makes Process Models Understandable?	J. Mendling, H.A. Reijers, J. Cardoso	2007	Fachartikel	Fachliteratur	Obwohl formale und informelle Qualitätsaspekte für die Geschäftsprozessmodellierung von großer Bedeutung sind, gibt es nur wenige empirische Arbeiten über die Qualität von Prozessmodellen und deren Einflussfaktoren. In dieser Arbeit untersuchen wir die Verständlichkeit als Proxy für die Qualität von Prozessmodellen und konzentrieren uns auf die Zusammenhänge mit Personen- und Modellcharakteristika. Wir setzten einen Fragebogen in Vorlesungen an drei europäischen Universitäten ein und generierten mehrere neue Hypothesen aus einer explorativen Datenanalyse. Außerdem befragten wir Praktiker, um unsere Ergebnisse zu validieren. Die Ergebnisse zeigen, dass Teilnehmer dazu neigen, die Unterschiede in der Modellverständlichkeit zu übertreiben, dass die Selbsteinschätzung der Modellierungskompetenz ungültig zu sein scheint und dass die Anzahl der Bögen in Modellen einen wichtigen Einfluss auf die Verständlichkeit hat.	alle

Den Planungsprozess optimieren	Olaf B. Mäder	2015	Fachartikel	Fachliteratur	Planungsprozesse sind komplex und aufwendig. Damit Unternehmen ihre operative Planung schneller und effizienter erstellen können, sollten sie sich an 14 erfolgskritischen Faktoren orientieren. So stellen sie sicher, dass die Planung die strategischen Ziele widerspiegelt, der Aufwand im Rahmen bleibt und die Datenqualität zieladäquat ist.	alle
Evaluation of the production planning policy alternatives in a PET resin production plant: A case study from Turkey	Abdullah Akman Demirkan, Zeynep Didem Unutmaz Durmuşoğlu	2020	Fachartikel	Fachliteratur	Ziel: Der Hauptzweck dieser Arbeit ist die Entwicklung mehrerer Produktionsplanungsmodelle für eine der PET-Flaschenproduktionsanlagen (in der Türkei) unter verschiedenen Szenarien durch die Berücksichtigung verschiedener Lagerbestände (kein Lagerbestand und verschiedene Sicherheitsbestände), verschiedener Energiebeschaffungsalternativen (Erdgas/Kohle oder beides) und des Produktionsdurchsatzes (verschiedene Losgrößen). Entwurf/Methodik/Ansätzen: Es wird ein deterministisches Mehrprodukt-Mehrperioden-Einstufenmodell der gemischt-ganzzahligen linearen Programmierung vorgestellt. Das Modell wird für die oben definierten Szenarien implementiert. Wir haben auch die Gesamtemission betrachtet, die für verschiedene Energiealternativen produziert wird. Ergebnisse: Die Modelle für die verschiedenen Szenarien haben gezeigt, dass signifikante Leistungsverbesserungen durch Änderung der Parameter/Politiken der Produktion erreicht werden können. Das beste erhaltene Modell hat eine Gewinnverbesserung von 6,6 % und eine Kostenreduzierung von 6,9 % ergeben. Beschränkungen der Untersuchung: Der Planungshorizont dieser Arbeit konnte die Daten der Jahre 2014 bis 2018 abdecken. Die tatsächlichen Daten, die für diese Studie verwendet wurden, sind jedoch aufgrund der Nichtverfügbarkeit weiterer Daten auf ein Jahr beschränkt. Darüber hinaus ist die	Alle

					<p>Verbesserung des aktuellen Produktionsplanungsansatzes des Werks durch die Implementierung des vorgeschlagenen Modells eines der Ziele dieser Studie, um die Erfolgsrate des Modells zu sehen. Dies konnte jedoch nicht realisiert werden. Wir haben die Verbesserung durch das vorgeschlagene Modell hypothetisch getestet, daher können wir die tatsächliche Verbesserung nicht analysieren.</p> <p>Praktische Implikationen: Die Wechselwirkungen zwischen den optimalen Ergebnissen, die durch die Ausführung des Modells mit verschiedenen Szenarien erzielt wurden, und ihre Auswirkungen auf ausgewählte Leistungsvariablen sind der Hauptbeitrag dieser Arbeit. Eine ähnliche Methodik könnte in anderen PET-Harz-Herstellungsanlagen oder alternativ in Produktionsanlagen mit ähnlichen kontinuierlichen Herstellungsprozessen verwendet werden, um deren optimale Bestandsniveaus, Produktionsdurchsatz und die richtige Wahl der Energiebeschaffungsalternative zu finden. Originalität/Wert: Die Forschung zur Produktionsplanung für die PET-Harz-Industrie unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien (Bestandsniveaus / Energiebeschaffungsalternativen / Produktionsdurchsatz) ist unseres Wissens neu, und daher wird erwartet, dass der in dieser Studie verwendete Ansatz für andere ähnliche Anlagen nützlich sein wird.</p>	
Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: An empirical assessment	Willian Q. Judge, JR. Thomas J. Douglas	1998	Fachartikel	Fachliteratur	Dieser Beitrag untersucht die Fähigkeit von Firmen, ein kritisches strategisches Thema, die natürliche Umwelt, in den strategischen Planungsprozess innerhalb der natürlichen ressourcenbasierten Perspektive zu integrieren. Unter Verwendung von Umfragedaten, die von einer Vielzahl von Firmen und Industrien in den Vereinigten Staaten gesammelt wurden, haben wir empirisch die Antezedenzen und Auswirkungen der Integration der natürlichen Umwelt in den formalen Planungsprozess	alle

					untersucht. Diese Daten wurden mittels Strukturgleichungsmodellierung mit der LISREL-Technik analysiert. Insgesamt lieferten unsere Daten eine starke Unterstützung für die hypothetischen Beziehungen. Insbesondere fanden wir heraus, dass das Ausmass der Integration von Umweltmanagementbelangen in den strategischen Planungsprozess positiv mit der finanziellen und umweltbezogenen Leistung zusammenhängt. Darüber hinaus fanden wir heraus, dass die Integration von Umweltbelangen in den Planungsprozess um so grösser ist, je grösser die funktionale Abdeckung und je mehr Ressourcen für Umweltbelange bereitgestellt werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Berücksichtigung von Umweltthemen Wettbewerbsvorteile auf dem Markt bringen kann, wie es die auf natürlichen Ressourcen basierende Perspektive nahelegt.	
Beurteilung der Güte und Reife eines Prozessmanagements	Naveen Palamoottil	2019	Bachelorarbeit	Fachliteratur	Untersuchung bestehender Reifegradmodelle zur Entwicklung eines niederschweligen Assessments zur Bestimmung der Güte und Reife eines Prozessmanagements in einer Organisation	alle
Strategisches und taktisches Logistikmonitoring der prozesskettenorientierten Produktion	Robin Colman	2003	Dissertation	Fachliteratur	Methoden zur Kennzahlanalyse mittels Ursachen-Wirkungsnetzen innerhalb des logistischen Monitorings einer prozesskettenorientierten Produktion.	67 – 80
Integrating environmental assessment of failure modes in maintenance planning of production systems	Fancesco Constantino, Giulio Di Gravio, Massimo Tronci	2013	Fachartikel	Fachliteratur	Neben der Vorbeugung und Kontrolle der wirtschaftlichen, technischen und sicherheitstechnischen Auswirkungen von Fehlern, um bestenfalls Produktionsverluste zu reduzieren, ist es das Ziel der Instandhaltung, den Einsatz und die Nutzung von Ressourcen systematisch zu überprüfen und zu verbessern, um die Qualität von Produkten und Prozessen zu sichern. Gleichzeitig werden	alle

					<p>der Verbrauch von Ressourcen und ihre relativen Umweltauswirkungen zu einem zentralen Thema in den neuen internationalen Vorschriften und Standards für eine nachhaltige Fertigung. Ausgehend von diesen Überlegungen schlägt der Beitrag eine innovative Methodik vor, die, ausgehend von den Prinzipien der FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis), deren eigene Konzepte durch die Einführung eines spezifischen Index zur Messung der Umwelteinflüsse von Fehlern erweitert. Ausgehend von der traditionellen Definition der RPZ (Risikoprioritätszahl) eines Fehlermodus definiert der Ansatz einen neuen Indikator (Umweltindikator), um die Ergebnisse der FMECA zu erweitern und die kritischsten Themen des Umweltschutzes zu berücksichtigen: Materialverbrauch, Emissionen und Abfälle, Lebensdauer der Systeme. Mit diesem Werkzeug kann die Wartungsplanung auch unter Berücksichtigung der Umweltperspektive definiert werden. Die Methodik wird am Wartungsprogramm einer Fertigungslinie in einem pharmazeutischen Produktionssystem getestet und die Ergebnisse werden mit denen verglichen, die mit einem traditionellen FMECA-Ansatz erzielt wurden.</p>	
Applying heuristics in supply chain planning in the process industry	Nils-Hassan Qutineh, Helene Lidestam	2020	Fachartikel	Fachliteratur	<p>In diesem Beitrag wird ein Modell der gemischt-ganzzahligen linearen Programmierung (MILP) entwickelt, das als Entscheidungshilfe für das Chemieunternehmen Perstorp Oxo AB verwendet werden kann. Die Absicht mit dem mathematischen Modell ist es, den Gewinn zu maximieren und das Modell kann im Prozess der Planung der Lieferkette für das Unternehmen verwendet werden. Perstorp Oxo ist als globales Unternehmen in der Prozessindustrie eingestuft und hat Produktionsstandorte in Gent, Castellanza, Stenungsund und Perstorp. Der Standort in Stenungsund steht in dieser Arbeit im Mittelpunkt. Das Unternehmen produziert Chemikalien, die später zum Beispiel in der Textil-, Kunststoff- und Glasproduktion eingesetzt werden. Perstorp Oxo nutzt auch Lagerbestände in anderen Ländern, um</p>	alle

					den Verkauf im Ausland zu ermöglichen. Es hat zwei größere Lager in Antwerpen und in Tees und zwei kleinere in Philadelphia und in Aveiro. Die größeren Einrichtungen lagern fünf verschiedene Produkte und die kleineren kümmern sich um jeweils eine Sorte. Um machbare und profitable Produktionspläne für das Unternehmen zu finden, haben wir rollierende Horizonttechniken für einen Zeithorizont von einem Jahr entwickelt und implementiert und reale Verkaufsdaten verwendet. Die Ergebnisse des Modells zeigen den Transport der Produkte zwischen den verschiedenen Produktionsstandorten, die verschiedenen Produktionsraten, die Höhe der Lagerbestände, die Rüstzeiten und die Einkäufe bei externen Lieferanten. Die numerischen Ergebnisse sind vielversprechend und wir kommen zu dem Schluss, dass ein auf einem Optimierungsmodell basierendes Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung die Situation für die Planer bei Perstorp Oxo AB verbessern könnte.	
Sales and Operations Planning (S&OP) Concepts and Models under Constraints: Literature Review	Nabil Lahloua, Abdellah El Barkany, Ahmed El Khalfi	2018	Fachartikel	Fachliteratur	Die Globalisierung hat erhebliche Auswirkungen auf das Unternehmensmanagement, insbesondere auf die Lieferkette (Durchlaufzeit, Investitionen in Produktionskapazität und -technologie, Organisation & Management ...). Die Absatz- und Betriebsplanung (S&OP) umfasst alle Prozesse, die die strategischen Ziele des Unternehmens mit dem Produktionsplan verbinden. Der Einfluss der S&OP auf die betriebliche Leistung wurde durchgängig und signifikant in den betrieblichen Aspekten der Produktion nachgewiesen: Qualität (Konformität der Produktion, Produktqualität und -zuverlässigkeit), Lieferung (Lieferflexibilität, Lieferzuverlässigkeit, Fertigungstermine, Durchlaufzeiten), Bestände (Reduzierung der Lagerbestände, Bestandsoptimierung) und Flexibilität (flexible Menge und Mix). Unser Ziel in diesem Beitrag ist es, im ersten Teil einen Literaturüberblick über die Absatz- und Betriebsplanung sowie über verschiedene Forschungen und entwickelte Modelle zu geben. Im zweiten Teil werden wir den transversalen	alle

					Aspekt unserer Forschung betonen, der sowohl operative, taktische als auch strategische Fragen in einem Kontext mit unterschiedlichen Einschränkungen beinhaltet.	
Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling	Arnoldo C. Hax, Harlan C. Meal	1973	Fachartikel	Fachliteratur	Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung eines hierarchischen Planungs- und Terminierungssystems für eine Situation mit mehreren Werken, mehreren Produkten und saisonaler Nachfrage. In dieser hierarchischen Struktur liefern optimale Entscheidungen auf einer aggregierten Ebene (Planung) Einschränkungen für die detaillierte Entscheidungsfindung (Terminierung). Es werden vier Ebenen der Entscheidungsfindung verwendet: Erstens werden die Produkte den Werken zugewiesen (unter Verwendung der gemischt-ganzzahligen Programmierung), wobei langfristige Entscheidungen zur Kapazitätsbereitstellung und -auslastung getroffen werden; zweitens wird ein saisonaler Lageraufbauplan erstellt (unter Verwendung der linearen Programmierung), wobei Kapazitätszuweisungen in jedem Werk unter Produkttypen vorgenommen werden, innerhalb derer die Produkte ähnliche Bestandskosten haben; Drittens werden detaillierte Pläne für jede Produktfamilie erstellt (unter Verwendung von Standard-Bestandskontrollmethoden für Artikel, die für die Produktion gruppiert werden, da die Artikel in einer Familie eine gemeinsame Haupteinrichtung haben), wobei die Kapazität des Typs auf die Produktfamilien des Typs aufgeteilt wird; viertens werden individuelle Laufmengen für jeden Artikel in jeder Familie berechnet, wiederum unter Verwendung von Standard-Bestandsmethoden. Die verwendeten Näherungen und die entwickelten Verfahren werden ausreichend detailliert beschrieben, um eine ähnliche Anwendung anzuleiten. Wir diskutieren auch die Probleme, die bei der Implementierung aufgetreten sind, und den Ansatz, der zur Lösung dieser Probleme verwendet wurde. Abschließend schätzen wir die Kosten und den Nutzen dieser Systemanwendung.	alle

<p>A Production Planning and Scheduling Method Based on Heuristic Rules for Forming-sintering Production System</p>	<p>Zhang Zhengmin, Guan Zailin, Yue Lei*, Wang Chuangjian, Wang Hao</p>	<p>2019</p>	<p>Fachartikel</p>	<p>Fachliteratur</p>	<p>Der Form-Sinter-Prozess ist der Engpass des Fertigungssystems für magnetisches Material im Allgemeinen, der die Gesamtleistung der Werkstatt einschränkt. Aufgrund der komplexen Randbedingungen in einem solchen Produktionssystem ist es schwierig, einen Produktionsplan zu formulieren. In der aktuellen Forschung wird das Produktionsplanungs-Steuerungs-Framework integriert mit dem DBR-Konzept (Drum-Buffer-Rope) für den Form-Sinter-Prozess entworfen. Darüber hinaus wird eine heuristische Methode vorgeschlagen, die die Einschränkungen des Produktionsprozesses des magnetischen Materials berücksichtigt und den Vorbereitungsprozess des Produktionsplans für das Form-Sintern standardisiert und optimiert. Die praktische Anwendung zeigt, dass die heuristische Methode die Anzahl der WIPs stark reduziert, den Auftragsfertigungszyklus verkürzt und die Termintreue und den Auslastungsgrad des Sinterofens im Vergleich zur aktuellen Planungsmethode des Unternehmens verbessert.</p>	<p>alle</p>
---	---	-------------	--------------------	----------------------	--	-------------

Tabelle 7: Übersicht Ergebnisse Literaturrecherche «Prozesse»

### 12.1.2 Auswertung Suchresultate Assistenzsystem

Nachfolgend eine Übersicht über diejenigen Literaturstellen, die im Rahmen der Literaturrecherche auf den aufgeführten Portalen gefunden wurden. Diese Auflistung ist insofern nicht abschliessend, als dass weitere verwendete Literaturstellen von Unterrichtsmaterialien oder über direkte Empfehlung von Fachexperten konsultiert wurden. Diese sind in der nachstehenden Tabelle nicht aufgeführt, finden sich aber im Quellenverzeichnis und mit Verweis an entsprechenden Textstellen.

Titel	Autor	Jahr	Typ	Klasse	Zusammenfassung	Seiten
A machine learning-based approach for predicting the outbreak of cardiovascular diseases in patients on dialysis	Sabrina Mezzatesta, Claudia Torino, Pasquale De Meo, Giacomo Fiumara, Antonio Vilasi	2019	Fachartikel	Fachliteratur	Hintergrund und Zielsetzung: Patienten mit End-Stage Kidney Disease (ESKD) haben ein einzigartiges kardiovaskuläres Risiko. Ziel dieser Studie ist es, Tod und kardiovaskuläre Erkrankungen bei Dialysepatienten mit einer gewissen Präzision vorherzusagen. Methoden: Um unser Ziel zu erreichen, wurden Techniken des maschinellen Lernens eingesetzt. Zwei Datensätze wurden berücksichtigt: Der erste ist ein italienischer Datensatz, der vom Istituto di Fisiologia Clinica des Consiglio Nazionale delle Ricerche von Reggio Calabria stammt; der zweite ist ein amerikanischer Datensatz, der vom National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK) zur Verfügung gestellt wurde. Von jedem haben wir 5 Datensätze erhalten, je nach dem Ergebnis, das uns interessiert. Wir testeten verschiedene Arten von Algorithmen (sowohl lineare als auch nicht-lineare), aber die endgültige Wahl fiel auf die Support Vector Machine. Insbesondere erhielten wir die besten Leistungen mit dem nicht-linearen SVC mit RBF-Kernel-Algorithmus, der mit GridSearch optimiert wurde. Letzteres ist ein Algorithmus, der dazu dient, die beste Kombination von Hyperparametern zu suchen (in unserem Fall, um das beste Paar (C, $\gamma$ ) zu finden), um die Genauigkeit des Algorithmus zu verbessern. Ergebnisse: Die Verwendung von nicht-linearem SVC mit RBF-Kernel-Algorithmus, optimiert mit GridSearch, ermöglichte es, eine Genauigkeit von 95,25% im italienischen Datensatz und von 92,15% im amerikanischen Datensatz, in einem	alle

					Zeiträumen von 2,5 Jahren, bei der Vorhersage von ischämischer Herzkrankheit zu erhalten. Eine schlechtere Leistung wurde für die anderen Outcomes erzielt. Schlussfolgerungen: Der auf maschinellem Lernen basierende Ansatz, der in unserer Studie angewendet wurde, ist in der Lage, den Ausbruch von kardiovaskulären Erkrankungen bei Dialysepatienten mit einer hohen Genauigkeit vorherzusagen	
Worker assignment and production planning with learning and forgetting in manufacturing cells by hybrid bacteria foraging algorithm	Chunfeng Liu, Jufeng Wang, Joseph Y.-T. Leung	2016	Fachartikel	Fachliteratur	Wir betrachten ein gemeinsames Entscheidungsmodell für die Zuweisung von Arbeitern und die Produktionsplanung in einem dynamischen zellularen Fertigungssystem der Fasersteckverbinder-Herstellungindustrie. Einerseits wird sich aufgrund der Lern- und Vergessenseffekte der Arbeiter die Produktionsrate jeder Arbeitsstation häufig ändern. So kann der Engpass-Arbeitsplatz in der nächsten Periode auf einen anderen wechseln. Es lohnt sich, mehrfach qualifizierte Arbeiter neu zuzuweisen, so dass die Produktionsrate der Engpass-Arbeitsstation steigen kann. Andererseits kommt es aufgrund der begrenzten Produktionskapazität und der Vielfalt der Aufträge in jeder Periode häufig zu verspäteter Lieferung oder Vorproduktion. Die Teile mit Arbeitsfolge müssen an die gewünschten Zellen zur Bearbeitung versandt werden. Das Ziel ist es, die Rückstandskosten und die Kosten für die Lagerhaltung zu minimieren. Um dieses komplizierte Problem zu lösen, schlagen wir einen effizienten hybriden Bacteria-Foraging-Algorithmus (HBFA) mit aufwendig gestalteter Lösungsrepräsentation und Bakterien-Evolutionsoperatoren vor. Eine auf zwei Phasen basierende Heuristik ist in den HBFA eingebettet, um eine qualitativ hochwertige Anfangslösung für die weitere Suche zu erzeugen. Wir haben unseren Algorithmus mit zufällig generierten Instanzen getestet, indem wir ihn mit dem ursprünglichen Bacteria-Foraging-Algorithmus (OBFA), dem diskreten Bacteria-Foraging-Algorithmus (DBFA), dem hybriden genetischen	Alle

					Algorithmus (HGA) und dem hybriden simulierten Annealing (HSA) verglichen haben. Unsere Ergebnisse zeigen, dass der vorgeschlagene HBFA eine bessere Leistung hat als die vier verglichenen Algorithmen bei gleicher Laufzeit.	
Prediction of High-Risk Asymptomatic Carotid Plaques Based on Ultrasonic Image Features	Efthymou C. Kyriacou, Styliani Petroudi, Constantinos S. Pattichis, Marios S. Pattichis, Maura Griffin, Stavros Kakkos, Andrew Nicolaides	2012	Fachartikel	Fachliteratur	Karotis-Plaques wurden mit ipsilateralen neurologischen Symptomen in Verbindung gebracht. Hochauflösender Ultraschall kann nicht nur Informationen über den Grad der Karotisstenose liefern, sondern auch über die Eigenschaften der Arterienwand einschließlich der Größe und Konsistenz atherosklerotischer Plaques. Ziel dieser Studie ist es, festzustellen, ob die Hinzunahme von Ultraschall-Plaquetexturmerkmalen zu den klinischen Merkmalen bei Patienten mit asymptomatischer inter-naler Karotisstenose (ACS) die Fähigkeit verbessert, Plaques zu identifizieren, die einen Schlaganfall verursachen werden. 1121 Patienten mit ACS wurden mit Ultraschall gescannt und über einen Zeitraum von durchschnittlich 4 Jahren beobachtet. Es wird gezeigt, dass die Kombination von Texturmerkmalen, die auf Statistiken zweiter Ordnung, räumlichen Graustufen-Abhängigkeitsmatrizen (SGLDM) und klinischen Faktoren basieren, die Schlaganfallvorhersage verbessert (durch korrekte Vorhersage von 89 der 108 Fälle, die symptomatisch waren). Hier wurden die besten Klassifikationsergebnisse von $77 \pm 1,8\%$ durch die Verwendung der SGLDM-Texturmerkmale mit Support-Vector-Machine-Klassifikatoren erzielt. Die Kombination von morphologischen Merkmalen mit klinischen Merkmalen ergab etwas schlechtere Klassifikationsergebnisse von $76 \pm 2,6\%$ . Diese Befunde müssen in weiteren prospektiven Studien weiter validiert werden.	alle

<p>CrowdChess: A System to Investigate Shared Game Control in Live-Streams</p>	<p>Pascal Lessel, Alexander Vielhauer, Antonio Krüger</p>	<p>2017</p>	<p>Fachartikel</p>	<p>Fachliteratur</p>	<p>In letzter Zeit sind Gaming-Livestreams aufgetaucht, bei denen das Publikum ohne Streamer interagiert. Bei diesen Einstellungen kann das Publikum manchmal aus einer Reihe von Eingabeaggregatoren auswählen, um zu vermitteln, wie die einzelnen Beiträge aggregiert werden. Wir haben CrowdChess entwickelt, ein System, das für den Live-Streaming-Kontext optimiert ist: Mehrere Zuschauer spielen gemeinsam Schach in einer einzigen Spielinstanz gegen eine KI; sie schlagen Züge vor und wählen außerdem einen von sechs Aggregatoren aus, um ihre Beiträge zu vermitteln. Im Gegensatz zu existierenden Ansätzen erlaubt CrowdChess Rückschlüsse auf die Qualität der individuellen und der Aggregator-Beiträge und dient somit als Testumgebung für die effektive Interaktion eines Publikums in solchen Umgebungen. Wir haben eine Studie in einem Live-Streaming-Setup (n=12) durchgeführt und tragen zu Erkenntnissen über die Spielerwahrnehmung von publikumsgesteuerten Spielen bei und zeigen, wie Aggregatoren in einer solch kleinen Umgebung eingesetzt werden, z. B. die Tendenz, gruppenbasierte Aggregatoren zu verwenden, anstatt einen Einzelnen zu ermächtigen.</p>	<p>alle</p>
--	---	-------------	--------------------	----------------------	---	-------------

Tabelle 8: Übersicht Ergebnisse Literaturrecherche «Assistenzsystem»