

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Wir leben in einem Zeitalter der Turbulenzen<sup>1</sup>. Die Finanzkrise im Jahr 2008 traf die globale Wirtschaft unerwartet heftig hinsichtlich ihres Ausmaßes und ihrer Geschwindigkeit. Die Krise bestätigte, dass Turbulenzen, ausgelöst durch unerwartete, plötzliche Ereignisse im verwobenen globalen Wirtschaftsgefüge, auch künftig wieder auftreten werden. Davon betroffen sind, ebenso wie die globalen Finanzmärkte, auch die mit ihnen verbundenen Gütermärkte und die darin agierenden Unternehmen.

Die anhaltende Globalisierung von Wertschöpfungsprozessen intensiviert und beschleunigt die Verflechtung der Unternehmen und ganzer Volkswirtschaften. Die dabei entstehenden komplexen Wertschöpfungsnetzwerke<sup>2</sup>, auch als Supply Chains bezeichnet, entwickeln unvorhersehbare Eigendynamiken in ihren Produktions- und Logistikprozessen. Gleichzeitig führt die zunehmende Verflechtung zu vielfältigen Abhängigkeiten zwischen den Prozessbeteiligten, was eine enge, kooperative Zusammenarbeit in den Wertschöpfungsnetzwerken immer wichtiger macht.<sup>3</sup>

Wohl wichtigster Treiber dieser Entwicklung ist die Digitalisierung, die mit ihren anhaltenden exponentiellen Leistungssteigerungen der technischen Infrastrukturen<sup>4</sup> auch mit exponentieller Geschwindigkeit neue Geschäftsmodelle entstehen lässt und bestehende transformiert. Sie beflügelt Schumpeters Prozess der „Creative Destruction“, der „unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur von innen heraus revolutioniert, unaufhörlich die alte Struktur zerstört und unaufhörlich eine neue schafft“<sup>5</sup>. Auf bestehende Unternehmen erzeugt dies einen hohen Innovationsdruck die neuen technischen Möglichkeiten für die eigenen Prozesse und Produkte zu nutzen, um sich im Marktwettbewerb weiterhin durchsetzen zu können. In den Produktionsunternehmen zeigt sich die Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen. In der Fertigung vollzieht sich der Umbruch in das vierte industrielle Zeitalter, die Industrie 4.0<sup>6</sup>. In einem Internet der Dinge<sup>7</sup> kommt es dabei zu einem Anstieg sowohl zentraler (z. B. „Cloud“-Dienste) als auch dezentraler (z. B. „cyberphysische Systeme“<sup>8</sup>) künstlicher Intelligenz und damit verbundener (Selbst-)Organisationsprozessen. Diese digitalisierte Welt erzeugt eine zunehmende Menge digital verfügbarer Daten, was unter dem Begriff Big Data bekannt ist. Die Daten ermöglichen eine immer höhere Transparenz über das Wertschöpfungsnetzwerk und ein immer differenzierteres Verständnis der Kunden und ihrer Bedürfnisse.

---

<sup>1</sup> Der langjährige Chef der amerikanischen Notenbank betitelte seine Biografie, die schon kurz vor der Finanzkrise erschien, mit „The Age of Turbulence“ [Greenspan, 2008 S. 18].

<sup>2</sup> Vgl. [Krog et al., 2008 S. 190-191].

<sup>3</sup> Vgl. [Wildemann, 2005 S. 504].

<sup>4</sup> Vgl. [Brock et al., 2006] zit. [Moore, 1965 S. 4].

<sup>5</sup> Vgl. [Schumpeter, 1942].

<sup>6</sup> Vgl. [Kagermann et al., 2011].

<sup>7</sup> Vgl. [Bullinger et al., 2007].

<sup>8</sup> Vgl. [Arbeitskreis Industrie 4.0, 2012 S. 38-41].

Auch stellt die Gesellschaft zunehmend Anforderungen an die Unternehmen angesichts globaler Trends wie Ressourcenverknappung, Klimawandel und wachsender ökonomischer Ungleichheiten der Menschen. Diese zielen auf den Nutzen und die Nachhaltigkeit des Wirtschaftens für Menschen heutiger und künftiger Generationen ab. Dazu gehört auch die fortschreitende Veränderung der sozio-technischen Arbeitswelt<sup>9</sup> durch die schöne neue, digitale Welt, in der Menschen ganz anderen Anforderungsprofilen gegenüberstehen, wenn die bisher von ihnen ausgeführten Tätigkeiten plötzlich von Maschinen übernommen werden.<sup>10</sup>

Als innovationsgetriebene Branche sind die Unternehmen der Automobilindustrie vielfach von diesen Trends betroffen, die zu erheblichen Veränderungen bis tief in ihre Wertschöpfungsprozesse hinein führen. Ein zentraler Wertschöpfungsprozess eines Automobilherstellers ist sein Auftragsabwicklungsprozess, der die Bestellung des Fahrzeuges durch den Kunden, die Produktion und schließlich die Auslieferung umfasst. Die Programmplanungsprozesse, mit denen sich diese Arbeit beschäftigt, sind wiederum zentraler Bestandteil des Auftragsabwicklungsprozesses. Ihre effiziente und effektive Ausgestaltung ist ein wichtiger Hebel für den Erfolg des gesamten Unternehmens.

## **1.2 Problemstellung**

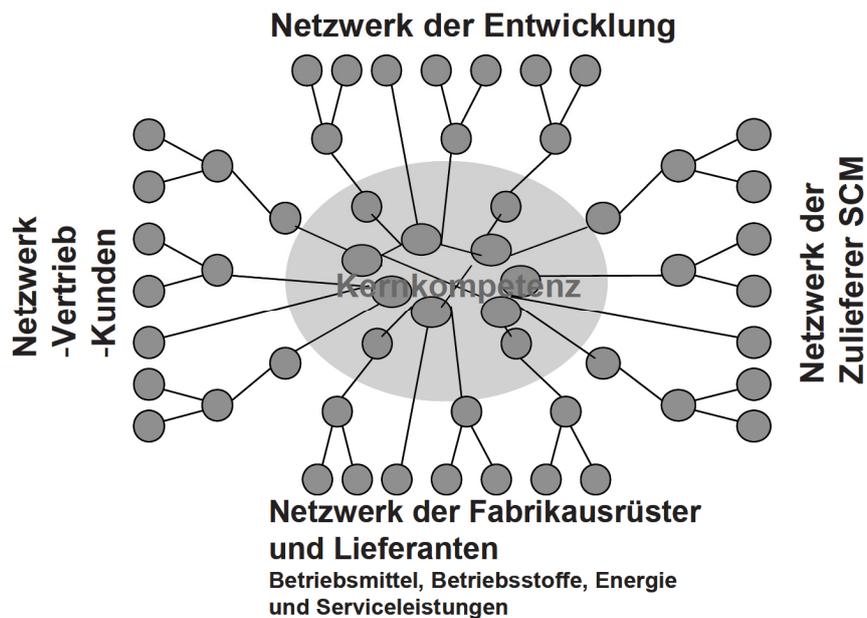
In ihren Auftragsabwicklungsprozessen kämpfen die Automobilhersteller heute mit zwei zentralen Herausforderungen. Zum einen ist das ein starker Anstieg der Produktkomplexität. Ursache dafür sind, neben dem technologischen Fortschritt, die marktseitig kontinuierlich wachsenden Anforderungen hinsichtlich der Individualisierbarkeit der Produkte.<sup>11</sup> Dies äußert sich in einer permanent steigenden Angebotsbreite der Hersteller in Form neuer Fahrzeugmodelle und -varianten, die eine entsprechende zunehmende Komplexität der internen Wertschöpfungsprozesse mit sich bringt. So sind heute typischerweise die meisten Fahrzeuge innerhalb einer Wochenproduktion hinsichtlich ihrer Konfigurationen einzigartig. Die zweite zentrale Herausforderung ist ein Anstieg der Komplexität des Produktionsnetzwerkes. Ursächlich dafür sind die zunehmenden Abhängigkeiten im Netzwerk der Prozessbeteiligten. Die Netzwerke der Zulieferer, des Vertriebs und der Entwicklung stehen in immer umfangreicheren wechselseitigen Abhängigkeiten, wie Abbildung 1-1 zeigt.

---

<sup>9</sup> Vgl. [Arbeitskreis Industrie 4.0, 2012 S. 13].

<sup>10</sup> Vgl. [Otto, 2010 S. 7].

<sup>11</sup> Vgl. [Wagenitz, 2007 S. 4], [Göpfert et al., 2012 S. 16-17].



**Abbildung 1-1: Vernetzung der Produktion und zunehmende wechselseitige Abhängigkeiten<sup>12</sup>**

Dies zeigt sich in einer wachsenden Anzahl von Wertschöpfungsstufen insgesamt und einer zunehmenden Verlagerung dieser von den Herstellern zu den Zulieferern und Dienstleistern.<sup>13</sup> Dem Hersteller kommt damit zunehmend die Rolle des Koordinators eines unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerkes zu. Laut der Studie „FAST 2025 – Future Automotive Industry Structure“<sup>14</sup> wird der Wertschöpfungsanteil der Hersteller, die auch als Original Equipment Manufacturer (OEM) bezeichnet werden, von derzeit etwa 35 Prozent auf 29 Prozent im Jahr 2025 zurückgehen. Mit dieser Entwicklung gehen stetig wachsende Anforderungen an die Planungs- und Steuerungsprozesse des Herstellers einher. Bei der Bewältigung dieser Aufgabe spielen IT-gestützte und weitgehend automatisierte Geschäftsprozesse eine entscheidende Rolle. Abbildung 1-2 zeigt am Beispiel von Fahrzeugmodulen die bisherigen und erwarteten Verteilungen der Wertschöpfungsanteile zwischen OEMs und Zulieferern in den Jahren 2002, 2012 und 2025.

<sup>12</sup> [Westkämper, 2008 S. 98].

<sup>13</sup> Vgl. [Syska, 2006 S. 44]

<sup>14</sup> Vgl. FAST 2025 – Future Automotive Industry Structure [Oliver Wyman; VDA, 2012].

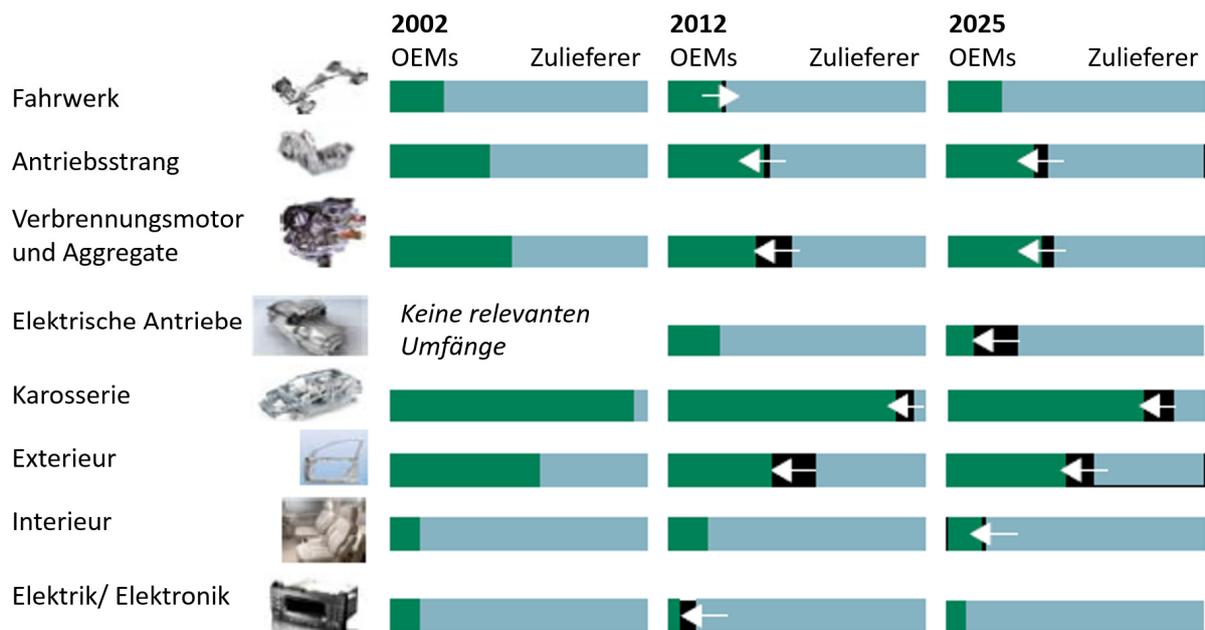


Abbildung 1-2: Entwicklung der Wertschöpfungsverteilung nach Modulen<sup>15</sup>

In Kombination mit der zunehmenden Dynamik im globalen Wettbewerbsumfeld kommt es zudem zu einer unkalkulierbaren Mischung von Komplexität und Dynamik.<sup>16</sup> Die Gestaltung der informationslogistischen Prozesse spielt für deren Beherrschung eine entscheidende Rolle. Darunter fallen besonders die Prozesse der Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Denn diese beginnen schon viele Monate vor dem Karosseriebau, dem ersten Fertigungsabschnitt im Fahrzeugwerk, in dem der eigentliche Fertigungsdurchlauf dann im Normalfall nur wenige Stunden in Anspruch nimmt. Im Zentrum der vielfältigen vorgelagerten Informationsflüsse stehen die Prognose, die Planung und die Steuerung der Produktionsprogramme in verschiedenen zeitlichen Planungshorizonten. Lange Planungsvorläufe sind eine wichtige Voraussetzung für eine wirtschaftliche Produktion im Produktionsnetzwerk. Sie ermöglichen den internen und externen Wertschöpfungspartnern, sich optimal auf die bevorstehende Last einzustellen, um notwendige Produktionskapazitäten bereitzustellen und Lastspitzen zeitlich zu glätten. Hinsichtlich der zeitlichen Planungshorizonte wird üblicherweise zwischen strategischer, taktischer und operativer Produktionsprogrammplanung unterschieden.<sup>17</sup> Während der strategische Planungshorizont die nächsten Jahre betrachtet, werden in den taktischen und operativen Horizonten die nächsten Monate bzw. Tage betrachtet.<sup>18</sup> Dem Bedürfnis nach viel „Vorbereitungszeit“ im Produktionsprozess steht allerdings die oben beschriebene Dynamisierung der Netzwerke gegenüber, die eine schnelle Reaktionsfähigkeit auf Trendänderungen und Störungen notwendig

<sup>15</sup> [Oliver Wyman; VDA, 2012]

<sup>16</sup> [ten Hompel, 2012 S. 5] hebt dies mit der Wortschöpfung „Dynaxität“ hervor. Andere Autoren verwenden auch die englische Variante „Dynaxity“.

<sup>17</sup> Vgl. [Arnold et al., 2007 S. 9].

<sup>18</sup> Vgl. [Klug, 2010 S. 371]: Dieser definiert bspw. die Zeiträume in strategisch 1–5 Jahre, taktisch 0–24 Monate, operativ 0–14 Tage.

macht. So sind in der Praxis eine Verkürzung der Planungshorizonte und insgesamt eine Verlagerung der Planungsanstrengungen auf kurzfristige Planungstätigkeiten zu beobachten.<sup>19</sup>

Bei der Produktionsprogrammplanung werden unter Berücksichtigung verschiedenster Planungsrestriktionen Auftragsmengen zusammengefasst, die in einer bestimmten Periode produziert werden sollen. Bei einer Massenproduktion mit wenigen gleichartigen Produkten steht die Produktionsprogrammplanung im Vergleich zu einer Serien- oder Einzelproduktion, bei der viele verschiedene Produkte und Produktvarianten mit der gleichen verfügbaren Produktionskapazität hergestellt werden müssen, eher im Hintergrund.<sup>20</sup> Die unterschiedlichen Kapazitätsbelastungsprofile der Produkte und Produktvarianten müssen bei letzterer nämlich optimal auf die verfügbaren Produktionskapazitäten verteilt werden, um diese effizient auslasten zu können. In der Automobilproduktion ist das besonders schwierig, da dort heute zumeist der Extremfall der Einzelfertigung in großen Mengen, nämlich einer „Mass Customization“<sup>21</sup> vorliegt. Die Komplexität der daraus resultierenden Planungs- und Ressourcenallokationsprobleme der Produktionsplanung bringt sowohl die menschliche Auffassungs- und Problemlösefähigkeit als auch die Möglichkeiten moderner IT-Systeme und Algorithmen an ihre Grenzen.<sup>22</sup> Denn schon bei wenigen Produktvarianten und Restriktionen sind die mathematisch formulierten Probleme nicht mehr exakt lösbar und man muss sich mit Heuristiken und Näherungslösungen begnügen.

Grundsätzlich bestehen diese Herausforderungen in jedem Planungshorizont, so auch in der in dieser Arbeit betrachteten Wochenprogrammplanung (WPP) und der damit verbundenen Wochenprogrammsteuerung (WPS), die sich im taktischen Planungshorizont verorten lassen.

Die WPP findet typischerweise im Zeitraum von sechs Monaten bis wenige Wochen vor Fertigungsbeginn statt. Zuletzt wird dabei, etwa vier Wochen vor Fertigungsbeginn, das Wochenprogramm fixiert und an die Fertigung übergeben. Es erreicht damit den operativen Planungshorizont. Hier wird nun in wochentagsbezogenen Programmen weitergeplant, wobei aber die durch das Wochenprogramm vorgegebene Auftragsmenge unverändert („frozen“) bleibt. Bei diesen Tagesprogrammen bekommt schließlich auch die Bildung einer optimalen Fertigungsreihenfolge große Bedeutung, in der die Fahrzeuge in einem gleichmäßigen Mix vorliegen müssen, damit im gesamten Fertigungsprozess der Produktionstakt und damit die Fließfertigung eingehalten werden können.

Im Rahmen der WPP wird festgelegt, welche Kunden- und Lagerfahrzeuge in welchen Werken produziert werden sollen, und den zur Verfügung stehenden Produktionskapazitäten fest zugeordnet. Dabei kommt es regelmäßig zu Abweichungen zwischen den vorgeplanten Produktionskapazitäten und den tatsächlich vom Markt nachgefragten Fahrzeugen. Bei der Wochenprogrammsteuerung (WPS) muss daher wiederkehrend, in knapper Zeit und mit unvollständigen Informationen von den Prozessbeteiligten gemeinsam ein Ressourcenallokationsproblem gelöst

---

<sup>19</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2002 S. 5-6].

<sup>20</sup> Vgl. [Günther et al., 2005 S. 141-142].

<sup>21</sup> Vgl. [Pine, 1993].

<sup>22</sup> Vgl. [Günther et al., 2005 S. 219].

werden, bei dem die durch Kundenbestellungen konkretisierten Bedarfe und die verfügbaren Kapazitäten für die Planungsperiode in Ausgleich gebracht werden müssen.

So liegt in einem nicht ausgeglichenen Wochenprogramm entweder eine Kapazitätsunterdeckung (Unterkapazität) oder ein Kapazitätsüberschuss (Überkapazität) vor. Das Unternehmen versucht nun im Rahmen der WPS, durch Maßnahmen diese Abweichungen zu verringern. Die Maßnahmen zielen dabei auf eine kurzfristige Beeinflussung sowohl der Kapazitäten als auch der Bedarfe ab.<sup>23</sup> Auch werden Maßnahmen miteinander kombiniert, sodass bspw. Maßnahmenbündel gebildet werden, die auf eine gleichzeitige Beeinflussung von Kapazität und Bedarf abzielen und nur dann wirksam sind. Eine Beeinflussung des Bedarfs ist bspw. das Vorziehen eines Kundenauftrags aus einem späteren Wochenprogramm in das aktuelle Wochenprogramm. Eine Beeinflussung des Angebotes ist bspw. die Erhöhung einer Produktionskapazität für eine bestimmte Ausstattungsvariante für die aktuelle Planungswoche. Die Identifikation, Auswahl und Umsetzung der richtigen Maßnahmen ist sehr zeitaufwendig und erfordert einerseits eine große Expertise und Erfahrungswissen des Planers, andererseits aber auch dessen gute Vernetzung mit den übrigen Prozessbeteiligten. Dadurch sind in der Praxis auch sehr unterschiedliche Herangehensweisen bei der Identifikation und Umsetzung geeigneter Maßnahmen zu beobachten. Dies macht den ohnehin herausfordernden Steuerungsprozess zusätzlich unübersichtlich, insbesondere auch hinsichtlich der Bewertung seiner Güte und seines Erfolges.

Oft dominieren dabei nicht das globale Zielsystem des Unternehmens oder gar eines größer gedachten Wertschöpfungsnetzwerkes, sondern lokale Zielsysteme der beteiligten Organisationseinheiten und Prozessbeteiligten innerhalb des Unternehmens. Eine häufig kritisierte Ursache dafür ist der funktionsorientierte und hierarchische Organisationsaufbau, der in vielen Unternehmen vorliegt. Durch die damit einhergehende Fokussierung auf die Optimierung der Teilprozesse des eigenen Funktionsbereiches werden häufig die Auswirkungen der eigenen Handlungen auf andere Funktionsbereiche und den Gesamtprozess vernachlässigt. Eine weitere Schwierigkeit sind die vielfältigen Abhängigkeiten, in denen die Ziele der Prozessbeteiligten zueinander stehen. Ein zentraler Zielkonflikt bei der WPS ist der zwischen der Produktion und dem Vertrieb: Die Produktion möchte eine vollständige Auslastung der vorgeplanten Produktionskapazitäten erreichen, da diese kurzfristig nicht mehr zurückgenommen werden können. Beispielsweise kann es kostspielig sein, kurzfristig Schichten abzusagen, bestellte Teilmengen zu stornieren oder kapitalintensive Maschinen nicht auszulasten. Der Vertrieb möchte hingegen möglichst flexibel die Marktbedarfe bedienen, um durch eine möglichst genaue Erfüllung der Kundenanforderungen eine hohe Absatzmenge mit hohen Margen erzielen zu können. Um ein im Sinne des Unternehmens gutes Wochenprogramm zu erstellen, müssen diese Ziele integriert betrachtet werden, was durch die heutigen IT-Systeme unzureichend unterstützt wird. Gleichzeitig sollen die Planungs- und Steuerungsprozesse selbst keine ausufernden Kosten verursachen.

---

<sup>23</sup> Vgl. [Liebler, 2013 S. 14].

Durch die große Dynamik in den Rahmenbedingungen müssen die Prozessbeteiligten der WPS die Einplanungssituation permanent neu bewerten und die relevanten Änderungen und Handlungsbedarfe identifizieren. Die Produktionskapazitäten sind in Form von hunderten Restriktionen aus Beschaffung, Fertigung, Vertrieb und Entwicklung im IT-System abgebildet und werden darin gesteuert. Obwohl viele einfache Aufgaben wie die Auftragsannahme, die Verbuchung und die Einplanung von Fahrzeugen zumeist automatisiert von Software ausgeführt werden, verbleiben weiterhin viele schwer automatisierbare Aufgaben beim menschlichen Akteur. Das sind meist solche, die Koordinationsprozesse mit anderen menschlichen Akteuren erfordern und Entscheidungen betreffen, die auf unvollständigen und unsicheren Informationen basieren.

An die vorhandenen Systeme, die heute in der WPS zum Einsatz kommen, werden durch den technologischen Fortschritt von Hardware und Software permanent neue Anforderungen gestellt. Bei deren Nutzenbetrachtung und Auswahl ist die Betrachtung der komparativen Vorteile von Mensch und Software zum gegebenen Zeitpunkt besonders wichtig, um ein optimales Zusammenwirken beider zu erreichen.

Für dieses Zusammenwirken ist ein gutes Benutzerinterface entscheidend. Das vorrangige Benutzerinterface ist heute nach wie vor das Display<sup>24</sup> (Bildschirm), auf dem Informationen als grafische Repräsentationen in einer zweidimensionalen Ebene dargestellt werden. Das Display hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verbessert hinsichtlich der Größe der Darstellungsfläche („Screen Real Estate“), der Gesamtanzahl verfügbarer Bildpunkte (Pixel) für die Darstellung und der Pixeldichte. Durch Mobile Devices wie Smartphones und Tablets ist das Display zudem mobil geworden. Dadurch müssen bei der Dialoggestaltung der Software zunehmend neue Bedientechnologien wie Touch Screens, Bewegungserkennung und Spracherkennung berücksichtigt werden, während bei den stationären Geräten weiterhin Maus und Tastatur dominieren.

Eine möglichst starke Ausrichtung der Technik am Nutzer hat sich im Consumer-Bereich bereits als sehr erfolgreicher Gestaltungsansatz bewährt (bspw. bei Apple-Produkten). Zunehmend stehen solche „nutzerzentrierten“ Ansätze auch bei der Entwicklung von ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning), denen die Systeme zur Produktionsprogrammplanung zugeordnet werden, im Vordergrund. In diesen oft über Jahrzehnte gewachsenen Systemen dominieren immer noch rein text-, tabellen- und kommandozeilenbasierte Benutzerdialoge, die über stationäre Displays betrachtet und überwiegend mit Tastatur und Maus bedient werden. Durch den technologischen Fortschritt können immer besser auch aufwendige grafische Repräsentationen eingesetzt werden. Bei den diesbezüglich in der Consumer-Welt verwöhnten Anwendern führt das zu unnötig hohen Einarbeitungsaufwänden, wahrgenommenen eingeschränkten Funktionalitäten der Systeme und Frustration bei ihrer Nutzung.

---

<sup>24</sup> Zurzeit ist noch ungewiss, wann und in welchem Ausmaß das Display durch neue Interfacetechniken bspw. aus den Bereichen Virtual Reality oder Augmented Reality abgelöst oder ergänzt wird.

### 1.3 Stand in Forschung und Praxis

Bei der WPS in der Automobilindustrie geht es um den optimalen Ausgleich von Bedarfen und Kapazitäten unter Einhaltung vielfältiger Restriktionen und der Ergebnisse der vorgelagerten Planungsprozesse. Die dabei im Vordergrund stehenden Ressourcenallokationsprobleme und prozessualen Koordinationsprobleme sind zentrale Problemstellungen im übergeordneten Forschungsbereich der PPS. Mit rein mathematischen Lösungsansätzen befasst sich dabei das Operations Research, das dementsprechend bei softwarebasierten Lösungsansätzen große Bedeutung hat. Fast immer sind dabei die Problemstellungen aus der Praxis so komplex, dass trotz der Rechnerunterstützung keine exakten Lösungen möglich sind, sondern stattdessen mit Heuristiken und Problemvereinfachungen nur „gute“ Näherungslösungen gefunden werden können.<sup>25</sup> Bei der Beurteilung der Lösungen, deren Verknüpfung mit relevanten Informationen auch aus nicht digitalen Informationsquellen sowie dem Treffen von Entscheidung und ihrer Realisierung, steht in der Praxis daher weiterhin der menschliche Akteur im Mittelpunkt des Prozesses, der eng mit spezialisierten, immer leistungsfähigeren Softwaretools arbeitet.

Durch die wachsende Komplexität in der Automobilproduktion kommt es zunehmend zum Einsatz von Logistischen Assistenzsystemen (LAS). Diese erweitern und ergänzen die vorherrschenden gewachsenen Systeme, öfters auch als „Legacy“-Systeme bezeichnet, die einst analog den Material-Requirements-Planning-(MRP-I-) und Manufacturing-Resource-Planning-(MRP-II-) Verfahren aufgebaut wurden. Angesichts der heutigen Anforderungen stoßen sie an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, was auf ihren hierarchischen Aufbau und ihre Arbeitsweise im Batch-Betrieb, die lange Zyklen und Durchlaufzeiten verursachen, zurückzuführen ist.<sup>26</sup> Logistische Assistenzsysteme sollen nicht nur diese Defizite aktueller Informationstechnologien lösen, sondern den Nutzer auch umfänglicher bei seiner Entscheidungsfindung unterstützen, als es bisher der Fall war.<sup>27</sup> Beispielsweise werden sie bei der Verfolgung von inner- und überbetrieblichen Warenströmen, der Optimierung von Logistikprozessen, der automatischen Identifikation von Ereignissen oder der Visualisierung von Systemzuständen eingesetzt. Das Ziel dieser Systeme ist es, durch die verständliche Vermittlung von Fachwissen die Entscheidungsfindung effizienter zu gestalten.<sup>28</sup>

Zur Unterstützung der WPP und WPS wurde von Volkswagen und dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML das logistische Assistenzsystem PROFAS (PROgrammFüllungsAssistenzSystem)<sup>29</sup> entwickelt. Es soll dem Anwender zu einer besseren analytischen Problemdurchdringung verhelfen und ermöglicht ihm unter anderem durch die Bereitstellung maschinell implementierter Heuristiken, seine Entscheidungsqualität zu verbessern. Praktische Erfahrungen und Erkenntnisse aus diesem Projekt fließen daher in diese Arbeit ein.

Eine wichtige Anforderung an die vorhandenen ERP-Systeme ist heute sowohl aus Praxis- als auch aus Forschungssicht die Verbesserung von deren Usability. Laut einer Umfrage halten nur

---

<sup>25</sup> Vgl. [Herrmann, 2011 S. 299-300].

<sup>26</sup> Vgl. [Klingebiel, 2009 S. 30].

<sup>27</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2008 S. 20-26].

<sup>28</sup> Vgl. [Elsweier et al., 2010 S. 562-568].

<sup>29</sup> Vgl. [Schwede et al., 2011 S. 90,91].

fünf Prozent der deutschen Firmen ihre ERP-Lösungen für „sehr einfach“ zu bedienen. Statt Benutzerfreundlichkeit stehen bei den Applikationen zumeist die Funktionalität und der Preis im Vordergrund.<sup>30</sup> Ein Manager formuliert dieses Defizit so: „Jeden Tag kommen mehr als eine Million Anwender mit unseren IT-Systemen in Kontakt. [...] Wenn wir dafür erst teure Schulungen vorschalten müssen, summiert sich das rasch auf Millionenbeträge, die der Wertschöpfungskette verloren gehen. [...] Bildlich gesprochen wollen wir mehr Touch, Swipe und Scale und weniger Excel Tabellen“.<sup>31</sup> Einen immer wichtigeren Erfolgsfaktor für eine hohe Usability stellt dabei eine umfangreiche Nutzung grafischer Informationsrepräsentation, oder kurz: der Visualisierung, dar.<sup>32</sup> Laut einer Studie aus 2011 rangieren heute Projekte zur Steigerung der Sichtbarkeit („Visibility“) in der Supply Chain ganz oben auf der Agenda der meisten Unternehmen.<sup>33</sup> Dies ist nicht verwunderlich angesichts des exponentiellen Anstiegs der Datenmengen in der Logistik, bei der man sogar von einer jährlichen Verdopplung der Datenmenge ausgeht.<sup>34</sup> Ziel der Visualisierung ist es, die Daten grafisch so zu repräsentieren, dass strukturelle Zusammenhänge und relevante Eigenschaften intuitiv erfasst werden können.<sup>35</sup> So soll der Mensch seine im Vergleich mit der Maschine ausgeprägten Fähigkeiten zur Erkennung von Strukturen und Zusammenhängen besser in den Problemlösungsprozess einbringen können. Die heutigen Softwarewerkzeuge sind überwiegend tabellenbasiert und sparsam mit anspruchsvolleren Visualisierungen<sup>36</sup>. Dabei existieren viele praxiserprobte Verfahren zur problemadäquaten Visualisierung, wie bspw. Shneidermans „Information Seeking Mantra“<sup>37</sup>.

#### 1.4 Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Ausgangssituation und der daraus resultierenden Herausforderungen in Praxis und Forschung steht im Kern dieser Arbeit diese Forschungsfrage: Wie können die komplexen Problemstellungen bei der WPS, die im Zuge des Bedarfs- und Kapazitätsausgleiches gelöst werden müssen, besser durch heute verfügbare, rechnerbasierte Verfahren unterstützt werden? Die Beantwortung dieser Frage soll durch die folgende Zielsetzung für diese Arbeit erfolgen:

*Es soll ein Konzept für ein Assistenzsystem für die Wochenprogrammsteuerung in der Automobilindustrie entwickelt werden, das durch rechnerbasierte quantitative Methoden Entscheidungsunterstützung gibt. Durch eine Kategorisierung der Steuerungsmaßnahmen soll die Kommunikation und Zusammenarbeit der Prozessbeteiligten verbessert werden. Durch die Konzeption einer geeigneten Datenvisualisierung soll zudem eine höhere Transparenz über die Einplanungssituation ermöglicht werden. Schließlich soll die Machbarkeit des Konzeptes durch einen Softwareprototypen überprüft werden.*

---

<sup>30</sup> Vgl. [Obermeyer, 2012 S. 86-87].

<sup>31</sup> Vgl. Volkswagen CIO Martin Hofmann zitiert in [Bretting et al., 2012].

<sup>32</sup> Vgl. [Thoma et al., 2005].

<sup>33</sup> Vgl. [Capgemini Consulting, 2011].

<sup>34</sup> Vgl. [ten Hompel, 2014 S. 10].

<sup>35</sup> Vgl. [Schumann et al., 2004 S. 1].

<sup>36</sup> Neben einfachen Visualisierungen wie Säulen-, Torten-, und Liniendiagrammen finden sich nur selten anspruchsvollere, auf logistische Fragestellungen zugeschnittene Visualisierungen wie Sankey-Diagramme oder spezielle virtuelle Plantafeln (vgl. z. B. ORDAT Plantafel in [ORDAT GmbH, 2013]).

<sup>37</sup> Vgl. [Shneiderman, 1996].

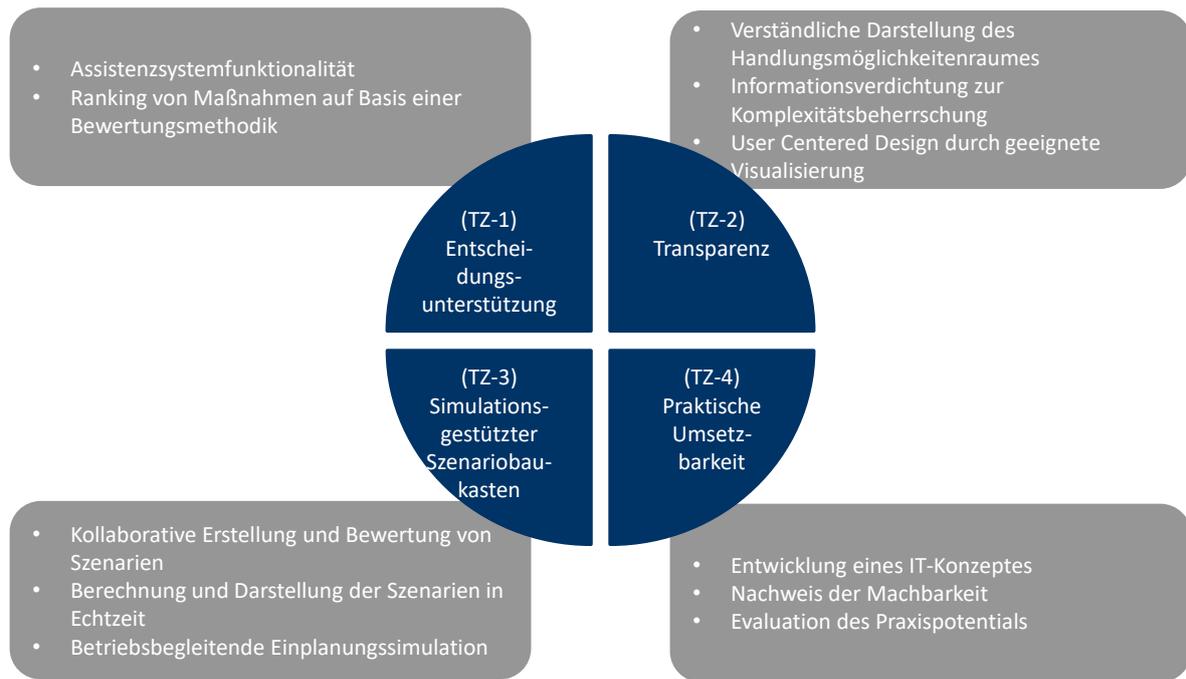
Für die PPS existiert eine Vielzahl allgemeiner und auf spezielle Anwendungskontexte bezogener Beschreibungs-, Erklärungs- und Vorgehensmodelle. Im Fokus der Betrachtungen ist dabei häufig der Bedarfs- und Kapazitätsbelastungsausgleich im Rahmen der Produktionsprogrammplanung, dessen Komplexität sich in den letzten Jahrzehnten immer weiter gesteigert hat. Hier werden in Forschung und Praxis immer anspruchsvollere rechnergestützte Verfahren entwickelt bzw. eingesetzt. Mit der dadurch ermöglichten immer besseren Beherrschung der Prozesse stiegen allerdings auch die Anforderungen an diese. Das heißt, dass heute in immer kürzerer Zeit komplexere, individualisierbare Produkte in komplexeren, störungsanfälligeren Produktionsnetzwerken hergestellt werden müssen. Bei der Entwicklung der folglich immer komplexeren Software wurde bisher unzureichend eine nutzerorientierte Problemaufbereitung mittels aktueller Visualisierungsmethoden betrachtet.

In dieser Arbeit soll daher der diesbezüglich relevante Stand der Forschung beleuchtet werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse soll dann am Anwendungsfall der WPS in der Automobilindustrie ein Assistenzsystem konzipiert werden. Der Aufbau des Assistenzsystems soll sich am „Entwicklungsleitbild eines Assistenzsystems für eine robuste Logistik“<sup>38</sup> orientieren. Darin wird der Entscheidungsprozess, in dem assistiert wird, grundsätzlich in drei Phasen unterteilt, die dann, ihren jeweiligen Fähigkeiten entsprechend, in unterschiedlichen Anteilen von Mensch und Maschine ausgeführt werden. Die Phase Zustandserfassung (1) umfasst das Erzeugen und Aufbereiten von Informationen, deren Verdichtung sowie das Erzeugen von Entscheidungsalternativen. Bei der Entscheidungsunterstützung (2) werden die gefundenen Entscheidungsalternativen einem zuvor festgelegten Zielsystem entsprechend bewertet und vom Planer für die Umsetzung ausgewählt. In der Entscheidungsumsetzungsphase (3) wird der Planer dann bei der Umsetzung der Entscheidungsalternativen durch die kontinuierliche Aktualisierung des Informationsmodells und die differentielle Hervorhebung notwendiger Anpassungen im Vorgehensmodell unterstützt.

Eine Übersicht der Ziele dieser Arbeit, aufgegliedert in die vier Teilziele (TZ) Entscheidungsunterstützung, Transparenz, Szenariobaukasten und praktische Umsetzbarkeit, ist in Abbildung 1-3 dargestellt und wird im Folgenden genauer erklärt.

---

<sup>38</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2008 S. 22-26].



**Abbildung 1-3: Ziele der Arbeit**

Im Vordergrund steht die Entwicklung einer Methodik für die Entscheidungsunterstützung (TZ-1) bei der WPS gemäß dem Ansatz von [Kuhn et al.]<sup>39</sup>. Dazu muss eine Bewertungsmethodik entwickelt und implementiert werden, mit der unterschiedliche Maßnahmen bewertet werden können. So kann die IT ihre Rolle als „Enabler und Katalysator“ voll ausspielen und dem Unternehmen einen maximalen Nutzenzuwachs bringen.<sup>40</sup>

Mit der zunehmenden Menge an verfügbaren und zu berücksichtigenden Daten wachsen auch beständig die Anforderungen an den menschlichen Entscheider. Seine kognitiven Fähigkeiten können, zumindest in Relation zur Informationstechnologie, deren Leistungsfähigkeit sich bekanntlich seit Jahrzehnten exponentiell entwickelt,<sup>41</sup> als annähernd konstant angenommen werden. So verschiebt sich der Anteil permanent zugunsten maschinell ausgeführter Tätigkeiten. Dadurch spielen die Gestaltung des Interfaces zwischen Maschine und Mensch und die Verdichtung und Präsentation von relevanten Informationen eine große Rolle für die Erhöhung von Transparenz (TZ-2) in Entscheidungssituationen. Der Sehsinn, so vermutet man, ist mit einer höheren Bandbreite als alle anderen Sinne zusammen der breiteste Informationskanal zum menschlichen Gehirn.<sup>42</sup> Dem grafischen Display, das das primär genutzte Interface zwischen Mensch und Maschine darstellt, muss also besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Um ein gemeinsames Problemverständnis und ein kooperatives Verhalten zwischen den Prozessbeteiligten zu fördern, sehen [Kuhn et al.]<sup>43</sup> in der Arbeit mit Simulationsszenarien eine

<sup>39</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2008].

<sup>40</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2002 S. 22-31].

<sup>41</sup> Vgl. „Moore's Law“ in Abschnitt 1.1.

<sup>42</sup> Vgl. [Ware, 2004 S. 2].

<sup>43</sup> Vgl. [Kuhn et al., 2002 S. 196-246].

geeignete Methode. Es soll daher ein simulationsgestützter Szenariobaukasten (TZ-3) entwickelt werden, der den Prozessbeteiligten ermöglicht, die Auswirkungen von Maßnahmen in „Was-wäre-wenn-Situationen“ zu untersuchen und zu evaluieren. Dadurch können in großen Unternehmen allein schon zwischen den internen Wertschöpfungspartnern der verschiedenen Unternehmensfunktionen große Kooperationspotentiale gehoben werden, wenn es gelingt, lokale Zielsysteme einer ganzheitlichen und prozessorientierten Vorgehensweise unterzuordnen, wie bspw. [Schwede et al.]<sup>44</sup> demonstrieren. Oft kann oder will Abteilung A mögliche externe Effekte der im Sinne des eigenen Zielsystems optimalen Problemlösungen in Abteilung B nicht berücksichtigen. Ein gemeinsamer Szenariobaukasten ermöglicht allen Prozessbeteiligten ein besseres Verständnis der Planungssituation und der Auswirkungen ihrer Entscheidungen auf die jeweils anderen Zielsysteme. Die bessere Kommunikation und Zusammenarbeit vermindert Fehlentscheidungen, die aus dem Anstreben abteilungsspezifischer Suboptima resultieren, und fördert ein holistisches Vorgehen im Sinne der Unternehmensziele.

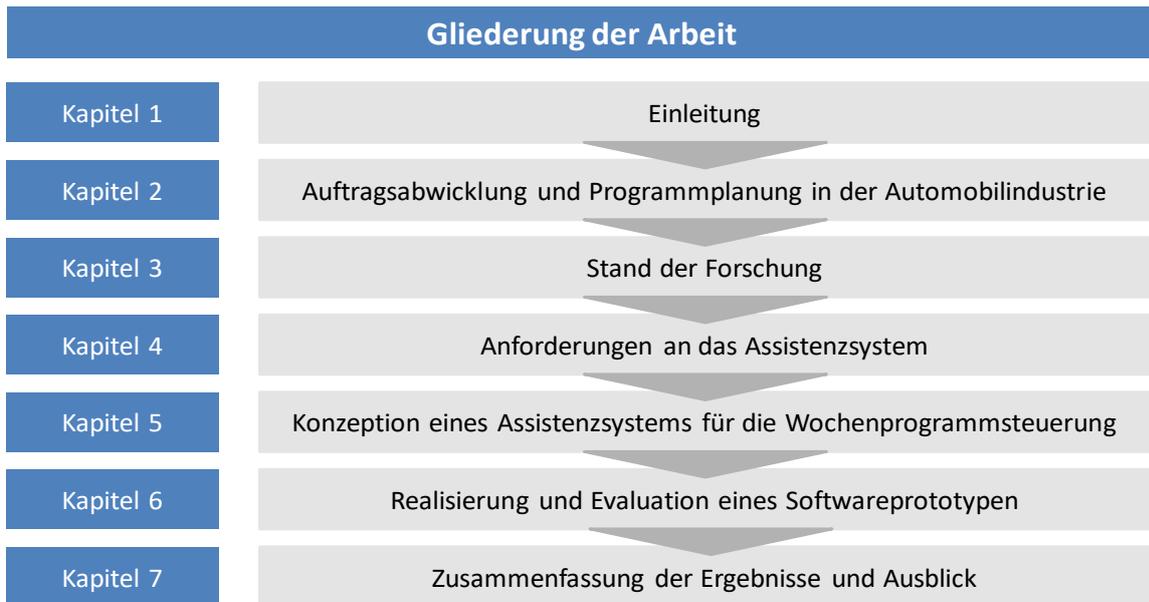
Schließlich soll die praktische Umsetzbarkeit (TZ-4) des Ansatzes mit einem Softwareprototypen nachgewiesen werden. Dabei sollen echte Daten der WPS verwendet werden, um eine realistische Einschätzung des Praxisnutzens zu ermöglichen.

## **1.5 Aufbau der Arbeit**

Die Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel gemäß Abbildung 1-4. Nach der Einleitung in Kapitel 1 erfolgen in Kapitel 2 die Beschreibung und die Analyse des Praxisproblems und seiner Rahmenbedingungen. Kapitel 3 gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung der für diese Arbeit relevanten Methoden und Modelle zur softwaregestützten Entscheidungsunterstützung und Informationsvisualisierung. Basierend auf den Erkenntnissen aus Praxis und Forschung aus den Kapiteln 2 und 3 werden dann in Kapitel 4 die Anforderungen an das Assistenzsystem zusammengefasst. In Kapitel 5 wird ein Konzept für ein Assistenzsystem für die WPS in der Automobilindustrie entwickelt. In Kapitel 6 erfolgt die Evaluation des Konzeptes, indem das Konzept aus Kapitel 5 als Softwareprototyp realisiert wird und dann verschiedene praktische Anwendungsfälle betrachtet werden. Schließlich erfolgen in Kapitel 7 die Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeit, ein Ausblick und Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten.

---

<sup>44</sup> Vgl. [Schwede et al., 2011 S. 25-29].



**Abbildung 1-4: Gliederung der Arbeit**