

# 1 Erkenntnisraum und Aufgabenstrukturierung

*„Die Erkenntnis beginnt nicht mit Wahrnehmungen oder Beobachtungen oder der Sammlung von Daten oder von Tatsachen, sondern sie beginnt mit Problemen.“*

Sir Karl Raimund Popper, österr.-brit. Wissenschaftstheoretiker (\* 1902; † 1994)

## 1.1 Ausgangssituation

Der permanente und sich stetig beschleunigende Wandel von Kundenwünschen, der Produktpalette, der Wettbewerbssituation und der Strukturen im Produktionsnetzwerk<sup>1</sup> zwingt Unternehmen verschiedenster Branchen zu einer ständigen Anpassung gestaltender, planender und ausführender Prozesse (vgl. [Wildemann et al. 2005, S. 84], [Kropik 2009, S. 6]). Besonders die Automobilindustrie sieht sich hierdurch vor große Herausforderungen gestellt: Enormes Wirtschafts- und Nachfragewachstum in den BRIC-Ländern sowie eruptive Wirtschafts- und Umweltkrisen sind zu bewältigen (vgl. [Krog et al. 2002b, S. 45], [Wagner 2006, S. 70]). Die Sättigung der Märkte und der harte internationale Wettbewerb vermindern die Marktmacht der Hersteller zugunsten ihrer Kunden. In diesem Umfeld reüssiert ein Unternehmen nur dann, wenn es sich preislich oder qualitativ von seinen Mitbewerbern abhebt und große Kundenkreise bedienen kann. Europäischen Automobilherstellern, insbesondere deutschen Premiumanbietern, ist aufgrund des hiesigen Lohnniveaus nicht die Möglichkeit zur Kostenführerschaft gegeben. So sind sie gezwungen, einen **qualitativen Mehrwert** zu bieten und in **allen Märkten Präsenz** zu zeigen. In jüngster Zeit rücken auch Umweltaspekte in den Fokus der Konsumenten: Der **ökologische Fingerabdruck** eines Produktes spielt bei der Kaufentscheidung eine immer größere Rolle (vgl. [Fuchs 2011]).

Aus dem ehemaligen Mobilitäts- und Transportmittel *Auto* ist ein individuelles und gleichzeitig individualitätsstiftendes Objekt geworden (vgl. [Anker und Voswinkel 2009], [Pelters 2009], [ten Hompel 2010, S. 3]). Für Marketing- und Markenexperten ist es unstrittig, dass die **Individualisierbarkeit eines Fahrzeuges** wesentlich zur Kaufentscheidung beiträgt: *„Das Auto ist wie ein nach außen gekehrtes Ich, es zeigt allen anderen, wie der Besitzer wahrgenommen werden möchte, welchen Status und Stil er sich selbst zuschreibt“* (PAOLO TUMMINELLI, Professor für Design in Köln, zitiert nach [Pander 2011]). Insbesondere von Fahrzeugen im Premiumsegment erwartet der Markt deshalb eine individuelle Konfigurierbarkeit sowie eine schnelle und pünktliche Lieferung (vgl. [Berry und Hill 1992], [Götz 2007], [Mößmer et al. 2007, S. 4], [Mühleck 2006, S. 173], [Schuberthan und Potrafke 2007]).

Die Automobilwirtschaft begegnet diesen Individualitätsanforderungen mit einem enormen Modell- und **Variantenreichtum** (vgl. [Gehr und Hellingrath 2007, S. VII], [Holweg und Pil 2004, S. 162], [Piller 2006, S. 47]). Um sich dem Markt und dem technischen Fortschritt anzupassen und damit stetige Kaufanreize zu schaffen, bringen Automobilhersteller permanent neue Fahrzeugmodelle heraus oder führen Modellpflegemaßnahmen durch (vgl. [Mercer-Management-Consulting 2004, S. 15]). Diese **Vielfalt und Dynamik** zwingen Automobilhersteller zur Nutzung von sogenannten *Plattform- oder Baukastenkonzepten* in der Fertigung, durch die sich mehrere Modelle ganze Baugruppen oder zumindest einzelne Komponenten teilen (vgl. [Holweg und Pil 2004, S. 178], [Krog et al. 2002b, S. 46]). Zwar senken diese Strategien die lokale Montage- und Teilekomplexität, doch steigern sie aus Sicht des gesamten Produk-

---

<sup>1</sup> Das Fünf-Kräfte-Modell von PORTER bildet die Grundlage dieser Aufzählung (vgl. [Porter 1979]).

tionsnetzwerks die **Komplexität**<sup>2</sup> in den Unternehmensprozessen (vgl. [Urban 2007, S. 1], [Wildemann et al. 2005, S. 84]).

## 1.2 Problemstellung

Aus volkswirtschaftlicher Sicht stellt die **Automobilindustrie in Deutschland** die wichtigste Branche dar (vgl. [Volling 2009, S. 293]): Über 700.000 Mitarbeiter erwirtschaften gut 20 % des Gesamtumsatzes der deutschen Industrie (vgl. [Verband der Automobilindustrie e. V. 2011]). Insbesondere vor dem Hintergrund aufstrebender Wirtschaftsmächte ist sicherzustellen, dass die Branche weiterhin wettbewerbsfähig bleibt. Will ein Unternehmen im Markt reüssieren, so muss es die **Wünsche des Kunden effizienter und effektiver als seine Mitbewerber erfüllen**. Für die hiesige Automobilindustrie bedeutet dies, dass ein in weiten Grenzen konfigurierbares, hochqualitatives und preiswertes Produkt mit kurzer Lieferzeit pünktlich an den Kunden ausgeliefert werden muss (vgl. [Homburg 2003, S. 133], [Krog und Statkevich 2008, S. 187], [Schuberthan und Potrafke 2007, S. 10]). Maßgeblich wird diese Fähigkeit von der ausreichenden Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen – Material, Fertigungszeit und Distributionskapazität – determiniert (vgl. [Klug 2010, S. 22]). Die Kapazität dieser Ressourcen ist zumindest mittelfristig nur marginal anpassbar. Verlässt der tatsächliche Bedarf den zulässigen Korridor der Flexibilität, drohen kostenintensive Sondermaßnahmen, verspätete Auslieferungen oder gar Produktionsausfälle.

Automobilhersteller müssen aus diesem Grund weit vor dem Eintreffen realer Kundenbestellungen den Ressourcenbedarf zur Umsetzung des Kundenwunsches prognostizieren und diesen mit der entsprechenden Ressourcenkapazität abstimmen (vgl. [Holweg und Pil 2004, S. 23]). Hierfür treffen die Vertriebsgesellschaften des Automobilherstellers zunächst Prognosen über das erwartete Absatzvolumen und die Einbauraten von Sonderausstattungen der von ihnen verantworteten Märkte (vgl. [Auer et al. 2011]). Dieses Absatzprogramm wird in ein Produktionsprogramm überführt und gestattet in dieser Form die Ableitung des Ressourcenbedarfs. Damit sind die Voraussetzungen für die Identifikation und Beseitigung möglicher Kapazitätsengpässe oder Überkapazitäten im Rahmen des Bedarfs- und Kapazitätsabgleichs geschaffen. Ein auf diese Weise harmonisiertes Produktionsnetzwerk lastet Ressourcenkapazitäten voll aus, ohne sie zu überlasten. Kurzfristige, ökologisch wie ökonomisch meist ineffiziente Sondermaßnahmen werden vermieden. Die hohe Bedeutung abgestimmter Kapazitäten in der Produktionsplanung macht YU-LEE deutlich: „*Understanding future demand and adjusting capacity to meet this demand is a sine qua non for ensuring that the sales and cost figures are in line to achieve the anticipated financial performance*“ ([Yu-Lee 2002, S. 3]). Der finanzielle Erfolg hängt also in entscheidendem Maße davon ab, ob das Unternehmen in der Lage ist, Bedarfe in ihren wesentlichen Eigenschaften und Ausprägungen zu verstehen und das Produktionsnetzwerk adäquat zu synchronisieren.

Der Gesamtprozess dieser sogenannten **Produktionsplanung** ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei der Umsetzung sehen sich Automobilhersteller insbesondere den folgenden Herausforderungen gegenübergestellt:

- Die Bedarfsprognose der Vertriebsgesellschaften umfasst in der Regel eine Beschreibung des erwarteten Primärbedarfs in Form von Absatzvolumina und Einbauraten einzelner Sonderausstattungen. Sie stehen im zeitlichen Bezug zur Bestellung oder Auslieferung der Fahrzeuge. Kapazitätsangaben dagegen beziehen sich auf Restriktionen der Sekundärbedarfe (Material, Fertigungszeit). Diese ma-

---

<sup>2</sup> In Anlehnung an ADAM (vgl. [Adam 1998, S. 30]) und KIRCHHOF (vgl. [Kirchhof 2003, S. 19]) entsteht die Komplexität eines Systems durch die Interaktion seiner Elemente untereinander sowie mit seiner Umwelt. Sie wird bestimmt durch die Anzahl und Vielfalt der Elemente (Elementkomplexität) und ihrer Relationen (Relationenkomplexität) sowie die dynamische Veränderlichkeit der Elemente und ihrer Beziehungen zueinander.

nifestieren sich während der Produktion und leiten sich über dynamische Bedarfsregelstrukturen aus der Konfiguration aller Einzelfahrzeuge ab. Somit divergieren Bedarfe und Kapazitäten sowohl sachlich als auch zeitlich und können aus diesem Grund nicht direkt miteinander verglichen werden. Vor der Identifikation von Fehlabbildungen ist deshalb eine **technisch aufwändige Überführung beider Planungseingangsgrößen in vergleichbare Dimensionen** erforderlich (vgl. [Olhager et al. 2001, S. 216]).

- Ein Automobilhersteller verwaltet für alle Modellreihen durchaus mehr als 50.000 Teile mit jeweils eigenen Kapazitäten (vgl. [Stäblein 2008, S. 62]). Hinzu kommen die Kapazitäten der Produktionslinien und der Distributionskanäle. **Die Anzahl der zu nivellierenden Bedarfe und Kapazitäten ist somit sehr hoch.**
- Die Datenbasis der Planung ist Gegenstand permanenter Modifikationen. Alle Strukturen sind in ihrer Gültigkeit auf Zeitintervalle eingeschränkt. Eine **hohe Dynamik** der planungsrelevanten Informationen ist zu beherrschen (vgl. [Küchlin und Sinz 2000, S. 146]).
- Mehrere Fahrzeugmodelle und Produktionsstandorte greifen aufgrund der Baukasten- und Plattformstrategien gleichzeitig auf identische Ressourcen zurück (vgl. [Krog et al. 2002b, S. 46], [Klug 2010, S. 57]). **Eine simultane Betrachtung aller Fahrzeugmodelle ist deshalb zwingend erforderlich.**
- Adäquate Anpassungsmaßnahmen sind im turbulenten Umfeld der Automobilindustrie innerhalb weniger Minuten oder Stunden zu initiieren. Deren Identifikation und Dimensionierung muss zum Ausgleich kurzfristiger Diskontinuitäten im Kundenverhalten und in Produktions- oder Transportprozessen jederzeit und schnell, also **echtzeitnah**<sup>3</sup> möglich sein (vgl. [Holweg und Pil 2004, S. 7]).

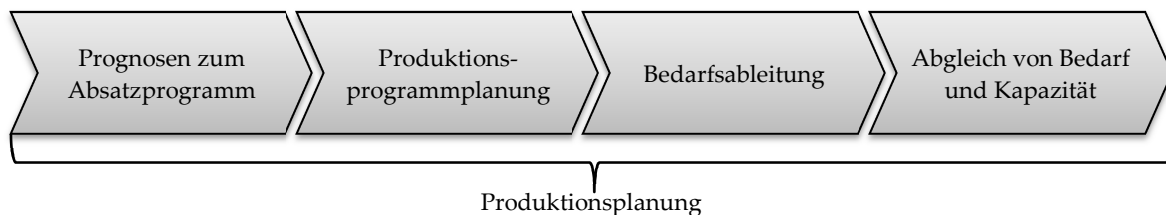


Abbildung 1: Produktionsplanung in der Automobilindustrie

Wie in den Kapiteln 2 und 3 noch detaillierter erläutert wird, können heute praktisch angewandte Ansätze in der Produktionsplanung ...

- ... die hohe Dynamik aller Vorgänge in der Lieferkette und die komplexen, technischen Produktbeschreibungen nur eingeschränkt abbilden und in den Planungsergebnissen berücksichtigen.
- ... die Flexibilitätspotenziale von Produktionsnetzwerken nur teilweise nutzen und sich nur an unnötig starre Planungsvorgaben von vorhergehenden Planungsschritten halten (vgl. [Gehr 2007, S. 26]).
- ... häufig weder Bedarfe noch Kapazitäten für alle Ressourcen in hoher, originaler Datenqualität berücksichtigen. Beide Größen fließen in vielen Fällen lediglich aggregiert in die Produktionsplanungsprozesse ein.

<sup>3</sup> ALT UND ÖSTERLE (vgl. [Alt und Österle 2004, S. 4]) sehen das wesentliche Ziel einer Echtzeitverarbeitung darin, Daten eines Prozesses verzögerungsfrei anderen Prozessen zur Verfügung zu stellen. In der Logistik ist unter Echtzeitnähe die Fähigkeit zu verstehen, „in einer vorgegebenen Umgebung innerhalb vorbestimmter Zeit auf ein äußeres Ereignis reagieren zu können“ ([ten Hompel et al. 2005]).

- ... weder permanent noch schnell Ergebnisse liefern. Ein Planungszyklus dauert nicht selten mehrere Tage. Veränderungen im antizipierten Nachfrageverhalten oder in der Ressourcenverfügbarkeit schlagen sich erst Wochen später in adäquaten Anpassungsmaßnahmen nieder.
- ... die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen häufig nur unzureichend validieren. Seiteneffekte bleiben verborgen und szenariobasierte What-If-Analysen sind nicht möglich.
- ... keine Ziele des Unternehmens als weitere zu harmonisierende Größe berücksichtigen.

Auch in aktuellen Forschungsarbeiten ist kein Konzept ersichtlich, das die Automobilindustrie bei der durchgängigen, vollständigen und echtzeitnahen Produktionsplanung unterstützt (siehe Kapitel 3).

## 1.3 Ziele

*„Wenn ein Seemann nicht weiß, welches Ufer er ansteuern muss, dann ist kein Wind der Richtige.“*

Lucius Annaeus Seneca, röm. Philosoph (\* ca. 1; † ca. 65)

Den Rahmen für eine neuartige Methode in der Produktionsplanung sollen die Konzepte des **Supply Chain Managements** (SCM) bilden (vgl. [Oliver und Webber 1992]). Die Aufgabe des SCM ist die Organisation von Beziehungen mit Lieferanten und Kunden, um einen höheren Kundennutzen zu geringeren Kosten für das gesamte Produktionsnetzwerk zu ermöglichen (vgl. [Christopher 2005, S. 4ff]). Ähnliches konstatieren KUHN UND HELLINGRATH: *„Supply Chain Management (SCM) ist die integrierte prozessorientierte Planung und Steuerung der Waren-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Kunden bis zum Rohstofflieferanten mit den Zielen*

- *Verbesserung der Kundenorientierung,*
- *Synchronisation von Versorgung und Bedarf,*
- *Flexibilisierung und bedarfsgerechte Produktion,*
- *Abbau von Beständen entlang der Wertschöpfungskette“* ([Kuhn und Hellingrath 2002, S. 10]).

Um diese übergeordneten Ziele zu erreichen, führt SCM die **Anforderungen im Spannungsfeld** zwischen Vertrieb, Lieferanten, Produktion, Distribution, der technischen Entwicklung und der strategischen Unternehmensführung so zusammen, dass das Produktionsnetzwerk kurz-, mittel- und langfristig effizient arbeitet (vgl. [Krog und Statkevich 2008, S. 190]).

Das SCM-Aufgabenmodell gliedert das gesamte Aufgabenspektrum des SCM in die Bereiche *Gestaltung* (Strategic Network Design), *Planung* (Supply Chain Planning) und *Ausführung* (Supply Chain Execution) (vgl. [Hellingrath et al. 2003]). Die Produktionsplanung ist dem Planungsbereich zugeordnet. Für ein erfolgreiches SCM und damit auch für eine erfolgreiche Produktionsplanung empfehlen KUHN UND HELLINGRATH, zunächst **Prozesskonzepte** zu definieren und diese dann durch die Implementierung passender **IT-Systeme** im Unternehmen ausführbar zu machen (vgl. [Kuhn und Hellingrath 2002, S. 29]). Auch DAVENPORT und ALICKE sehen in diesem Vorgehen einen zielführenden Weg zur Effizienzsteigerung in Unternehmen (vgl. [Alicke 2005, S. 4], [Davenport 1993, S. 38]). BECKER schreibt: *„Die Technik und die Datenverarbeitung werden als Hilfsmittel gesehen, die funktionierenden Prozesse weiter zu verbessern“* ([Becker 2008, S. 3]). WAGNER unterstreicht die Notwendigkeit einer Prozessorientierung der Produktionsplanung, insbesondere des **Bedarfs- und Kapazitätsmanagements** (BKM, vgl. [Wagner 2006, S. 234]). Auch das DEUTSCHE INSTITUT FÜR NORMUNG konstatiert: *„Ein erwünschtes Ergebnis lässt sich effizienter erreichen, wenn Tätigkeiten und dazugehörige Ressourcen als Prozess geleitet und gelenkt werden“* ([DIN EN ISO 9000, S. 7]).

Ausgehend von der Problemstellung kann das Ziel dieser Arbeit formuliert werden. Es definiert sich über die Beantwortung der folgenden **forschungsleitenden Gesamtfragestellung**:

**Wie muss eine auf den Konzepten des SCM beruhende Lösung ausgestaltet sein, die im kurz- und mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte eine rechtzeitige und effiziente Auftragsabwicklung ermöglicht, dabei mittelfristig eine Balance zwischen Kapazitätsnachfrage, Kapazitätsangebot und den Zielen des Unternehmens schafft und kurzfristig Flexibilitätspotenziale nutzbar macht (vgl. Abbildung 2)?**

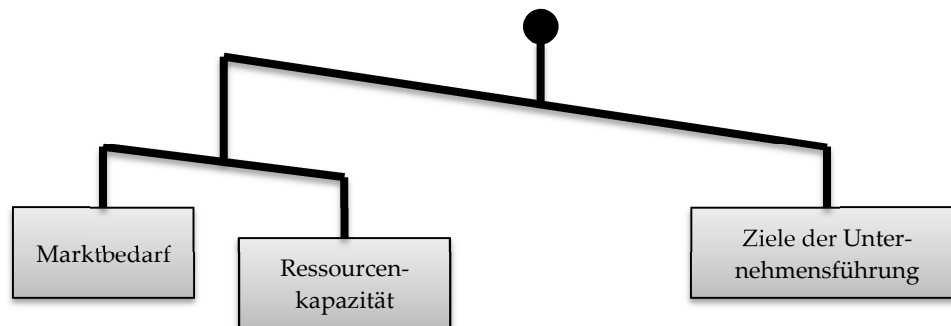


Abbildung 2: Abgleich von Bedarfen, Kapazitäten und Zielen

Aus dieser Fragestellung ergeben sich vor dem Hintergrund der oben dargelegten Empfehlungen die folgenden Forschungsaufgaben:

- 1. Forschungsaufgabe:** Es ist ein **Prozesskonzept** zu definieren, das über die Identifikation, Dimensionierung und Absicherung von Anpassungsmaßnahmen im kurz- und mittelfristigen Planungshorizont in einem Produktionsnetzwerk für variantenreiche Serienprodukte eine kosteneffiziente Balance zwischen Marktnachfrage, Kapazitätsangebot und den Zielen des Unternehmens schafft und gleichzeitig echtzeitnah abgesicherte Flexibilitätspotenziale nutzt, um damit insgesamt die rechtzeitige Abwicklung von Kundenaufträgen zu gewährleisten.
- 2. Forschungsaufgabe:** Es ist ein **informationstechnisches Instrumentarium** bereitzustellen, das die permanente und schnelle Instanzierung und Ausführung des Prozesses im realen Unternehmensumfeld und damit eine permanente Planungsbereitschaft ermöglicht.

Die Kombination aus Prozesskonzept und IT-System soll das Leitbild der **Digitalen Logistik** unterstützen und dessen Anforderungen im Kontext der Produktionsplanung für ein wandelbares Produktionsnetzwerk operationalisieren. Die Ziele der Digitalen Logistik umfassen die durchgängige Planung und Steuerung logistischer Netzwerke unter Verwendung digitaler Informationsplattformen und Methoden (vgl. [Kuhn und Wenzel 2004]). Das zur Wandlung zu befähigende Produktionsnetzwerk lässt sich durch adäquate Maßnahmen in seiner Konfiguration aktiv verändern und so an zuvor nicht antizipierte Umfeldanforderungen anpassen. Der Wandlungsbedarf hierfür ist frühzeitig zu erkennen und das richtige Maßnahmenbündel zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Dimensionierung anzuwenden (vgl. [Klingebiel et al. 2012]).

## 1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in drei Teile gegliedert (siehe Abbildung 3). Der erste, hinführende Teil umfasst neben dem einleitenden Kapitel 1 eine Beschreibung des Standes der Praxis, Technik und Wissenschaft in den Kapiteln 2 und 3. Kapitel 2 stellt eine Untersuchung der aktuellen Umsetzung von Produktionsplanungsprozessen in der Automobilindustrie dar. Kapitel 2.1 führt zunächst wesentliche Begriffe des Problemfeldes ein. Die Kapitel 2.2 und 2.3 ordnen die Produktionsplanung in den Kontext des Supply Chain Managements ein, erläutern ihre Ziele und beschreiben übliche Vorgehensmodelle im kurz-, mittel- und langfristigen Planungshorizont. Ansätze für die Informationsdarstellung in digitalen Modellen im Kontext der automobilen Produktionsplanung beschreibt Kapitel 2.4. Ausgehend von diesen Darstellungen werden in Kapitel 2.5 die wesentlichen Anforderungen an eine neue Methodik für die Produktionsplanung in der Automobilindustrie abgeleitet. Der Stand der Forschung und Wissenschaft für die automobilen Produktionsplanung kann basierend auf diesen Anforderungen in Kapitel 3 recherchiert und evaluiert werden. Die Gesamtmenge der identifizierten Ansätze wird hierfür in die Gruppen „Prozessorientierte Ansätze“, „Methodisch orientierte Ansätze“, „Bewertungsverfahren“ sowie „IT-Systeme“ klassifiziert. Kapitel 3 und damit der erste Teil der Arbeit schließt mit der Erkenntnis, dass eine Forschungslücke im Bereich der Produktionsplanung in der Automobilindustrie existiert und somit Forschungsbedarf besteht. Die Anforderungen aus Kapitel 2.5 und die Bewertung bestehender Ansätze aus Kapitel 3.5 bilden die Grundlage für die Entwicklung der neuen Methode im zweiten Teil.

Der zweite Teil der Arbeit umfasst die Kapitel 4 und 5. Er beschreibt das Konzept und die Umsetzung der neu- und weiterentwickelten Methoden. Während Kapitel 4 zunächst den Ansatz und den Gestaltungsrahmen der Gesamtmethode in Form eines Prozesskonzepts erläutert, widmet sich Kapitel 5 der detaillierten Vorstellung der methodischen Bausteine, die diesen Prozess schließlich in der unternehmerischen Praxis ausführbar machen. Hierzu gehören die Struktur eines integrierten Informationsmodells sowie verschiedenartige quantitative Verfahren zum Aufbau, zur Evaluation und zur Analyse von Planungsszenarios. Zusätzlich enthält Kapitel 5 Erläuterungen zur Gestaltung notwendiger Reporting-Komponenten eines Logistischen Assistenzsystems.

Im dritten, abschließenden Teil der Arbeit werden in Kapitel 6 alle neu entwickelten Lösungsmodule einer Evaluation unterzogen. Die Bewertung basiert ausschließlich auf realen Testdaten verschiedener europäischer Automobilhersteller. Weiterhin wird ein realitätsnaher Planungsfall konstruiert und schließlich gezeigt, wie dieser unter Anwendung der präsentierten Lösungsbausteine in hoher Geschwindigkeit und mit hoher planerischer Qualität abgearbeitet werden kann. Ihren Abschluss findet die Arbeit in Kapitel 7 durch die Zusammenfassung und die kritische Reflexion über den praktischen und wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt sowie einen Ausblick auf zukünftige Weiterentwicklungsmöglichkeiten.

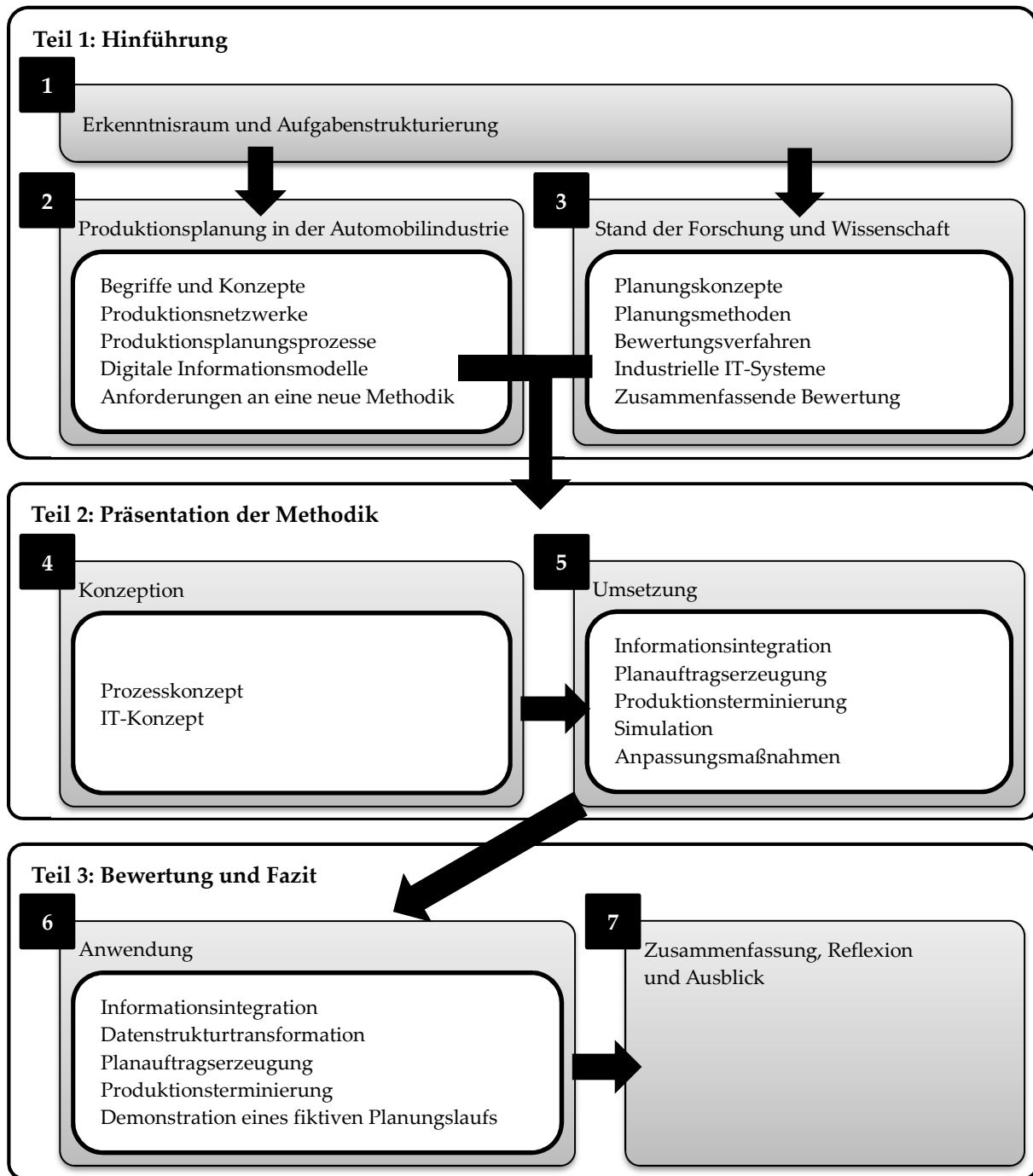


Abbildung 3: Aufbau der Arbeit