



Enrico Teich (Autor)
**Logistische Positionierung im flexiblen
Produktionsumfeld**

Schriften zur Produktionsplanung

Band 2

Herausgeber:
Thorsten Claus / Frank Herrmann

Enrico Teich

**Logistische Positionierung
im flexiblen Produktionsumfeld**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7722>

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

1. Intention

In der *industriellen Produktion komplexer mehrteiliger Stückgüter*¹, die etwa für die Automobilindustrie charakteristisch ist, haben in den zurückliegenden Jahrzehnten bis heute signifikante Veränderungen stattgefunden². Als ein wichtiger *Veränderungstreiber* ist hier der Wandel weg von Anbieter- hin zu Käufermärkten, welcher sich insbesondere aufgrund der Globalisierung der Märkte und den damit verbundenen Aufbau von Angebotsüberhängen vollzogen hat, zu nennen³. Mit der dadurch gewonnenen Marktmacht der Kunden ging eine Intensivierung des Wettbewerbes auf der Anbieterseite einher. Konkurrenten versuchen sich in diesem wettbewerbsintensiven Marktumfeld voneinander abzugrenzen, indem sie der individuellen Kundennachfrage möglichst umfassend nachkommen. Dies hat zu einer beträchtlichen Steigerung der angebotenen *Produktvariantenvielfalt* geführt⁴. Deutlich wird diese Produktvarianz bspw. bei der Dachmodulkomponente der Audi A4-Baureihe. ALDERS zeigt auf, dass dieses Modul, welches unter anderem die Fahrzeuginnenraumbeleuchtung und die Schiebdachsteuerung umfasst, bereits im Jahr 2006 in 130 verschiedenen Varianten vom Kunden bestellt werden konnte⁵. Aus einer Untersuchung von SCHLOTT aus dem Jahr 2005 wird die Variantenexplosion exemplarisch am Modellwechsel der Audi A6-Baureihe analysiert⁶. Demnach erhöhen sich etwa die möglichen Sitzausstattungsvarianten beim Modellwechsel von 3.696 auf 10.880.

Durch die begonnene vierte industrielle Revolution (*Industrie 4.0*) wird sich diese Variantenzunahme sehr wahrscheinlich fortsetzen. Hier wird unter anderem die Vision verfolgt, dass Kunden (Verbraucher) über informationstechnische Systeme einen noch stärkeren Einfluss auf die Produktgestaltung ausüben können⁷. So bietet bspw. die Adidas AG bereits jetzt mit der #miZXFLUX-App seinen Kunden die Möglichkeit ein Modell der Schuhreihe ZX FLUX mit einem individuellen Motiv zu versehen⁸. Dieses Motiv kann auf dem mobilen Endgerät (z. B. Smartphone), über das die App genutzt wird, bereits gespeichert sein oder mit Hilfe der integrierten Kamera aufgenommen werden. Das auf diese Weise gestaltete Schuhmodell lässt sich dann über die App direkt bestellen. Nach der Herstellung

¹ Zur Verbesserung der Lesbarkeit im Folgenden kurz als industrielle Produktion bezeichnet.

² Vgl. zur Intention hier und im Folgenden auch TEICH, E. (2014), S. 133-138.

³ Vgl. GIENKE, H. / KÄMPF, R. (2007), S. 93-94; SCHUH, G. (2005), S. 9.

⁴ Vgl. LASCH, R. / GIEßMANN, M. (2010), S. 849; MÖßMER, H. E. / SCHEDLBAUER, M. / GÜNTHER, W. A. (2007), S. 4; PIL, F. K. / HOLWEG, M. (2004), S. 395-397; WILDEMANN, H. (2012), S. 2.

⁵ Vgl. ALDERS, K. (2006), S. 224.

⁶ Vgl. SCHLOTT, S. (2005), S. 39.

⁷ Vgl. MERZ, S. L. (2016), S. 92; ROTH, A. (2016), S. 5-6; SIEPMANN, D. (2016), S. 52.

⁸ Vgl. zu #miZXFLUX hier und im Folgenden MATTMÜLLER, R. (2015), S. 241.

erfolgt die Lieferung der Schuhe zum Kunden. Diese hohe Produktindividualisierung im Zuge von Industrie 4.0 führt dazu, dass zukünftig mehr und mehr mit Losgröße eins im Produktionsprozess zu rechnen ist.

Insbesondere aus dieser Angebotsdiversifikation resultieren besondere Herausforderungen für die *Produktionsplanung und -steuerung (PPS)*⁹. Ein *robustes Produktionsprogramm*¹⁰, aus dem hervorgeht, welcher Artikel, in welcher Variante und Menge, wann zu fertigen ist, lässt sich für stark individualisierte Produktpaletten auf der Basis *historischer Nachfrage-daten*¹¹ nicht mehr sicher vorhersagen¹². Da das Produktionsprogramm allerdings eine wichtige Datenbasis für die weiteren Aufgaben der PPS darstellt, müssen demnach auf allen Planungsstufen *Entscheidungen unter Unsicherheit*¹³ getroffen werden. Diese Unsicherheitssituation hat dazu beigetragen, dass in der industriellen Produktion eine Transformation der eingesetzten Produktionskonzepte weg von Build-to-Forecast (BTF) hin zu Build-to-Order (BTO) erfolgt ist¹⁴. Dementsprechend wird anstatt einer prognosebasierten kundenneutralen *Fertigung*¹⁵ auf Endproduktebene, eine kundenneutrale Vorfertigung auf Komponentenebene in Kombination mit einer auftragsbasierten kundenspezifischen Endmontage realisiert. *Original Equipment Manufacturers (OEMs)*¹⁶ fokussieren beim BTO-Konzept die Unternehmensressourcen vorrangig auf die Nutzung ihrer *Kernkompetenzen*¹⁷. Hierzu zählen vor allem die Entwicklung und die Endmontage von Produkten.

⁹ Die Produktionsplanung lässt sich gemäß ihres zeitlichen Planungshorizontes in die strategische, taktische sowie operative Produktionsplanung, welche auch als Produktionsplanung und -steuerung (PPS) bezeichnet wird, differenzieren. Vgl. DANGELMAIER, W. (2009), S. 9; DOMSCHKE, W. / SCHOLL, A. (2005), S. 109-110. Zu den Kernaufgaben der PPS gehören die operative Produktionsprogrammplanung, die Materialbedarfsplanung, die Losgrößenplanung, die Termin- und Kapazitätsplanung, die Feintermi-nierung, die Auftragsveranlassung sowie die Auftragsüberwachung. Vgl. zu den Aufgaben der PPS ausführlich HACKSTEIN, R. (1989), S. 9-17; LÖDDING, H. (2008), S. 81-91; SCHUH, G. / ROESGEN, R. (2006), S. 37-58.

¹⁰ Die Robustheit stellt eine wichtige Eigenschaft von Plänen dar. Die Realisierung robuster Pläne liefert für (nahezu) alle zukünftigen Entwicklungen der Planungsumwelt Ergebnisse, die hinsichtlich der Erreichung der Planungszielstellungen ein definiertes Optimalitätsmaß nicht unterschreiten. Dabei müssen im Zeitverlauf keine oder nur geringe Planmodifikationen vorgenommen werden. Vgl. zum Robustheitsbegriff ausführlich SCHOLL, A. (2001), S. 93-116.

¹¹ Bei diesen Daten handelt es sich um Zeitreihen. Eine Zeitreihe repräsentiert eine chronologisch geordnete Folge von Beobachtungswerten. In diesem Fall stellen die Beobachtungswerte periodenspezifische Nachfragemengen aus Kundenaufträgen bezüglich einer angebotenen Produktvariante dar. Vgl. GÜNTHER, H.-O. / TEMPELMEIER, H. (2012), S. 149.

¹² Vgl. FISHER, M. L. (1997), S. 106-108; MEYR, H. (2004), S. 449-459; VOLLING, T. ET AL. (2013), S. 240.

¹³ Vgl. zur Entscheidungsfindung unter Unsicherheit ausführlich Kap 4.1.

¹⁴ Vgl. GUNASEKARAN, A. / NGAI, E. W. T. (2005), S. 423-428; GUNASEKARAN, A. / NGAI, E. W. T. (2009), S. 319-321; KLUG, F. (2010), S. 359-365.

¹⁵ Die Fertigung stellt eine Ausprägung der Produktion dar, unter der die Herstellung abzählbarer (diskreter) Sachgüter zu verstehen ist. Vgl. GRONAU, N. / LINDEMANN, M. (2010), S. 5. Die Begriffe (industrielle) Produktion und Fertigung sind im Rahmen dieser Arbeit als Synonyme anzusehen.

¹⁶ Es handelt sich hierbei um Industrieunternehmen, die Produkte unter einem eigenen Markennamen an Endkunden verkaufen. Vgl. SCHMID, S. (2013), S. 602. Dieser Unternehmenstyp wird oft auch als Erstausrüster oder Markenhersteller bezeichnet.

¹⁷ Kernkompetenzen resultieren aus dem unternehmensspezifischen Know-how, liefern einen Nutzen für



Wertschöpfungsprozesse, die nicht zum Kernkompetenzbereich gehören, werden hingegen an spezialisierte Zulieferunternehmen ausgelagert¹⁸. Besonders die Herstellung der Produktkomponenten steht diesbezüglich im Fokus der Desintegrationsaktivitäten.

Als Folge dieser Outsourcingmaßnahmen konstituiert sich die *industrielle Produktion* heute als *fragmentierter Prozess*, der in Kooperation von Unternehmen eines Produktionsnetzwerkes, das sich zumeist als *Hierarchisch-stabile Kette*¹⁹ charakterisieren lässt, bewältigt wird²⁰. Bei diesem Produktionsmodell müssen Zulieferunternehmen aufgrund der netzwerkspezifischen Abhängigkeitsverhältnisse die Materialbedarfe der OEMs *bedarfssynchron*²¹ sowie unter Einhaltung in der Regel strenger Qualitäts- und Kostenrestriktionen befriedigen²². Das Planungsrisiko der PPS, welches aus der Nachfrageunsicherheit resultiert, wird demnach von den OEMs an die Zulieferunternehmen weitestgehend transferiert. Ergeben sich bei den OEMs auf Grundlage der Kundenaufträge schwankende Materialbedarfsmengen, so schlägt sich diese *Volatilität* folglich in der *Kapazitätsbelastung* der Zulieferunternehmen nieder²³. Die Ausprägungen der Belastungsschwankungen, bei welchen das in den Unternehmen zur Verfügung stehende Kapazitätsangebot nicht zur Deckung des auftragsbedingten Kapazitätsbedarfes ausreicht, sind aufgrund der Gefahr resultierender *Lieferterminverfehlungen*²⁴ als besonders kritisch anzusehen.

Die Bewältigung dieser Belastungsschwankungen im Rahmen der PPS wird in der einschlägigen Literatur deshalb intensiv diskutiert²⁵. Im Kern lassen sich die in diesem Zusammenhang vorgeschlagenen Methoden auf zwei Grundprinzipien zurückführen: Die eine Gruppe von Methoden akzeptiert die Belastungsschwankungen und versucht ihnen durch eine Regulierung der Produktionskapazitäten zu begegnen. Das heißt, hier wird eine Anpassung des Kapazitätsangebotes an den Kapazitätsbedarf beabsichtigt, die auf der

den Kunden und sind von Konkurrenten schwer zu imitieren. Sie legitimieren die Unternehmensexistenz. Vgl. BRETZKE, W.-R. (2010), S. 339.

¹⁸ Vgl. ALICKE, K. (2005), S. 214-215; LACITY, M. C. ET AL. (2011), S. 227.

¹⁹ Dieser Netzwerktyp ist gekennzeichnet durch strategisch ausgelegte und wenig volatile Beziehungen zwischen den Netzwerkpartnern, welche vorrangig Zulieferunternehmen darstellen. Das Netzwerk wird zumeist von den Unternehmen, die direkten Zugang zum Absatzmarkt besitzen (den OEMs), dominiert. Vgl. SCHIEGG, P. (2005), S. 149-150.

²⁰ Vgl. HÜRTGEN, S. ET AL. (2009), S. 23-25; STURGEON, T. J. (2002).

²¹ Die Anlieferung der Produktkomponenten (Materialien) erfolgt in der exakten Bedarfsmenge zum definierten Bedarfszeitpunkt. Die Materialien werden vom Abnehmer nach der Anlieferung unmittelbar einer Weiterverarbeitung zugeführt. In diesem Zusammenhang sind die Beschaffungskonzepte Just-in-Time (JIT) und Just-in-Sequence (JIS) zu differenzieren. Vgl. für eine Betrachtung der JIT-/JIS-Konzepte ausführlich KLUG, F. (2010), S. 299-305.

²² Vgl. REITHOFER, N. (2005), S. 282-283; SIMATUPANG, T. M. / SRIDHARAN, R. (2008), S. 412.

²³ Vgl. KATZMAYR, N. (2010), S. 48; WALLER, B. (2004), S. 11-14.

²⁴ Durch die Überschreitung des Kapazitätsangebotes müssen Fertigungsaufträge verspätet bearbeitet werden. Aufgrund der daraus resultierenden Arbeitsrückstände kommt es zur Erhöhung der Durchlaufzeiten, die in ihrer Konsequenz zu Lieferterminverfehlungen führen kann. Eine hohe Liefertermintreue gehört allerdings zu den wichtigsten Anforderungen, die an Zulieferunternehmen gestellt werden. Vgl. SYSKA, A. (2001), Abb. 33.

²⁵ Vgl. bspw. LÖDDING, H. (2008), S. 327-440 sowie S. 459-478; LÖDDING (2010), S. 45-62; WIENDAHL, H.-H. (2002), S. 32-179.

Nutzung der *Kapazitätsflexibilität*²⁶ von *Arbeitssystemen*²⁷ beruht. Die andere Gruppe von Methoden zielt hingegen auf die Nivellierung der Belastungsschwankungen an den Arbeitssystemen und somit auf die Anpassung des Kapazitätsbedarfes an das Kapazitätsangebot ab. In diesem Fall wird die *Belastungsflexibilität*²⁸ im Auftragszugang der Arbeitssysteme genutzt. Abbildung 1.1 veranschaulicht die aus den Extremausprägungen der Belastungsschwankungen potentiell resultierende Kapazitätsbedarfsunterdeckung als auch die beiden unterschiedlichen methodischen Grundprinzipien zur Auflösung dieses Deckungsdefizites.

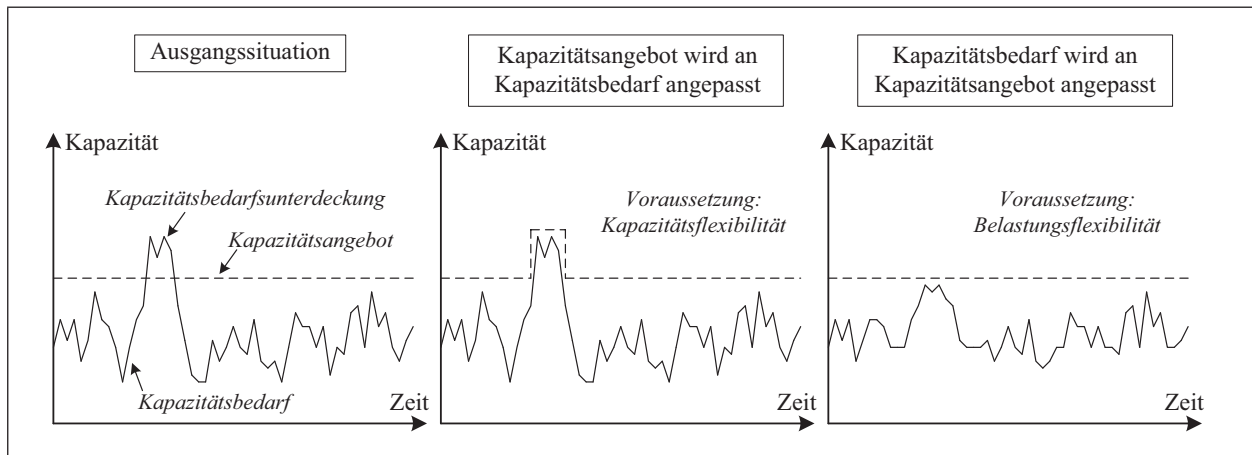


Abbildung 1.1.: Prinzipien zur Bewältigung von Belastungsschwankungen.²⁹

Beide Flexibilitätsmaße, die hier als Eigenschaften eines *flexiblen Produktionsumfeldes*³⁰ interpretiert werden, haben des Weiteren einen signifikanten Einfluss auf die Gestalt sogenannter Produktionskennlinien, die eine wichtige Grundlage der PPS darstellen³¹. Mit Hilfe dieser Kennlinien lassen sich die Wechselwirkungsbeziehungen zwischen den logistischen *Kenngroßen*³² eines Arbeitssystems im Produktionsprozess beschreiben und quantifizieren. Die Produktionskennlinien ermöglichen somit eine systematische Steuerung der Arbeitslast an Arbeitssystemen, wodurch die Auslastung dieser Systeme sowie die Durchlaufzeit, die für die Realisierung der arbeitssystemspezifischen Fertigungsprozesse benötigt wird, zielgerichtet reguliert werden kann. Dieser Steuerungsprozess wird als *logistische Positionierung*³³ bezeichnet³⁴.

²⁶ Vgl. zum Flexibilitätsbegriff im Allgemeinen und zur Kapazitätsflexibilität im Besonderen ausführlich Kap. 4.1.

²⁷ Vgl. zum Arbeitssystembegriff ausführlich Kap. 4.1.

²⁸ Vgl. zum Flexibilitätsbegriff im Allgemeinen und zur Belastungsflexibilität im Besonderen ausführlich Kap. 4.1.

²⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an LÖDDING, H. (2010), S. 59.

³⁰ Vgl. zum Begriff des flexiblen Produktionsumfeldes ausführlich Kap. 4.1.

³¹ Vgl. NYHUIS, P. / WIENDAHL, H.-P. (2012), S. 98-100 sowie S. 121.

³² Die Kenngroßen lassen sich in Ziel- und Einflussgrößen differenzieren. Vgl. zur Definition der Kenngroßen ausführlich Kap. 5.1.

³³ Vgl. zur logistischen Positionierung ausführlich Kap. 5.

³⁴ Vgl. NYHUIS, P. / WIENDAHL, H.-P. (2012), S. 174-175.



Damit die logistische Positionierung verlässlich durchgeführt werden kann, bedarf es also zunächst der Kenntnis der im jeweiligen Produktionsumfeld vorhandenen Belastungs- und Kapazitätsflexibilität. Überdies muss der Einfluss dieser Flexibilitätsmaße auf die Gestalt der Produktionskennlinien quantifiziert und in der Kennlinienermittlung geeignet berücksichtigt werden. Durch die Nutzung der resultierenden Produktionskennlinien zur Durchlaufzeitbestimmung und -steuerung im beschriebenen dynamischen Unternehmensumfeld kann ein bedeutender Beitrag zur Verbesserung sowie Absicherung der Liefertermintreue und damit zur Bewältigung der eingangs geschilderten Problemstellung geleistet werden. Die Entwicklung der hierfür notwendigen methodischen Grundlagen und Verfahren stellt die *Intention der vorliegenden Arbeit* dar.



2. Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Aus den vorstehenden Ausführungen lässt sich folgende *Zielsetzung* für diese Forschungsarbeit ableiten: Zunächst wird die Entwicklung von industriell anwendbaren Verfahren zur Messung der Belastungs- und Kapazitätsflexibilität beabsichtigt. Unter Nutzung der entwickelten Messverfahren soll anschließend der quantitative Zusammenhang zwischen den genannten Flexibilitätsmaßen und den logistischen Kenngrößen von Arbeitssystemen ermittelt und über Produktionskennlinien beschrieben werden. Durch die Erarbeitung eines Vorgehensmodells zur logistischen Positionierung von Arbeitssystemen im flexiblen Produktionsumfeld, das auf der Nutzung der ermittelten Produktionskennlinien basiert, wird die Entwicklung eines neuartigen Ansatzes zur PPS angestrebt. Eine Beispieluntersuchung soll das Nutzenpotential der Entwicklungsarbeit nachweisen.

Die Vorgehensweise zur Realisierung dieser Zielsetzung, die zugleich den *weiteren Aufbau der vorliegenden Arbeit*³⁵ widerspiegelt, gestaltet sich wie folgt:

Das *vierte und fünfte Kapitel* repräsentieren die theoretischen Grundlagen dieser Arbeit. Des Weiteren wird in diesen Kapiteln der Stand der Forschung systematisch aufgearbeitet sowie in Form von Zwischenfazit das konkrete Forschungsdefizit, aus dem sich die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit herleitet, dargelegt. Diesbezüglich erfolgt im vierten Kapitel zunächst eine Definition des dieser Arbeit zugrunde liegenden Flexibilitätsbegriffes. Diese Ausführungen leiten zu einer kritischen Betrachtung der Flexibilitätsmessung im Kontext der industriellen Produktion über. Hierzu gehört die Bewertung relevanter Messverfahren unter Berücksichtigung definierter Anforderungen. Die logistischen Ziel- und Einflussgrößen der PPS und ihre Wechselwirkungen sowie die logistische Positionierung als Ansatz zur Bewältigung logistischer Zielkonflikte werden am Anfang des fünften Kapitels beschrieben. Diesen Ausführungen schließt sich die Vorstellung und anforderungsbasierte Bewertung der Ansätze zur Ermittlung von Produktionskennlinien, welche für die logistische Positionierung benötigt werden, an.

Der Grundlagendarstellung und Aufarbeitung des Forschungsstandes folgt die Vorstellung der eigenen Entwicklungsarbeit: Diesbezüglich werden in *Kapitel sechs* die entwickelten Verfahren zur Messung der Belastungs- und Kapazitätsflexibilität erläutert. Hierdurch sollen die in Kapitel vier identifizierten Forschungslücken geschlossen werden. Das *siebte*

³⁵ Die folgenden Erläuterungen zum Aufbau der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf die Vorgehensweise zur Realisierung der definierten Forschungszielsetzung. Aus diesem Grund wird hier auf das erste Kapitel, das die Intention der Forschungsarbeit darlegt, sowie auf das dritte Kapitel, in dem die wissenschaftstheoretische und -methodische Positionierung der Arbeit erfolgt, nicht explizit eingegangen.



Kapitel beginnt mit der Darstellung der Grundlagen zur Gestalt von Produktionskennlinien in einem flexiblen Produktionsumfeld. Anschließend erfolgt die Beschreibung und exemplarische Anwendung des entwickelten Ansatzes zur Kennlinienermittlung, ehe über eine Vergleichsrechnung das Nutzenpotential der Entwicklungsarbeit belegt werden soll. Überdies wird im siebten Kapitel das erarbeitete Vorgehensmodell zur logistischen Positionierung im flexiblen Produktionsumfeld dargelegt. Durch dieses Modell werden die zuvor ermittelten Kennlinien in die PPS implementiert und somit ihre Anwendbarkeit in der industriellen Praxis vorbereitet. Die Anwendungsperspektiven des Modells werden in diesem Zusammenhang ebenfalls aufgezeigt. Die in Kapitel fünf identifizierten Forschungslücken sollen durch die Entwicklungsarbeit, die im siebten Kapitel beschrieben wird, beseitigt werden.

Die vorliegende Arbeit schließt mit einer kritischen Würdigung der erzielten Forschungsergebnisse im *achten Kapitel* sowie einer Darstellung des weiteren Forschungsbedarfes im *neunten Kapitel* ab.

3. Wissenschaftstheoretische und -methodische Positionierung

Der Erkenntnisfortschritt stellt die grundlegende Zielsetzung der Wissenschaft dar³⁶. POPPER nennt dies die „Annäherung an die Wahrheit“³⁷. Dabei wird angenommen, dass eine derartige Wahrheit (objektive Wirklichkeit), die unabhängig von subjektiven Erfahrungen und Wahrnehmungen ist, existiert. Dieser Auffassung, welche die erkenntnistheoretische Position des Rationalismus und Realismus darstellt, wird auch in der vorliegenden Forschungsarbeit gefolgt. Außerdem wird hier der Standpunkt vertreten, dass der *Erkenntnisfortschritt durch die Bildung und Anwendung von Modellen*, die ein vereinfachtes Abbild eines betrachteten realen Systems darstellen, unterstützt werden kann. Bei der Modellbildung werden Elemente des Realsystems, die für eine zu lösende Frage- respektive Problemstellung von ungeordneter Bedeutung sind, vernachlässigt und somit der Erkenntnisprozess vereinfacht bzw. überhaupt erst ermöglicht³⁸. In der Betriebswirtschaftslehre, die das Fachgebiet repräsentiert, dem diese Forschungsarbeit zugehörig ist, werden vielfach mathematische Modelle und Simulationsmodelle zur Erkenntnisgewinnung und -nutzung (Problemlösung) eingesetzt³⁹. Der dabei verfolgte Prozess der modellbasierten Problemlösung wird in Abbildung 3.1 veranschaulicht.

Dementsprechend resultiert die zu lösende *Problemstellung stets aus einem Defizit*, das zum Untersuchungszeitpunkt das Realsystem charakterisiert. Dies entspricht dem Forschungsverständnis von ULRICH⁴¹, das in dieser Arbeit ebenfalls verfolgt wird. Aus der Problemstellung ergibt sich die Zielsetzung, die dem problemlösungsorientierten modellbasierten Forschungsprozess zugrunde liegt. Unter Berücksichtigung dieser Zielformulierung erfolgt die Modellbildung. Demnach werden nur Elemente des Realsystems, die einen Einfluss auf die Zielrealisierung (Problemlösung) haben, modelliert. Anschließend kann mit Hilfe des entwickelten Modells systematisch experimentiert werden. So besteht etwa die Möglichkeit, dass auf Basis von empirischen Daten Beispielrechnungen mit einem mathematischen Modell oder Simulationsuntersuchungen mit einem Simulationsmodell durchgeführt werden.

³⁶ Vgl. TÖPFER, A. (2010), S. 110.

³⁷ POPPER, K. R. (2005), S. 39.

³⁸ Vgl. KLEIN, R. / SCHOLL, A. (2011), S. 32.

³⁹ Vgl. bspw. MÄRZ, L. / WEIGERT, G. (2011), S. 10-11; NYHUIS, P. / WIENDAHL, H.-P. (2012), S. 6; WURL, H.-J. (1971), S. 22-23.

⁴⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an NYHUIS, P. / WIENDAHL, H.-P. (2012), S. 7.

⁴¹ Vgl. ULRICH, H. (2001), S. 20.

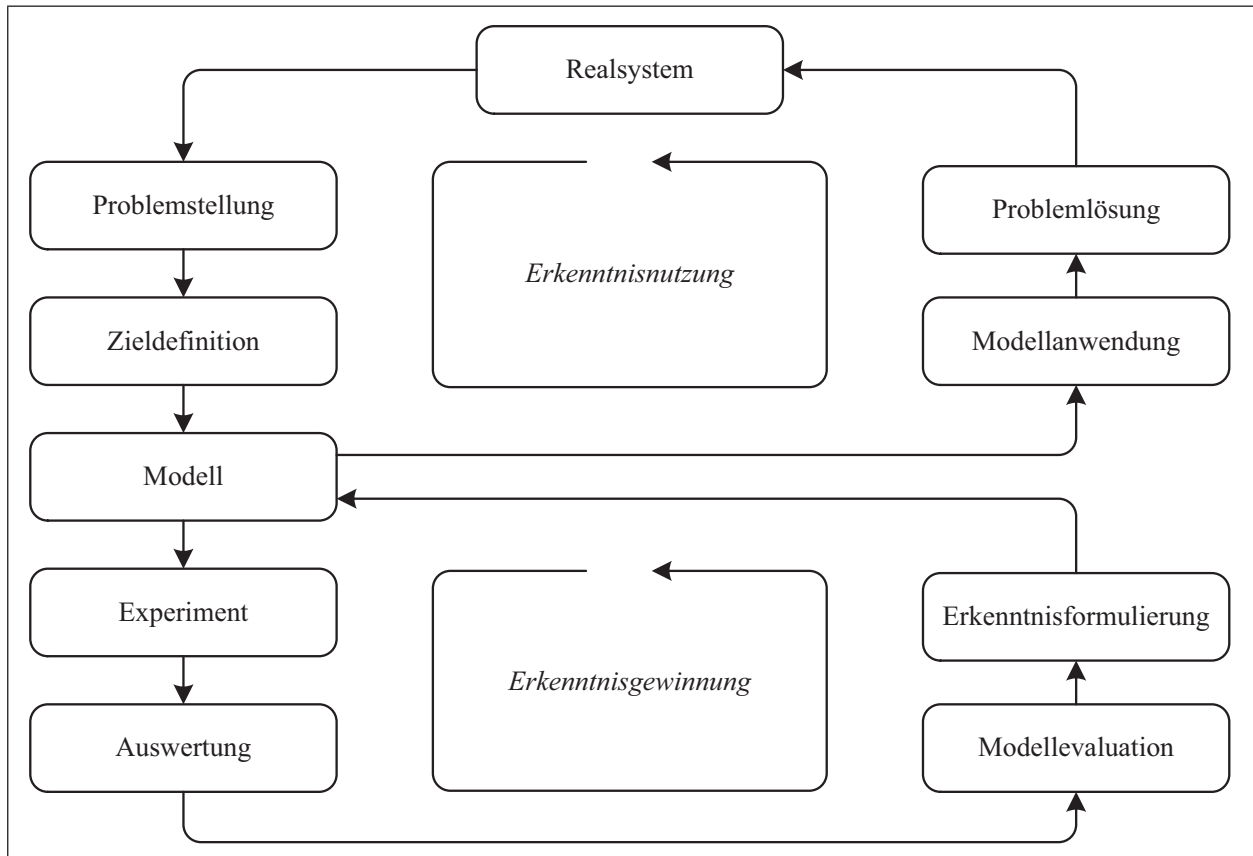


Abbildung 3.1.: Modellbasierter Problemlösungsprozess.⁴⁰

Durch die Auswertung der experimentell gewonnenen Untersuchungsergebnisse kann der Beitrag des entwickelten Modells zur Lösung der vorab im Realsystem festgestellten Problemstellung ermittelt werden. Die Bestimmung der Lösungsgüte kann etwa über die Analyse der Ausprägungen von definierten Zielgrößen erfolgen. Aus dieser Evaluation des Modells lassen sich unterschiedliche Erkenntnisse ableiten und formulieren: Sind die gesetzten Erwartungen erfüllt, also ist die definierte Lösungsgüte erreicht, kann das Modell so belassen und für die Lösung von Problemen der gleichen Klasse genutzt werden (*Erkenntnisnutzung*). Dies umfasst auch die Implementierung der modellbasiert erarbeiteten Lösungen im Realsystem. Werden die gesetzten Erwartungen nicht erfüllt, also ist die definierte Lösungsgüte nicht ausreichend, muss das Modell entsprechend angepasst und erneut hinsichtlich seines Beitrages zur Problemlösung respektive Zielerreichung bewertet werden (*Erkenntnisgewinnung*).

Dieses modellgestützte Vorgehen lässt sich folgendermaßen in die *wissenschaftstheoretische Methodologie* einordnen: Zunächst wird bei der Problemformulierung nach dem Induktionsprinzip vorgegangen. Das heißt, tritt ein Problem in einem Realsystem oder mehreren dieser Systeme wiederholt auf, so wird daraus geschlossen, dass diese Problemstellung Allgemeingültigkeit besitzt. Bei der Modellierung wird hingegen eher das Deduktionsprinzip verfolgt. Demnach wird davon ausgegangen, dass das entwickelte allgemeingültige Modell auch zur Lösung des speziellen Problemfalls genutzt werden kann.