

I Einleitung

Die deutsche Industrie weist im internationalen Vergleich bereits seit Jahrzehnten einen exzellenten Ruf auf und ist für ihre qualitativ hochwertigen, zuverlässigen und innovativen Erzeugnisse bekannt. Dies gilt unter anderem für Produkte, Technologien und Dienstleistungen aus den Bereichen Maschinen- und Fahrzeugbau, Elektroindustrie und Medizintechnik.¹ Die produzierende Industrie hat dabei einen Anteil von 22,9 % an der Bruttowertschöpfung in Deutschland und zeichnet sich durch eine Exportquote in Höhe von 48,4 % aus.² Aufgrund ihrer elementaren Bedeutung für die Wirtschaftsleistung kann die produzierende Industrie somit als Rückgrat der Bundesrepublik Deutschland bezeichnet werden. Im Kontext der Globalisierung und der stetigen Verschärfung des Wettbewerbsumfelds ist es für die deutsche Industrie jedoch unabdingbar neue Differenzierungsmerkmale zu entwickeln und so die internationale Führungsposition auch weiterhin zu sichern. Diese Differenzierungsmerkmale können einerseits marktseitig durch die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen realisiert werden. Andererseits birgt jedoch auch die Optimierung der Wertschöpfungsstrukturen – und damit einhergehende Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen – das Potenzial zur erfolgreichen Differenzierung im globalen Wettbewerb.

I.1 Problemstellung

Die Notwendigkeit zur Entwicklung neuer Differenzierungsmerkmale trifft insbesondere auf die deutsche Branche Werkzeugbau zu. An der Schnittstelle zwischen Produktentwicklung und Serienproduktion nimmt der Werkzeugbau eine Schlüsselposition in der industriellen Wertschöpfungskette ein.³ Im internationalen Vergleich weist der deutsche Werkzeugbau eine führende Rolle in Bezug auf Qualität, Komplexität und Präzision der hergestellten Erzeugnisse auf.⁴ Bedingt durch seine Schlüsselposition haben sowohl die vorgelagerte Produktentwicklung als auch die nachgelagerte Serienproduktion einen maßgeblichen Einfluss auf die Branche Werkzeugbau. In der Folge sieht sich der Werkzeugbau unmittelbar mit zentralen Trends wie zunehmender Produktderivatisierung und -komplexität, demografischem Wandel, Globalisierung und digitaler Vernetzung der produzierenden Industrie konfrontiert.⁵ Das Wettbewerbsumfeld deutscher Werkzeugbaubetriebe wird dabei zunehmend kompetitiver und der Wettbewerbsdruck nimmt kontinuierlich zu.⁶ Eine alleinige Differenzierung über die Höherwertigkeit der Erzeugnisse ist vor dem Hintergrund der zunehmenden Wettbewerbsfähigkeit ausländischer Marktbegleiter, insbesondere aus osteuropäischen respektive asiatischen Niedriglohnländern, zukünftig nicht mehr

¹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Industriepolitik), 2022.

² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Industriepolitik), 2022.

³ Vgl. Eversheim; Klocke (Werkzeugbau mit Zukunft), 1998, S. 1.

⁴ Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany), 2020, S. 4.

⁵ Vgl. Boos et al. (World of Tooling), 2018, S. 5;

Boos et al. (Tooling in Germany), 2018, S. 13;

Kelzenberg (Datenstrukturmodell für den digitalen Schatten), 2020, S. 73.

⁶ Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany), 2018, S. 4.

ausreichend.⁷ Gegenüber dem Hochlohnstandort Deutschland können diese Marktbegleiter bereits seit einigen Jahren qualitativ konkurrenzfähige Erzeugnisse bei deutlich geringeren Faktorkosten herstellen.⁸ Gleichzeitig erschwert die hohe Leistungsdichte der deutschen Branche Werkzeugbau eine erfolgreiche Differenzierung vom inländischen Wettbewerb.⁹ In Anbetracht der derzeitigen Herausforderungen kann der deutsche Werkzeugbau eine Differenzierung deshalb ausschließlich über eine Höherwertigkeit des gesamten Leistungserstellungsprozesses – und nicht nur des finalen Erzeugnisses – realisieren.¹⁰ Eine solche Optimierung der Leistungserstellung erfordert am Hochlohnstandort Deutschland eine erfolgreiche digitale Transformation.¹¹ Diese stellt mit ihrer Zukunftsvision der Industrie 4.0 jedoch nicht nur einen Befähiger für Werkzeugbaubetriebe zur Bewältigung der aufgeführten Herausforderungen dar. Vielmehr impliziert dieser weitreichende Wandlungsprozess zusätzliche Herausforderungen für die gesamte produzierende Industrie – und somit auch für die Branche Werkzeugbau.¹²

Die digitale Transformation beschreibt den Wandlungsprozess eines handwerklich bzw. industriell geprägten Unternehmens zu einem digital vernetzten Unternehmen. Die Grundlage dessen bildet eine zielorientierte Datenerfassung und -analyse im Produktionsprozess.¹³ Den Zielzustand dieses Wandlungsprozesses stellt die Industrie 4.0 dar. Diese ist durch die echtzeitfähige, dynamische und autonome Optimierung von digital vernetzten Ressourcen, Diensten und Menschen charakterisiert.¹⁴ In der Folge ermöglicht die sukzessive und langfristige Realisierung des Zielzustands eines derart digital vernetzten Werkzeugbaus eine Optimierung des Leistungserstellungsprozesses. Bevor die Potenziale der digitalen Vernetzung gehoben werden können, werden Werkzeugbaubetrieben zunächst jedoch zusätzliche Aufwendungen abverlangt. Dabei muss eine Neuausrichtung der Aktivitäten und Ressourcen der Betriebe stattfinden.¹⁵ Die digitale Transformation stellt somit insgesamt ein komplexes Vorhaben dar, welches eine klare Zielformulierung, eine langfristige Ausrichtung sowie eine strategische und dynamische Strukturierung der gesamten Organisation, Prozesse und Ressourcen erfordert. Anhand dieser Merkmale wird deutlich, dass die digitale Transformation einer Strukturierung im strategischen Sinne bedarf.¹⁶ Obwohl die Potenziale der digitalen Vernetzung offenkundig sind, mangelt es der Branche Werkzeugbau derzeit an einem systematischen Lösungsansatz zur strategischen Auslegung und Strukturierung des Transformationsprozesses. So geben 79 % der deutschen Werkzeugbaubetriebe an, dass ihnen ein strukturiertes Vorgehen zur Umsetzung der digitalen Trans-

⁷ Vgl. Schuh et al. (Operative Exzellenz), 2010, S. 17.

⁸ Vgl. Kühn (Leistungssysteme im Werkzeugbau), 2016, S. 1.

⁹ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019, S. 6.

¹⁰ Vgl. Schuh et al. (Operative Exzellenz), 2010, S. 17.

¹¹ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019, S. 6-7;

See (Digitale Transformation in Wertschöpfungsnetzwerken), 2019, S. 24.

¹² Vgl. Kelzenberg (Datenstrukturmodell für den digitalen Schatten), 2020, S. 69-71.

¹³ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019, S. 6-7;

Boos et al. (IT-Infrastruktur zur digitalen Vernetzung), 2021, S. 6-7.

¹⁴ Vgl. Bauernhansl et al. (Standpunkt Industrie 4.0), 2016, S. 6;

See (Digitale Transformation in Wertschöpfungsnetzwerken), 2019, S. 24.

¹⁵ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019, S. 7.

¹⁶ Vgl. Becker et al. (Entwicklung und Implementierung von Digitalisierungsstrategien), 2019, S. 41-45.

formation fehle. Gleichzeitig prognostizieren die Betriebe jedoch eine geschätzte Produktivitätssteigerung von 30 %.¹⁷ Somit kann die digitale Transformation gleichzeitig als eigenständige Herausforderung sowie als Potenzial zur Adressierung der übrigen vielfältigen Herausforderungen in der Branche Werkzeugbau verstanden werden.

I.2 Zielsetzung und Forschungsfrage

In Bezug auf die beschriebene Problemstellung stellt die übergeordnete Zielsetzung der vorliegenden Arbeit die Entwicklung eines Lösungsansatzes dar, anhand dessen Werkzeugbaubetriebe ihre digitale Transformation strategisch strukturieren und ihre Wertschöpfung digital vernetzen können. Die Anwendung dieses Lösungsansatzes soll Werkzeugbaubetriebe dazu befähigen, Differenzierungsmerkmale durch eine überlegene Leistungserstellung zu realisieren und sich so erfolgreich am Markt zu positionieren. Speziell am Hochlohnstandort Deutschland soll auf diese Weise die Wettbewerbsfähigkeit der Branche Werkzeugbau langfristig sichergestellt werden.

Die Entwicklung einer strukturierten und strategischen Vorgehensweise ist zur erfolgreichen digitalen Transformation essenziell. Es ist jedoch fraglich, ob Lösungsansätze existieren, welche die Entwicklung von Strategien zur digitalen Transformation der Wertschöpfung adressieren und gleichermaßen einen ausreichenden Fokus auf die charakteristischen Randbedingungen der Branche Werkzeugbau aufweisen. Bestehende Ansätze mit ausreichendem Bezug zur Branche Werkzeugbau zeigen sich oftmals defizitär, da sie die langfristige Kontinuität der digitalen Transformation sowie die Kohärenz der Lösungen für die digitale Vernetzung vernachlässigen. Zudem werden die strategischen Erfolgspositionen, die zur erfolgreichen Differenzierung am Markt fundamental sind, zumeist nicht ausreichend fokussiert.¹⁸ Demgegenüber bleiben die Eigenschaften der Branche, wie der charakteristische Auftragsabwicklungsprozess, die Besonderheiten der Einzel- und Kleinserienfertigung sowie die Heterogenität der Branche in Bezug auf Marktzugang und Betriebsgröße, in Ansätzen mit strategischen und transformationsspezifischen Schwerpunkten oftmals unberücksichtigt.¹⁹

Folglich ist die konkrete Zielsetzung der vorliegenden Arbeit die Entwicklung einer Methodik für die Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau. Diese soll die Werkzeugbaubetriebe zur bedarfsgerechten und effizienten Gestaltung ihrer wertschöpfungsseitigen digitalen Transformation befähigen und so die Herausforderungen der Branche hinreichend adressieren. Zur Eingrenzung des Betrachtungsbereichs einer Dis-

¹⁷ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019, S. 5.

¹⁸ Vgl. Boos et al. (Digitale Transformation im Werkzeugbau), 2019; Salmen (Digital vernetzter Shopfloor im Werkzeugbau), 2016.

¹⁹ Vgl. Mohr (Digital Navigator), 2020;

Lipsmeier et al. (Development of Digital Strategies), 2020;

Issa et al. (Framework for digital Transformation & Industrie 4.0-Roadmap), 2018.

sertation sowie zur zielführenden Durchführung des Forschungsprozesses sind grundlegende Forschungsfragen zu formulieren.²⁰ Im Kontext der vorliegenden Dissertation wird die handlungsleitende Forschungsfrage wie folgt formuliert:²¹

Wie muss eine Methodik für die systematische Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau gestaltet sein?

1.3 Forschungsansatz der Arbeit

Der Forschungsansatz der vorliegenden Arbeit orientiert sich an dem allgemeinen Forschungsverständnis des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen. Dieses basiert auf dem wissenstheoretischen Ansatz nach ULRICH sowie dem forschungsmethodischen Vorgehen nach KUBICEK und wurde bereits in vergangenen Arbeiten, darunter die Arbeiten von SALMEN²², HENSEN²³ und KELZENBERG²⁴, erfolgreich angewendet.

Die wissenschaftliche Forschung kann gemäß BINDER & KANTOWSKY als ein Prozess zur Erkenntnisgewinnung verstanden werden. Die gesammelten Erkenntnisse werden der Forschungs- und Wissenschaftsgemeinschaft anschließend als eine neue Wirklichkeit zur Verfügung gestellt. Da Forschung nicht ohne wertende Entscheidungen durchführbar ist, bedarf es vor der Veröffentlichung dieser neuen Erkenntnisse jedoch einer Erläuterung des zugrundeliegenden Forschungsparadigmas bzw. der Erkenntnisperspektive der Forscher.²⁵

Die grundlegende Erkenntnisperspektive stellt ein sogenanntes „belief system“ dar. Dieses ist ein nicht weiter begründbares Vorverständnis, welches für die vorliegende Arbeit angenommen werden kann und nicht detaillierter nachgewiesen werden muss. Es ist somit als grundlegende Überzeugung zu akzeptieren.²⁶ Jedoch müssen sowohl die grundlegende Erkenntnisperspektive als auch das methodische Vorgehen der Forschung offengelegt werden. Nur so kann eine intersubjektive Begreifbarkeit der Erkenntnisse aus dem Forschungsprozess gewährleistet werden.²⁷

Zur Erläuterung der grundlegenden Ergebnisperspektive kann die vorliegende Arbeit dem Spektrum der Wissenschaft zugeordnet werden. Nach ULRICH & HILL kann Wissenschaft anhand von Formal- und Realwissenschaft differenziert werden.²⁸ Diese Differenzierung ist in der nachfolgenden Abbildung 1 visualisiert.

²⁰ Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 24-30.

²¹ Eine Detaillierung der handlungsleitenden Forschungsfrage erfolgt im Rahmen von Kapitel III.5 anhand weiterer untergeordneter Forschungsfragen.

²² Vgl. Salmen (Digital vernetzter Shopfloor im Werkzeugbau), 2016.

²³ Vgl. Hensen (Auslegung industrieller Werkzeugbaubetriebe), 2017.

²⁴ Vgl. Kelzenberg (Datenstrukturmodell für den digitalen Schatten), 2020.

²⁵ Vgl. Binder; Kantowsky (Technologiepotentiale), 1996, S. 3.

²⁶ Vgl. Guba; Lincoln (Competing Paradigms in Qualitative Research), 1994, S. 107.

²⁷ Vgl. Binder; Kantowsky (Technologiepotentiale), 1996, S. 3.

²⁸ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

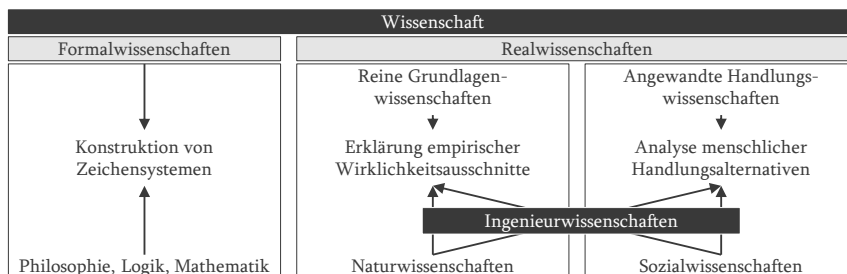


Abbildung 1: Wissenschaftssystematik²⁹

Die Zielsetzung der Formalwissenschaften liegt in der Entwicklung von Zeichensystemen und entsprechenden Regeln zu ihrer korrekten Verwendung. Zu den Formalwissenschaften zählen unter anderem die Disziplinen Philosophie, Logik und Mathematik.³⁰ Als Ergebnisse der Analytik weisen die entwickelten Zeichensysteme und Regeln keinerlei Beziehung zu realen Objekten auf. Stattdessen beziehen sie sich auf abstrakte, nicht reale Objekte wie Zahlen und Zeichen. Die Evidenz der Ergebnisse kann folglich ausschließlich durch Prüfungen der Logik überprüft werden.³¹

Die Realwissenschaften verfolgen demgegenüber das Ziel der empirischen Beschreibung, Erklärung und Gestaltung wahrnehmbarer Wirklichkeitsausschnitte.³² Die Forschungsergebnisse der Realwissenschaften sind gegenüber denen der Formalwissenschaften nicht analytischer, sondern rein synthetischer Natur. Ihre Überprüfung auf Richtigkeit erfordert daher eine zusätzliche Faktenanalyse.³³ Innerhalb der Realwissenschaften können reine Grundlagenwissenschaften und angewandte Handlungswissenschaften unterschieden werden. Erstere beinhalten die Fachgebiete der Naturwissenschaften wie Chemie, Biologie oder Physik. Die Grundlagenwissenschaften tragen dazu bei, Diskrepanzen zwischen beobachteten Ereignissen und der zugrundeliegenden Theorie zu verstehen und zu erläutern. Handlungswissenschaften können hingegen den Sozialwissenschaften zugerechnet werden und umfassen unter anderem die Soziologie, Ökonomie und Betriebswirtschaftslehre.³⁴

Die Ingenieurwissenschaften können den Realwissenschaften zugeordnet werden, wobei eine eindeutige Zuordnung zu den Grundlagen- oder Handlungswissenschaften nicht vorgenommen werden kann. Die vorliegende Arbeit ist aufgrund ihres hohen unternehmerischen Praxisbezugs und der methodischen Unterstützung menschlichen Handelns jedoch eindeutig den Handlungswissenschaften zugehörig. Dabei weist sie zudem Schnittmengen zu Betriebswirtschaftslehre auf.

Abschließend ist die grundlegende Erkenntnisperspektive der vorliegenden Arbeit zu definieren. Die Überzeugungen des Forschenden sind dafür als Teil des bestehenden Vorverständnisses der Arbeit offenzulegen. Diese Überzeugungen beinhalten wertgebundene und

²⁹ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

³⁰ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

³¹ Vgl. Schanz (Führungsforschung), 1987, S. 2039.

³² Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

³³ Vgl. Schanz (Führungsforschung), 1987, S. 2039.

³⁴ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

wissenschaftliche Annahmen, die weder bewiesen noch empirisch untersucht werden können. Die Offenlegung dieser subjektiven Prämissen dient der Überwindung des sogenannten Subjektivitätskriteriums wissenschaftlicher Arbeiten.³⁵ Die Überzeugungen sowie das zugrundeliegende Grundverständnis werden in der Wissenschaftstheorie Paradigma³⁶, Forschungs-³⁷ oder Erkenntnisprogramm³⁸ genannt. In der Betriebswirtschaftslehre bilden der faktortheorietische Ansatz nach GUTENBERG, der Systemansatz nach ULRICH und der entscheidungstheoretische Ansatz nach HEINEN die drei zentralen Leitgedanken.³⁹ Im Kontext der vorliegenden Arbeit ist besonders der Systemansatz nach ULRICH als grundlegende Wissenschaftstheorie qualifiziert, da dieser praxisnah, integrativ und offen ist. Somit weist er eine große Nähe zu den Ingenieurwissenschaften und dementsprechend eine grundsätzliche Eignung für den vorliegenden Anwendungsfall auf.⁴⁰

Ein weiterer zentraler Aspekt des Forschungsprozesses ist die gewählte Forschungsmethodologie. Diese bestimmt die Gestaltung des Erkenntnisprozesses zur Entwicklung neuer Lösungen und zur Generierung neuen Wissens. Gemäß POPPER beginnt die Gewinnung von Erkenntnissen nicht mit der Wahrnehmung, der Beobachtung oder dem Sammeln von Daten oder Tatsachen. Stattdessen bildet ein konkretes Problem bzw. bilden mehrere konkrete Probleme den Ausgangspunkt dieses Prozesses.⁴¹ Diese Probleme werden durch die anwendungsorientierten Handlungswissenschaften gelöst.

Im Kontext der anwendungsorientierten Handlungswissenschaften bietet sich der Einsatz der explorativen Forschung als zugrundeliegende Forschungsmethodologie an.⁴² Diese verfolgt das Ziel, analytische Lösungen und theoretische Aussagen auf Basis von Erfahrungswissen des Forschenden weiterzuentwickeln.⁴³ Bedingt durch die Zuordnung zu den Handlungswissenschaften und die Wahl des Systemansatzes nach ULRICH wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Forschungsmethodologie der explorativen Forschung verwendet. Das Forschungsmethodische Vorgehen ist in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt.

³⁵ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 306.

³⁶ Vgl. Kuhn (Struktur wissenschaftlicher Revolutionen), 2020, S. 25.

³⁷ Vgl. Lakatos (Wissenschaftliche Forschungsprogramme), 1974, S. 89-91.

³⁸ Vgl. Albert (Marktsoziologie und Entscheidungslehre), 1998, S. 8-10.

³⁹ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 307-309.

⁴⁰ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 308-309.

⁴¹ Vgl. Popper (Logik der Sozialwissenschaften), 1975, S. 104.

⁴² Vgl. Komorek (Kollaborative Wertschöpfung im Werkzeugbau), 2014, S. 6;

Pitsch (Vernetzung von Werkzeugbaustandorten), 2014, S. 6-7;

Salmen (Digital vernetzter Shopfloor im Werkzeugbau), 2016, S. 7

Kelzenberg (Datenstrukturmodell für den digitalen Schatten), 2020, S. 8.

⁴³ Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 13.

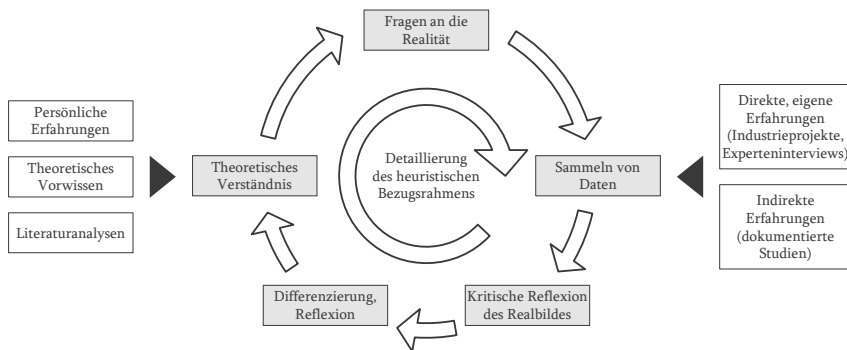


Abbildung 2: Forschungsmethodisches Vorgehen⁴⁴

Gemäß KUBICEK werden wissenschaftliche Aussagen im Kontext der explorativen Forschung durch einen geleiteten Lernprozess entwickelt, welcher auf systematischem Erfahrungswissen des Forschenden basiert. Neben der Gewinnung von Erfahrungswissen verfolgt dieser Lernprozess ebenso die kreative Umsetzung in theoretische Aussagen.⁴⁵ Zielsetzung hierbei ist folglich die Fragestellung an die Realität sowie die theoretische Verarbeitung der gewonnenen Erkenntnisse, um so wiederum neue Fragestellungen zu entwickeln. Die explorative Forschung stellt somit keine reine Untersuchung und Überprüfung aufgestellter Hypothesen dar, sondern fokussiert zusätzlich die Entwicklung theoretischer Aussagen.⁴⁶

Den Mittelpunkt des Forschungsprozesses in der explorativen Forschung bildet der heuristische Bezugsrahmen. Dieser veranschaulicht das Vorverständnis des Autors und ist handlungsleitend für die Lösung praxisrelevanter Probleme im Zuge des Forschungsprozesses. Den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines heuristischen Bezugsrahmens bildet ein nicht ausreichendes Verständnis bzw. eine unzureichende Beherrschung eines theoretischen Problems.⁴⁷ Da die Problemstellung der vorliegenden Arbeit bereits in Kapitel I.1 erläutert wurde, kann der heuristische Bezugsrahmen im Folgenden entwickelt werden. Dieser besteht aus sechs Teilen, welche in der nachfolgenden Abbildung 3 visualisiert sind.

⁴⁴ Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 14-15;

Tomczak (Forschungsmethoden in der Marketingwissenschaft), 1992, S. 84.

⁴⁵ Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 13.

⁴⁶ Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 14.

⁴⁷ Vgl. Tomczak (Forschungsmethoden in der Marketingwissenschaft), 1992, S. 84.

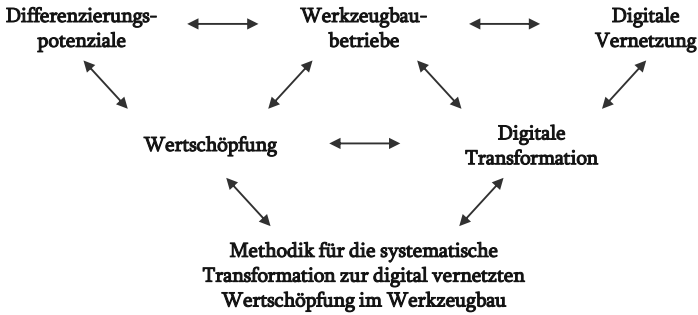


Abbildung 3: Heuristischer Bezugsrahmen der vorliegenden Arbeit⁴⁸

Das zentrale Element des heuristischen Bezugsrahmens bilden interne und externe Werkzeugbaubetriebe. Aufgrund der stetigen Verschärfung des globalen Wettbewerbsumfelds müssen deutsche Werkzeugbaubetriebe zwingend eine Differenzierung durch einen überlegenen Leistungserstellungsprozess realisieren. Am Hochlohnstandort Deutschland kann dies unter anderem durch eine erfolgreiche digitale Vernetzung der Wertschöpfung und der damit einhergehenden Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen erfolgen. Trotz der offenkundigen Potenziale der digitalen Vernetzung stellt dieser Wandlungsprozess Werkzeugbaubetriebe gegenwärtig vor große Herausforderungen und resultiert in einem ungenügenden Umsetzungsstand in der Branche. Damit Werkzeugbaubetriebe den Zielzustand einer digital vernetzten Wertschöpfung nachhaltig realisieren können, bedarf es einer systematischen digitalen Transformation. Die Gestaltung dieses Transformationsprozesses muss dabei zwangsläufig strategisch und unter Berücksichtigung der individuellen Zielsetzung und Randbedingungen der Betriebe erfolgen. Die Kombination von Wertschöpfungsfokus und digitaler Transformation resultiert in einer Methodik für die systematische Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau.

Die Grundlage dieser Arbeit stellt das Erfahrungswissen des Autors dar. Dieses wurde im Rahmen der Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Unternehmensentwicklung am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen seit 2018 kontinuierlich aufgebaut und weiterentwickelt. In zahlreichen Industrieberatungs- und Forschungsprojekten sowie in Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen war die Gestaltung der digitalen Transformation produzierender Unternehmen zentraler Themenschwerpunkt. Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Branche Werkzeugbau, welche den Betrachtungsbereich der vorliegenden Arbeit darstellt. Durch das intensive Studium der forschungsrelevanten Theorie zur digitalen Transformation sowie zur strategischen Gestaltung der Wertschöpfung wurde zudem das Verständnis ergänzt und reflektiert.

Im Zuge der Leitung einer Vielzahl nationaler und internationaler Industrieprojekte in internen und externen Werkzeugbaubetrieben mit den Themen Benchmarking, Auftragsabwicklungsanalyse, Standardisierung, strategische Ausrichtung und digitale Vernetzung

⁴⁸ Eigene Darstellung.

konnte ein detailliertes Verständnis für die Strukturen des Werkzeugbaus aufgebaut werden. Durch die Leitung des Konsortialprojekts „Digitale Transformation im Werkzeugbau – individuelle digitale Erfolgspotenziale identifizieren und den Wandel strategisch gestalten“, durchgeführt mit der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH und sieben repräsentativen Unternehmen der Branche Werkzeugbau, konnte das Verständnis über die digitale Vernetzung und die Problemstellungen im Zuge des Transformationsprozesses weiter vertieft werden.

Weiterhin konnte die Detaillierung der Themenstellung sowie die Beantwortung spezifischer Fragestellungen im Kontext der systematischen Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau in zahlreichen Kolloquiumsvorträgen, Seminaren und Arbeitskreisen mit Fachleuten aus der Branche erfolgen. Die Forschungsergebnisse konnten hierbei durch den Austausch mit Experten aus Theorie und Praxis verbessert werden, um so mit den gewonnenen Erkenntnissen den Handlungsbedarf aus der Theorie und Praxis ableiten und beantworten zu können. Gleichzeitig ermöglichte dieser Austausch die Validierung der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Methodik für die systematische Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau.

I.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit kann der explorativen Forschung zugeordnet werden, sodass sich der Aufbau der Arbeit am Forschungsprozess für angewandte Forschung nach ULRICH orientiert.⁴⁹ Der Ausgangspunkt für diesen Forschungsprozess sind praxisrelevante Problemstellungen. Diese werden sowohl theoretisch als auch anwendungsspezifisch zur Ableitung von Modellen und Regeln analysiert, sodass in der Folge ein abstrahierter Lösungsansatz für das Problem formuliert werden kann. Abschließend wird dieser Lösungsansatz in der Praxis validiert.⁵⁰ Die nachfolgende Abbildung 4 visualisiert die Phasen angewandter Forschung nach ULRICH und verknüpft diese mit den jeweiligen Kapiteln der vorliegenden Arbeit.

⁴⁹ Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305-309.

⁵⁰ Vgl. Ulrich (Management), 1984, S. 193.

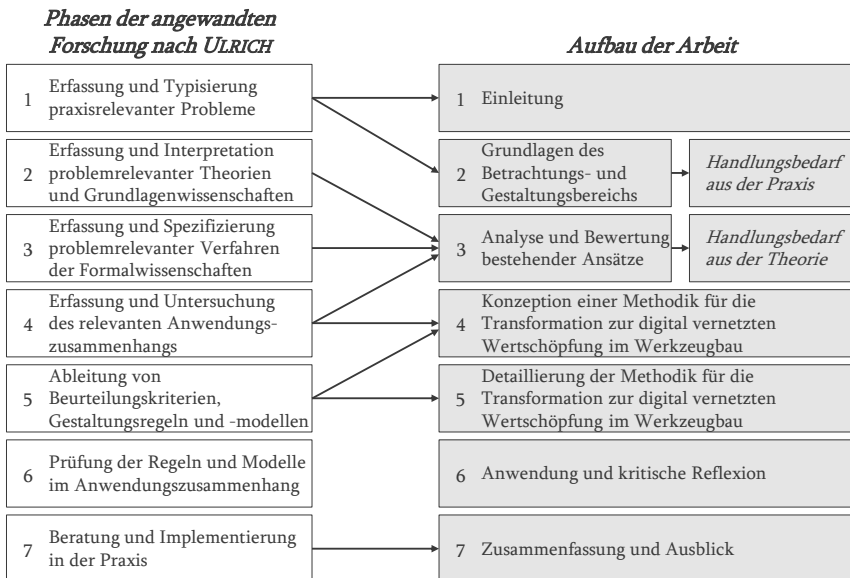


Abbildung 4: Aufbau der Arbeit im Kontext angewandter Forschung nach ULRICH⁵¹

Die vorliegende Arbeit umfasst sieben Hauptkapitel mit jeweils mehreren Unterkapiteln. Zu Beginn führt das erste Kapitel in die Thematik der vorliegenden Arbeit ein und erläutert dabei die grundlegende Problemstellung. Auf Basis dessen werden die Zielsetzung der Arbeit sowie die handlungsleitende Forschungsfrage formuliert. Abschließend werden der Forschungsansatz sowie der Aufbau der Arbeit vorgestellt.

Im Rahmen des zweiten Kapitels werden die notwendigen theoretischen Grundlagen hinsichtlich des Betrachtungs- und Gestaltungsbereichs eingeführt. Die digitale Transformation der Wertschöpfung ist der erste Teil des Betrachtungsbereichs, weshalb diese zunächst definiert wird. Zudem werden die befähigenden Faktoren und die Reifegradstufen der Industrie 4.0 sowie die Typen und Implikationen der digitalen Transformation vorgestellt. Anschließend wird mit dem Werkzeugbau der zweite Teil des Betrachtungsbereichs eingeführt und in Bezug auf seine bezeichnenden Charakteristika beschrieben. Es folgt die Darlegung des Gestaltungsbereichs, welcher maßgeblich durch die Strategie verkörpert wird. Dabei wird zunächst eine Begriffsdefinition vorgenommen und das strategische Management mit seinen verschiedenen Interpretationen detailliert vorgestellt. Abschließend wird im Rahmend des Grundlagenkapitels der Handlungsbedarf aus der Praxis abgeleitet.

Das dritte Kapitel dient zur Analyse bestehender wissenschaftlicher Ansätze. Hierbei soll überprüft werden, ob diese eine Eignung zur Beantwortung der eingangs formulierten Forschungsfrage aufweisen. Zur Sicherstellung einer repräsentativen und einheitlichen Analyse wird zunächst eine entsprechende Analysesystematik bestehend aus Bewertungs- und Anforderungssystem erstellt. Darauf aufbauend erfolgen Vorstellung und Bewertung von

⁵¹ I. A. a. Ulrich (Management), 1984, S. 193.

neun ausgewählten und relevanten wissenschaftlichen Ansätzen. Die Bewertung basiert dabei auf der entwickelten Analysesystematik. Das Bewertungsergebnis der neun Ansätze wird anschließend aggregiert und zur Herleitung des Handlungsbedarfs aus der Theorie verwendet. Zum Abschluss des Kapitels wird die handlungsleitende Forschungsfrage durch die Formulierung von Teilforschungsfragen konkretisiert.

Im vierten Kapitel erfolgt die Konzeption der Methodik für die systematische Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau. Dazu werden zu Beginn die Grundlagen der Systemtechnik und Modelltheorie erläutert, welche die Basis der Methodenentwicklung darstellen. Basierend auf den bestehenden Ansätzen des dritten Kapitels sowie einer Synthese der verschiedenen Ansätze des strategischen Managements wird zudem ein Ordnungsrahmen für die Konzeption der Methodik entworfen. Dies ermöglicht anschließend die Konzeption der einzelnen Phasen der Methodik. Das vierte Kapitel endet mit einem Abgleich der konzeptionierten Methodik mit den definierten Anforderungen aus dem Anforderungssystem des dritten Kapitels.

Im fünften Kapitel werden die konzeptionierten Phasen des vierten Kapitels detailliert. In diesem Kontext sind für jede Phase zwei Methodikschritte konkretisiert, die jeweils verschiedene Teilschritte beinhalten. In der Analysephase erfolgt eine Bestandsaufnahme in Bezug auf die zugrundeliegenden Funktionalbereiche, die interne Leistungsfähigkeit sowie den digitalen Reifegrad des betrachteten Werkzeugbaubetriebs. Zudem werden konkrete Handlungsfelder aggregiert, die die Basis für die Ausgestaltung und Bewertung der Vorteilhaftigkeit spezifischer digitaler Lösungen im Rahmen der Gestaltungsphase bilden. Zuletzt werden im Rahmen der Synthesephase kongruente digitale Lösungen gruppiert und darauf aufbauend digitale Funktionsprogramme entwickelt. Jeder Methodikschritt umfasst eine ergänzende Beschreibung theoretischer Grundlagen, deren Kenntnis für den jeweiligen Methodikschritt erforderlich ist. Das Kapitel wird durch die integrative Zusammensetzung der Methodikschritte zur holistischen Methodik abgeschlossen.

Das sechste Kapitel umfasst die Validierung der Methodik anhand von zwei Fallbeispielen im Anwendungskontext. Zunächst wird dazu die jeweilige Ausgangssituation des Unternehmens dargestellt. Anschließend werden die einzelnen Schritte der Methodik angewendet und erläutert. Den Abschluss des Kapitels bildet eine kritische Reflexion, im Rahmen derer die Ergebnisse der Validierung mit den definierten Anforderungen an eine Methodik für die systematische Transformation zur digital vernetzten Wertschöpfung im Werkzeugbau verglichen und bewertet werden.

Das siebte Kapitel dient zur Zusammenfassung der Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit. Dabei erfolgt ein Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf im Kontext der wertschöpfungsseitigen digitalen Transformation von Werkzeugbaubetrieben.