

# 1 Einleitung

Zu Beginn der vorliegenden Arbeit erfolgt eine motivierende Einleitung in die Thematik. Hierzu wird die grundsätzliche Ausgangssituation der deutschen Industrie beschrieben. Im Anschluss erfolgt ein Übertrag der Problemstellung auf die deutsche Branche Werkzeugbau als zentraler Betrachtungsfokus der Dissertation. Hieraus wird im nächsten Schritt die Zielstellung mit der zentralen Forschungsfrage abgeleitet. Nachfolgend wird der Forschungsansatz beschrieben, mit dem eine Beantwortung der Forschungsfrage gelingt. Die Einleitung endet mit der Präsentation des Aufbaus der Arbeit.

## 1.1 Ausgangssituation

Seit Beendigung des Zweiten Weltkriegs wird in Deutschland bis heute ein starker Anstieg des gesellschaftlichen Wohlstands verzeichnet. Ein signifikanter Anteil dieser Entwicklung kann dem Industriesektor zugeschrieben werden. Die deutsche Industrie ist im internationalen Vergleich durch eine hohe Leistungsstärke charakterisiert, die sich insbesondere in der Hochwertigkeit ihrer Produkte und Dienstleistungen äußert. Kennzahlen zum Industriestandort Deutschland belegen die Bedeutung für die Bundesrepublik. So können etwa sieben Millionen sozialversicherungspflichtige Beschäftigte sowie rund 60 % der gesamten Forschungs- und Entwicklungsausgaben dem deutschen Industriesektor zugeschrieben werden.<sup>1</sup> Des Weiteren trägt das produzierende Gewerbe (ohne Baugewerbe) von 2005 bis 2020, mit einem leicht schwankenden Wert um etwa 25 %, einen relativ konstanten sowie signifikanten Anteil zur deutschen Bruttowertschöpfung bei<sup>2</sup>.

Innerhalb der Industriegüterbranche sind allerdings zunehmende und insbesondere vielfältige Herausforderungen zu erkennen. Hierzu zählen bspw. der durch die Globalisierung anwachsende Wettbewerbsdruck, die Rückgänge von Produktmargen, die Erhöhung der Produktreifegrade und die zunehmende Kommoditisierung von Produkten. Folglich müssen die bisherigen Geschäftsmodelle der deutschen Industrie infrage gestellt werden, um auch zukünftig erfolgreich im internationalen Wettbewerb zu agieren.<sup>3</sup> Ein besonderes Potenzial zur Adressierung dieser Herausforderungen wird der vierten industriellen Revolution, der sogenannten Industrie 4.0, zugesprochen<sup>4</sup>. Unter Industrie 4.0 wird die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten sowie informations- und kommunikationstechnologischen Systemen zur dynamischen Beherrschung von komplexen Systemen verstanden<sup>5</sup>. Viele produzierende Unternehmen versuchen die proklamierten markt-

---

<sup>1</sup> Vgl. BMWi (Industriestrategie 2030), 2019, S. 6.

<sup>2</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen), 2020, S. 61.

<sup>3</sup> Vgl. Kolz (Datenbasierte Dienstleistungen), 2020, S. 1.

<sup>4</sup> Vgl. Schuh et al. (Datengetriebene Geschäftsmodelle), 2020, S. 53.

<sup>5</sup> Vgl. Schuh et al. (Implement it), 2018, S. 6.

und wertschöpfungsseitigen Potenziale durch die Entwicklung von Industrie 4.0-Anwendungen für sich zu nutzen<sup>6</sup>. Dennoch muss seit dem Ausruf von Industrie 4.0 im Jahr 2011 innerhalb der deutschen Wirtschaft konstatiert werden, dass bisher kein, wie ursprünglich erwartet, merklicher Anstieg der deutschen Bruttowertschöpfung durch Industrie 4.0 zu verzeichnen ist<sup>7</sup>.

Die Hauptursache hierfür ist, dass ein Großteil der produzierenden Unternehmen bisher lediglich versucht, durch Industrie 4.0-Anwendungen die internen Wertschöpfungsprozesse, z. B. fertigungstechnologische Prozesse, wie etwa Fräsprozesse, zu optimieren. Der deutschen Industriegüterbranche gelingt es dagegen bisher nicht, ihr bestehendes Leistungsangebot durch die Potenziale von Industrie 4.0 digital zu veredeln bzw. zu erweitern und hierdurch marktseitig neuartige, datenbasierte Geschäftsmodelle zu offerieren. Im Unterschied zu unternehmensinternen Monetarisierungseffekten weisen diese nämlich ein entscheidendes Differenzierungsmerkmal auf – sie sind zahlungswirksam.<sup>8</sup>

Für die Realisierung von datenbasierten Geschäftsmodellen sind datenbasierte Dienstleistungen erforderlich<sup>9</sup>. Mittels datenbasierter Dienstleistungen können die technischen Möglichkeiten von Industrie 4.0 in individuelle datenbasierte Geschäftsmodelle überführt und anschließend monetarisiert werden<sup>10</sup>. Neben diesen Monetarisierungseffekten, die aus datenbasierten Dienstleistungen resultieren, weisen sie einen weiteren fundamentalen Vorteil auf. Durch die Sammlung sowie Auswertung von Daten während der Produktnutzung des Kunden können hochgradig individuelle und auf den Kunden<sup>11</sup> spezifisch angepasste Zusatzleistungen neben dem eigentlichen Kernprodukt offeriert werden<sup>12</sup>. Diese Individualität von datenbasierten Dienstleistungen wird im Vergleich zu analogen Dienstleistungen deutlich überschritten. Hierdurch wird dem Kunden ein hochgradig personalisierter Zusatznutzen bereitgestellt<sup>13</sup>. Im Zuge dessen ermöglichen datenbasierte Dienstleistungen die Beschleunigung der sogenannten Servicetransformation. Seit einigen Jahren vollziehen viele produzierende Unternehmen den Wandel vom Produkt- zum Dienstleistungsanbieter. Dies bedeutet, dass neben den Produktangeboten zusätzlich Dienstleistungen in das Portfolio integriert werden, um im nationalen und internationalen Wettbewerb neue Differenzierungspotenziale zu erzeugen.<sup>14</sup> Der kundenzentrierte Charakter von datenbasierten Dienstleistungen hilft somit bei der Ausgestaltung neuer Produkt-Service-Kombinationen und trägt zur aktiven Lösungsentwicklung von kundenseitigen Problemen bei<sup>15</sup>. Die zunehmende Offerierung von Dienstleistungen, neben dem eigentlichen Kernprodukt, ist auch innerhalb der Branche Werkzeugbau, dem Betrachtungsbereich dieser Arbeit, in den vergangenen Jahren zu erkennen (vgl. Kapitel 2.3.3.2).

<sup>6</sup> Vgl. Kelzenberg (Datenstrukturmodell im Werkzeugbau), 2020, S. 2.

<sup>7</sup> Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany 2020), 2020, S. 21.

<sup>8</sup> Vgl. Schuh et al. (Strategien der Datenmonetarisierung), 2021, S. 144.

<sup>9</sup> Vgl. Paluch (Smart Services), 2017, S. 164.

<sup>10</sup> Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany 2020), 2020, S. 21.

<sup>11</sup> Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit durchgehend das generische Maskulinum verwendet (z. B. Kunde). Dies gibt keinerlei Auskunft über das Geschlecht und stellt keine implizierte Geschlechterdiskriminierung dar. Menschen jeden Geschlechts mögen sich gleichermaßen angesprochen fühlen.

<sup>12</sup> Vgl. Frank et al. (Smart Services), 2018, S. 306.

<sup>13</sup> Vgl. Strobel et al. (Smarte Dienstleistungen), 2019, S. 509.

<sup>14</sup> Vgl. Bruhn; Hadwich (Servicetransformation), 2016, S. 5.

<sup>15</sup> Vgl. Schuh; Gudergan (Management industrieller Dienstleistungen), 2016, S. 2.

Die Branche Werkzeugbau nimmt eine befähigende Rolle für die Realisierung der Serienproduktion ein. Aufgrund der Tatsache, dass die deutsche Branche Werkzeugbau als Bindeglied zwischen Produktentwicklung und Serienproduktion agiert, beeinflusst sie maßgeblich die eingangs erwähnte wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in Deutschland.<sup>16</sup> Zuvor wurde erläutert, dass die aktuellen Herausforderungen der deutschen Industrie durch datenbasierte Dienstleistungen adressiert werden können. Gelingt es der Branche Werkzeugbau, anforderungsrechte datenbasierte Dienstleistungen zu offerieren, würde dies durch die Schnittstellenfunktion starke Multiplikatoreffekte für die gesamte deutsche Wirtschaft bedeuten.

## 1.2 Problemstellung

Die aktuelle Ausgangssituation der deutschen Industrie trifft insbesondere auf die Branche Werkzeugbau zu. Diese ist im internationalen Wettbewerb vor allem durch die führende Rolle hinsichtlich der Qualität, der Komplexität und der Präzision der hergestellten Werkzeuge am Hochlohnstandort Deutschland charakterisiert. Allerdings verlieren diese traditionellen Wettbewerbsdifferenzierungsmerkmale zunehmend an Wirkung, da sie mittlerweile häufig als Voraussetzungen angesehen werden.<sup>17</sup> Die Ursachen hierfür liegen in qualitativ und quantitativ steigenden Konkurrenzprodukten anderer globaler Wettbewerber der Branche Werkzeugbau. So schaffen es Werkzeugbaubetriebe aus Märkten mit deutlich geringeren Faktorkosten, wie z. B. Osteuropa oder Asien, immer häufiger, die Qualität der gefertigten Werkzeuge auf ein deutsches Niveau zu heben. Hinzu kommt, dass in den beiden größten Werkzeugbaumärkten China und USA wachsende Investitionen innerhalb der Branche zu verzeichnen sind.<sup>18</sup> Daher ist davon auszugehen, dass die traditionellen Wettbewerbsdifferenzierungsmerkmale der deutschen Branche Werkzeugbau langfristig bei hohen Faktorkosten nicht mehr aufrechterhalten werden können. Folglich ist es für die deutsche Branche Werkzeugbau besonders wichtig, neue Differenzierungsmerkmale durch datenbasierte Dienstleistungen neben dem eigentlichen Kernprodukt zu schaffen. Über dieses Differenzierungspotenzial hinaus beinhalten datenbasierte Dienstleistungen für die hiesige Branche Werkzeugbau den weiteren Vorteil, dass der Imitationsgrad von datenbasierten Dienstleistungen um ein Vielfaches schwieriger ist als vom Kernprodukt Werkzeug. Datenbasierte Dienstleistungen erfordern tiefgreifendes Branchenwissen und intensives Know-how über kundenseitige Produktionsprozesse. Dieses Wissen liegt in der deutschen Branche Werkzeugbau, im Gegensatz zu Werkzeugbaubetrieben aus Niedriglohnländern, durch langjährige Beziehungen bzw. Partnerschaften vor<sup>19</sup>. Der Werkzeugbau ist grundsätzlich für datenbasierte Dienstleistungen sehr prädestiniert, da er als Befähiger der Serienproduktion eine Vielzahl von Möglichkeiten besitzt, den Kunden entlang des gesamten Werkzeuglebenszyklus durch kundenindividuelle Dienstleistungen zu begleiten<sup>20</sup>.

<sup>16</sup> Vgl. Schuh et al. (Customer Integration), 2015, S. 275.

<sup>17</sup> Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany 2020), 2020, S. 4.

<sup>18</sup> Vgl. Boos et al. (World of Tooling), 2018, S. 5.

<sup>19</sup> Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany 2020), 2020, S. 20.

<sup>20</sup> Vgl. Kühn (Lebenszyklusorientierte Leistungssysteme), 2016, S. 3.

Die Offerierung von datenbasierten Dienstleistungen ist innerhalb der deutschen Branche Werkzeugbau bislang allerdings kaum verbreitet<sup>21</sup>. Der Fokus des Leistungsangebots liegt in der Regel auf dem Kernprodukt Werkzeug. Geschäftsaktivitäten laufen in der deutschen Branche Werkzeugbau daher fast ausschließlich produktzentriert ab<sup>22</sup>. Punktuell offerierte datenbasierte Dienstleistungen führen oftmals zu einer sehr geringen Marktakzeptanz. Dies ist insbesondere auf unausgereifte datenbasierte Leistungsangebote sowie auf eine fehlende Fokussierung der tatsächlichen Kundenbedürfnisse zurückzuführen.<sup>23</sup>

Deutschen Werkzeugbaubetrieben muss daher ein fundamentaler Wechsel des bisherigen Branchenverständnisses gelingen. Während die Branche von ihren Kunden, aber auch von ihrem eigenen Verständnis, als Auftragsfertiger wahrgenommen wird bzw. agiert, muss sie sich zu einem Anbieter von Lösungen entwickeln, der die Bedürfnisse seiner Kunden antizipiert<sup>24</sup>. Es müssen datenbasierte Dienstleistungen angeboten werden, die individuell und anforderungsgerecht auf die Kunden ausgerichtet sind und einen nicht imitierbaren Nutzen für diese erzeugen. Werkzeugbaubetriebe stehen zur erfolgreichen Wettbewerbsdifferenzierung folglich vor der Herausforderung, datenbasierte Dienstleistungen aktiv zu definieren und so auszulegen, dass sie kundenspezifische Mehrwerte generieren. Die Werkzeugbaubetriebe welchen es gelingt, diese Herausforderung zu bewältigen, besitzen die große Chance, als Pioniere im Wettbewerb wahrgenommen zu werden und über neue Abrechnungsmodalitäten zusätzliche Einnahmequellen zu generieren<sup>25</sup>.

### 1.3 Zielsetzung

Die **übergordnete Zielsetzung** der vorliegenden Dissertation ist die Erarbeitung eines Lösungsansatzes, um Möglichkeiten aufzuzeigen, mittels datenbasierter Dienstleistungen langfristige Differenzierungspotenziale im Wettbewerb für Werkzeugbaubetriebe zu erzielen. Die Realisierung von datenbasierten Dienstleistungen erlaubt Werkzeugbaubetrieben, ihren Kunden umfassende Problemlösungen entlang des gesamten Werkzeuglebenszyklus zu offerieren. Durch den Lösungsansatz sollen insbesondere Werkzeugbaubetriebe an Hochlohnstandorten wie etwa Deutschland profitieren.

Bislang existiert kein Lösungsansatz, der die anforderungsgerechte Definition und Auslegung datenbasierter Dienstleistungen im Werkzeugbau adressiert. Die Auslegung und Bewertung von datenbasierten Dienstleistungen auf Basis digital vernetzter Produkte ist durch eine hohe Komplexität geprägt. Eine Vielzahl von Parametern und deren Abhängigkeiten müssen hierfür berücksichtigt werden.<sup>26</sup> Daher ist die größte Schwachstelle bestehender Lösungsansätze für datenbasierte Dienstleistungen im industriellen Umfeld, dass diese eine holistische Betrachtung aller zu berücksichtigenden Parameter vermissen lassen. Hinzu kommt, dass ein Großteil bestehender Lösungsansätze eine Differenzierung zwischen verschiedenen Komplexitätsstu-

<sup>21</sup> Vgl. Boos et al. (Tooling in Germany 2020), 2020, S. 21.

<sup>22</sup> Vgl. Boos et al. (Intelligente Werkzeuge), 2018, S. 6.

<sup>23</sup> Vgl. Boos et al. (Intelligente Werkzeuge), 2018, S. 21.

<sup>24</sup> Vgl. Schuh et al. (Subskriptionsmodelle), 2020, S. 293.

<sup>25</sup> Vgl. Boos et al. (Strukturkrise bewältigen), 2020, S. 25.

<sup>26</sup> Vgl. Anke; Krenge (Wirtschaftlichkeit von Smart Services), 2016, S. 1275.

fen datenbasierter Dienstleistungen vernachlässigt. Die Auslegung datenbasierter Dienstleistungen unterscheidet sich bspw. hinsichtlich der notwendigen infrastrukturellen Voraussetzungen oder Interaktionsprozesse zwischen Kunde und Werkzeugbaubetrieb anhand der Komplexität der jeweiligen datenbasierten Dienstleistungen. Des Weiteren wird bislang nicht systematisch untersucht, wie datenbasierte Dienstleistungen in Form von Ertragsmodellen für unterschiedliche Anwendungsfälle wirtschaftlich abgerechnet werden können. Zudem werden werkzeugbauspezifische Kriterien wie die Berücksichtigung von Einzel- und Kleinseriencharakteristika unzureichend adressiert (vgl. Kapitel 3.4).

Die **konkrete Zielsetzung** der vorliegenden Dissertation ist folglich die Entwicklung einer Methodik zur Definition und Auslegung von datenbasierten Dienstleistungen im Werkzeugbau. Im Zuge dessen sollen die Rahmenbedingungen der Branche Werkzeugbau ganzheitlich Berücksichtigung finden, sodass eine operative Anwendbarkeit der Methodik von Werkzeugbaubetrieben gewährleistet ist.

Gemäß KUBICEK repräsentiert Forschung einen Lernprozess. Besonders wichtig in diesem Lernprozess ist die Formulierung einer grundlegenden Forschungsfrage, um den Betrachtungsbereich der Forschung einzuschränken und den Forschungsprozess stringent durchzuführen zu können.<sup>27</sup> Zusammenfassend lautet die handlungsleitende Forschungsfrage der vorliegenden Dissertation wie folgt:

**Wie muss eine Methodik zur Definition und Auslegung von datenbasierten Dienstleistungen im Werkzeugbau gestaltet sein?**

Eine Konkretisierung dieser handlungsleitenden Forschungsfrage erfolgt im Rahmen von Kapitel 3.5 mittels weiterer untergeordneter Forschungsfragen.

## 1.4 Forschungsansatz der Arbeit

Der Forschungsansatz der vorliegenden Dissertation beruht auf dem allgemeinen Forschungsverständnis des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen University. Die wissenschaftlichen Grundlagen für den Forschungsansatz der Arbeit werden im Folgenden detailliert und basieren dabei auf den Ausarbeitungen von bereits verfassten Arbeiten wie bspw. von KÜHN<sup>28</sup>, SALMEN<sup>29</sup> oder HENSEN<sup>30</sup>.

Die wissenschaftliche Forschung kann gemäß BINDER UND KANTOWSKY als ein Prozess zur Erkenntnisgewinnung bezeichnet werden. Die Autoren verwenden hierfür die Metapher einer Reise, in deren Verlauf unerschlossene Landschaften entdeckt werden. Die hierbei gesammelten Erkenntnisse werden anschließend als eine neue Wirklichkeit der Forschungs- bzw. Wissenschaftsgemeinschaft („scientific community“) zur Verfügung gestellt. Zur Veröffentlichung dieser neuen Erkenntnisse ist allerdings vorab das Forschungsparadigma bzw. die

<sup>27</sup> Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 24 ff.

<sup>28</sup> Vgl. Kühn (Lebenszyklusorientierte Leistungssysteme), 2016.

<sup>29</sup> Vgl. Salmen (Digital vernetzter Werkzeugbau), 2016.

<sup>30</sup> Vgl. Hensen (Strategische Auslegung), 2017.

grundlegende Erkenntnisperspektive der Forscher zu erläutern, da Forschung nicht ohne wertende Entscheidungen durchführbar ist.<sup>31</sup> Dieses Forschungsparadigma wird von GUBA UND LINCOLN als ein nicht weiter zu begründendes „belief system“ beschrieben, das als grundlegende Überzeugung der Forscher akzeptiert werden müsse und dessen Wahrheit nicht beweisbar sei<sup>32</sup>. Damit die grundlegende Erkenntnisperspektive näher erläutert werden kann, wird zunächst eine Einordnung der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit in das Spektrum der Wissenschaften durchgeführt. Hierfür erfolgt die Unterteilung der Wissenschaften in Formal- und Realwissenschaften nach ULRICH UND HILL (vgl. Abbildung 1).

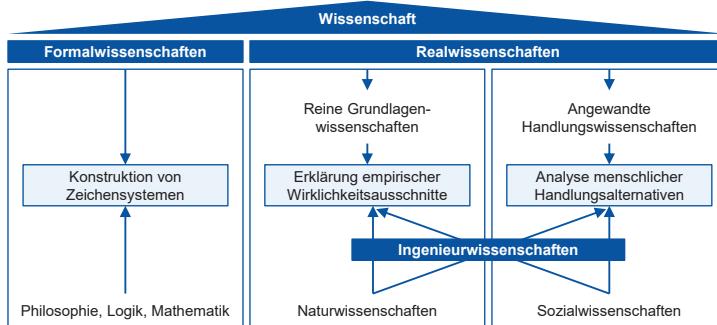


Abbildung 1: Wissenschaftssystematik<sup>33</sup>

Zielsetzung der **Formalwissenschaften** ist es, Zeichensysteme inklusive Regeln zu deren Verwendung zu konstruieren<sup>34</sup>. Die Aussagen der Formalwissenschaften sind rein theoretischer Natur, da sie analytisch sind und nicht in der Praxis beobachtet oder widerlegt werden können. Hieraus resultiert, dass Erkenntnisse nur auf Richtigkeit geprüft werden können, indem logische bzw. theoretische Widersprüche gesucht werden.<sup>35</sup> Zu den Formalwissenschaften können bspw. die Philosophie, die Logik und die Mathematik gezählt werden<sup>36</sup>.

Die **Realwissenschaften** repräsentieren hingegen die empirische Beschreibung, Erklärung und Gestaltung von sinnlich wahrnehmbaren Wirklichkeitsausschnitten<sup>37</sup>. Für die Überprüfung der synthetischen Aussagen der Realwissenschaften sind Faktenanalysen erforderlich<sup>38</sup>. ULRICH UND HILL zufolge lassen sich die Realwissenschaften in die reinen Grundlagenwissenschaften und die angewandten Handlungswissenschaften untergliedern. Bei den reinen Grundlagenwissenschaften werden Erklärungsmodelle gebildet, um die Erklärung von Wirklichkeitsausschnitten zu ermöglichen. Es wird somit ein theoretisches Ziel verfolgt. Die Naturwissenschaften wie z. B. die Physik oder die Chemie sind Vertreter dieser reinen Grundlagen-

<sup>31</sup> Vgl. Binder; Kantowsky (Technologiepotenziale), 1996, S. 3.

<sup>32</sup> Vgl. Guba; Lincoln (Qualitative Research), 1994, S. 107.

<sup>33</sup> I. A. a. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

<sup>34</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

<sup>35</sup> Vgl. Schanz (Wissenschaftstheoretische Grundfragen), 1987, S. 2039.

<sup>36</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

<sup>37</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

<sup>38</sup> Vgl. Schanz (Wissenschaftstheoretische Grundfragen), 1987, S. 2039.

wissenschaften. Im Gegensatz hierzu untersuchen die angewandten Handlungswissenschaften das Verhalten und Handeln von einzelnen Menschen, Gruppen und ganzen Gesellschaften. Es wird somit ein praktisches Ziel verfolgt. Vertreter der angewandten Handlungswissenschaften sind die Sozialwissenschaften wie z. B. die Soziologie oder die Betriebswirtschaftslehre.<sup>39</sup>

Die **Ingenieurwissenschaften** werden den Realwissenschaften zugeordnet. Vor diesem Hintergrund muss allerdings einschränkend erwähnt werden, dass die Ingenieurwissenschaften weder vollständig zu den angewandten Handlungswissenschaften noch zu den reinen Grundlagenwissenschaften zählen.<sup>40</sup> Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich jedoch um eine ingenieurwissenschaftliche Arbeit, die eindeutig den Handlungswissenschaften zugeordnet werden kann. Diese Zuordnung liegt einerseits an der methodischen Bearbeitung eines Problems des menschlichen Handelns sowie andererseits an den Schnittmengen zur Betriebswirtschaftslehre.

Nachdem beschrieben wurde, dass die vorliegende Arbeit den angewandten Handlungswissenschaften zugeordnet wird, sind die Überzeugungen des Forschers anzugeben, damit die grundlegende Erkenntnisperspektive vollumfänglich erläutert werden kann. Als Teil des Verständnisses dieser Arbeit werden daher alle Überzeugungen des Forschers durch die Erläuterung der vorwissenschaftlichen und wertgebundenen Annahmen für diese Arbeit erläutert. Hierdurch gelingt es, das sogenannte Subjektivitätskriterium wissenschaftlicher Arbeiten zu umgehen<sup>41</sup>. Das Grundverständnis und die damit zusammenhängenden Überzeugungen des Forschers werden in der Wissenschaftstheorie auch als Paradigma bezeichnet<sup>42</sup>. Innerhalb der Betriebswirtschaftslehre existieren mit dem faktortheoretischen Ansatz nach GUTENBERG<sup>43</sup>, dem Systemansatz nach ULRICH<sup>44</sup> sowie dem entscheidungstheoretischen Ansatz nach HEINEN<sup>45</sup> insgesamt drei relevante Paradigmen<sup>46</sup>. In der vorliegenden Arbeit wird der Systemansatz von ULRICH als grundlegende Wissenschaftstheorie verwendet, da der Ansatz von ULRICH praxisnah, offen sowie integrativ ist und somit einen großen Bezug zu den Ingenieurwissenschaften aufweist<sup>47</sup>.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Forschungsprozesses ist, neben der grundlegenden Erkenntnisperspektive, die **Forschungsmethodologie**. Der Forschungsprozess repräsentiert die Vorgehensweise zur Gewinnung von Erkenntnissen. POPPER zufolge startet dieser Erkenntnisgewinn „nicht mit Wahrnehmungen, [...] Beobachtungen, [...] der Sammlung von Daten oder von Tatsachen, sondern [...] mit Problemen“<sup>48</sup>. Mithilfe der angewandten Handlungswissenschaften soll die Lösung der Probleme erfolgen.

<sup>39</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 305.

<sup>40</sup> Vgl. Ulrich (Systemorientierter Ansatz), 1971, S. 47.

<sup>41</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 306.

<sup>42</sup> Vgl. Kuhn (Wissenschaftliche Revolution), 1988, S. 25.

<sup>43</sup> Vgl. Gutenberg (Betriebswirtschaftslehre), 1951.

<sup>44</sup> Vgl. Ulrich (Unternehmung als System), 1968.

<sup>45</sup> Vgl. Heinen (Betriebswirtschaftslehre), 1968.

<sup>46</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 308 f.

<sup>47</sup> Vgl. Ulrich; Hill (Wissenschaftstheoretische Grundlagen), 1976, S. 308 f.

<sup>48</sup> Vgl. Popper (Logik der Sozialwissenschaften), 1975, S. 104.

Das Forschungsvorhaben wird den angewandten Handlungswissenschaften zugeordnet und der Systemansatz von ULRICH als grundlegende Wissenschaftstheorie verwendet. Aus diesem Grund orientiert sich die vorliegende Arbeit an der explorativen Forschung als Forschungsmethodologie. Diese eignet sich besonders, da die explorative Forschung auf Basis von systematischem Erfahrungswissen analytische Lösungen und theoretische Aussagen als Forschungsziel verfolgt<sup>49</sup>. Für die explorative Forschung wird der Forschungszyklus nach TOMCZAK als Grundlage verwendet (vgl. Abbildung 2).

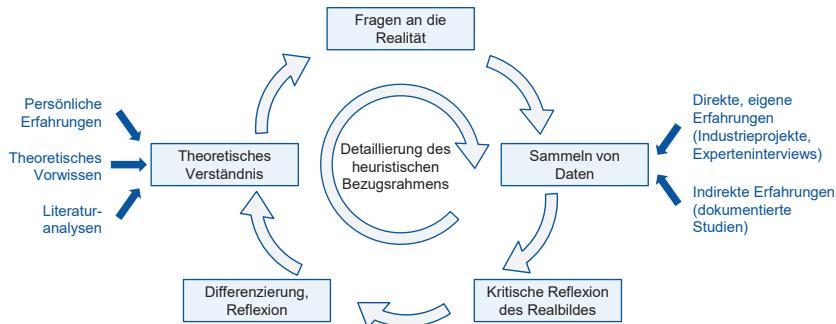


Abbildung 2: Forschungsmethodisches Vorgehen<sup>50</sup>

Kennzeichnend für die explorative Forschung nach KUBICEK ist, dass die Entwicklung wissenschaftlicher Aussagen durch einen „geleiteten und auf systematischem Erfahrungswissen basierenden Lernprozess [...], der sowohl die Gewinnung von Erfahrungswissen als auch seine kreative Umsetzung in theoretische Aussagen problematisiert“ erfolgt<sup>51</sup>. Das Ziel dieses Forschungsvorgehens lautet, Fragen an die Realität zu stellen, um die hieraus gewonnenen Erkenntnisse in der Theorie zu verarbeiten. Diese Verarbeitung erzeugt neue Fragen, die schließlich zu neuen Erkenntnissen der Realität führen.<sup>52</sup>

Um die Systematik der explorativen Forschung anwenden zu können, ist ein **heuristischer Bezugsrahmen** erforderlich, welcher den Mittelpunkt des explorativen Forschungsprozesses darstellt. Der heuristische Bezugsrahmen repräsentiert das Vorverständnis des Autors und lenkt den Forschungsprozess durch die Richtungsvorgabe hin zur Lösung praxisrelevanter Probleme.<sup>53</sup> Laut TOMCZAK ist „ein theorettisches Problem bzw. ein generelles Phänomen [...], das nicht genügend verstanden bzw. unzureichend beherrscht wird“, die initiale Ursache für die Entwicklung eines heuristischen Bezugsrahmens<sup>54</sup>. Bereits in Kapitel 1.2 wurde die Problemstellung der vorliegenden Arbeit erörtert, weshalb der heuristische Bezugsrahmen im Folgenden entwickelt werden kann.

<sup>49</sup> Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 13.

<sup>50</sup> I. A. a. Tomczak (Forschungsmethoden), 1992, S. 84.; vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 14 f.

<sup>51</sup> Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 13.

<sup>52</sup> Vgl. Kubicek (Heuristische Bezugsrahmen), 1977, S. 14.

<sup>53</sup> Vgl. Tomczak (Forschungsmethoden), 1992, S. 84.

<sup>54</sup> Vgl. Tomczak (Forschungsmethoden), 1992, S. 84.

Dieser besteht aus insgesamt sechs Teilen (vgl. Abbildung 3). Das Themenfeld Werkzeugbau besitzt eine zentrale Stellung innerhalb des heuristischen Bezugsrahmens, da es den Betrachtungsbereich dieser Arbeit repräsentiert. Da das Forschungsvorhaben die Definition und Auslegung datenbasierter Dienstleistungen beinhaltet, steht das Themenfeld Werkzeugbau in direkter Verbindung mit den Themenfeldern Dienstleistung und Industrie 4.0. Die kombinierte Betrachtung von Werkzeugbau und Dienstleistungen ermöglicht die Erarbeitung von sogenannten Produkt-Service-Kombinationen, bei denen neben dem eigentlichen Kernprodukt noch zusätzliche Dienstleistungen dem Kunden offeriert werden können. Falls diese Dienstleistungen datenbasiert erbracht werden sollen, ist eine datenbasierte Vernetzung, z. B. des Kernprodukts, zwingend erforderlich, weshalb eine direkte Verknüpfung beider Elemente vorliegt. Die gleiche Voraussetzung der datenbasierten Vernetzung gilt für die Nutzung von Industrie 4.0 im Werkzeugbau. Produkt-Service-Kombinationen und die datenbasierte Vernetzung stellen schließlich in Kombination den Kern zur Definition und Auslegung von datenbasierten Dienstleistungen im Werkzeugbau dar.

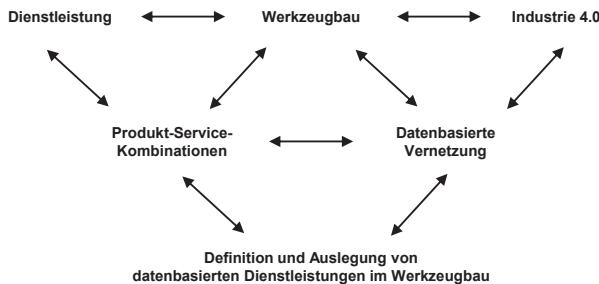


Abbildung 3: Heuristischer Bezugsrahmen<sup>55</sup>

Die Grundlage für die Problemdefinition und Ausarbeitung des Forschungsvorhabens bildet das Erfahrungswissen des Autors. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktionssystematik in der Abteilung Unternehmensentwicklung des Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen University wurde dieses Erfahrungswissen seit 2017 kontinuierlich aufgebaut. Im Zuge von Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen sowie von Industrieberatungs- und Forschungsprojekten bildete die Branche Werkzeugbau als Betrachtungsbereich dieser Arbeit den Gegenstand der Tätigkeiten. Dabei beschränkt sich das Erfahrungswissen zum Werkzeugbau nicht alleine auf die deutsche Branche Werkzeugbau, da auch eine Vielzahl von internationalen Industrieberatungs- und Forschungsprojekten durchgeführt wurden. Inhaltliche Schwerpunktthemen dieser Projekte waren insbesondere die strategische Ausrichtung von Unternehmen in Bezug auf die digitale Transformation und die Überarbeitung des traditionellen Leistungsangebots hin zu digital vernetzten Produkten. Die hierbei erlangten Erfahrungen wurden im Zuge von mehreren Workshops in Kolloquien, Vorträgen, Seminaren und Arbeitskreisen zu datenbasierten Dienstleistungen im Werkzeugbau präsentiert sowie durch anschließende Diskussionen und Korrespondenzen spezifiziert. Bestehende Ansätze und

<sup>55</sup> Eigene Darstellung.

Ideen zur potenziellen Entwicklung von datenbasierten Dienstleistungen im Werkzeugbau wurden daher stets kritisch reflektiert und weiterentwickelt. Es wurde auch das intensive Studium der forschungsrelevanten Literatur in den Themenbereichen Werkzeugbau, Industrie 4.0 und datenbasierten Dienstleistungen durchgeführt. Dieses praktische und theoretische Erfahrungswissen erlaubte die Entwicklung einer Lösung, die dem Verständnis von ingenieurwissenschaftlicher Forschung folgt und aus einer praktischen Problemstellung entstanden ist.

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit ist angelehnt am Forschungsprozess zur angewandten Forschung nach ULRICH. Auf Grundlage von identifizierten Praxisproblemen werden entsprechende Regeln und Modelle analytisch abgeleitet, die einen allgemeingültigen Lösungsansatz darstellen. Dieser muss anschließend wiederum in der Praxis validiert werden. ULRICH unterteilt den Prozess der angewandten Forschung in sieben Phasen.<sup>56</sup> Abbildung 4 zeigt diese Phasen in Zusammenhang mit dem Aufbau der vorliegenden Arbeit.



Abbildung 4: Aufbau der Arbeit im Kontext der Phasen angewandter Forschung nach ULRICH<sup>57</sup>

Im zentralen Fokus des **ersten Kapitels** steht die Beschreibung der Ausgangssituation und der Problemstellung. Darauf aufbauend wird die Zielsetzung der Arbeit in Form einer handlungsleitenden Forschungsfrage festgelegt. Des Weiteren wird der dieser Arbeit zugrunde liegende Forschungsansatz präsentiert. Zuletzt wird der Aufbau der Arbeit dargestellt.

<sup>56</sup> Vgl. Ulrich (Management), 1984, S. 192 f.

<sup>57</sup> I. A. a. Ulrich (Management), 1984, S. 193.

Im **zweiten Kapitel** werden die Grundlagen des Betrachtungs- und Gestaltungsbereichs dieser Arbeit erörtert. Hierfür wird das Kapitel in die drei Themenbereiche Industrie 4.0, datenbasierte Dienstleistungen und Werkzeugbau unterteilt. Für alle Themenbereiche werden die relevanten Begrifflichkeiten erläutert und in einen Gesamtkontext eingeordnet. Neben den Begrifflichkeiten werden insbesondere die Voraussetzungen beschrieben, um datenbasierte Dienstleistungen im Werkzeugbau zu definieren und auszulegen. Aus allen Erkenntnissen des zweiten Kapitels erfolgt schließlich die Ableitung des Handlungsbedarfs aus der Praxis.

Das **dritte Kapitel** dient der Analyse, Darstellung und Bewertung bereits existierender wissenschaftlicher Ansätze, welche für die Beantwortung der Forschungsfrage verwendet werden können. Hierfür wird zunächst eine Systematik zur Bewertung in Gestalt eines Bewertungs- und eines Anforderungssystems entwickelt. Basierend auf der anschließenden Analyse und Bewertung aller Konzepte, wird letztlich der Handlungsbedarf aus der Theorie abgeleitet.

Auf Grundlage der zuvor hergeleiteten Handlungsbedarfe aus Theorie und Praxis erfolgt im **vierten Kapitel** die Konzeption einer Methodik zur Definition und Auslegung datenbasierter Dienstleistungen im Werkzeugbau. Hierfür werden zunächst die Systemtheorie als Bestandteil der Systemtechnik sowie die Modelltheorie erläutert. Im Anschluss erfolgt die Herleitung eines Ordnungsrahmens der Methodik, welcher sich aus spezifischen Methodikbausteinen zusammensetzt. Darauf aufbauend erfolgt die Herleitung des Grobkonzepts zur Lösung der handlungsleitenden Forschungsfrage und dessen Unterrforschungsfragen. Abschließend wird das im dritten Kapitel entwickelte Anforderungssystem mit dem Grobkonzept der Methodik abgeglichen.

Im **fünften Kapitel** werden die einzelnen Schritte des zuvor definierten Grobkonzepts der Methodik inhaltlich detailliert. Des Weiteren werden die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Methodikschritten beschrieben. Die Konkretisierung und die Spezifizierung der einzelnen Schritte bilden die detaillierte Gesamtmethodik, die zur Beantwortung der handlungsleitenden Forschungsfrage dient.

Im Rahmen des **sechsten Kapitels** wird eine Validierung der entwickelten Methodik zur Definition und Auslegung datenbasierter Dienstleistungen im Werkzeugbau durchgeführt. Hierfür werden zwei Fallbeispiele aus der Praxis verwendet. Zunächst wird die jeweilige Ausgangssituation der Unternehmen erläutert. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der unternehmensspezifischen Anwendung der Methodik. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der Fallbeispiele anhand der gestellten Anforderungen kritisch reflektiert.

Das **siebte Kapitel** ist das letzte Kapitel der vorliegenden Arbeit. Es stellt abschließend die Ergebnisse der Dissertation in zusammengefasster Form dar. Darüber hinaus wird ein Ausblick für den Bedarf zukünftiger Forschungsaktivitäten im Anwendungskontext gegeben.