

# Schlussbericht

---

Zu IGF-Vorhaben Nr. 20801 N

## Thema

KapShare - Befähigung von KMU zum branchenübergreifenden Sharing von Produktionskapazitäten mittels digitaler Plattformen

## Berichtszeitraum

01.09.2019 – 31.08.2021

## Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

## Forschungseinrichtung(en)

Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH

IPRI – International Performance Research Institute gemeinnützige GmbH

---

Hannover, 15.09.2021

---

M. Sc. Maren Müller

---

Stuttgart, 15.09.2021

---

Prof. Dr. Mischa Seiter

Gefördert durch:

Das IGF-Vorhaben 20801 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Wissenschaftlich technische und wirtschaftliche Problemstellung .....</b>	<b>7</b>
1.1 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Zielsetzungen laut Einreichung .....	9
1.2 Verwendung der Zuwendung .....	10
1.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	11
<b>2 Erzielte Ergebnisse.....</b>	<b>12</b>
2.1 Arbeitspaket 1: KapShare-Referenzprozess .....	12
2.1.1 <i>KapShare-Referenzprozess.....</i>	<i>12</i>
2.1.2 <i>Bereich 1 und 5: Erstellung des Anbieterprofils durch Datenaufnahme und -bewertung.....</i>	<i>15</i>
2.1.3 <i>Bereich 2, 3 und 4: Aufnahme der Nachfrager-Daten und Auftragserstellung .....</i>	<i>16</i>
2.1.4 <i>Bereich 6: Angebotserstellung und Matching.....</i>	<i>16</i>
2.1.5 <i>Bereich 7 und 8: Auftragsbearbeitung und Wareneingang/-kontrolle .....</i>	<i>17</i>
2.1.6 <i>Bereich 9: Auftragsabschluss (Payment) .....</i>	<i>17</i>
2.2 Arbeitspaket 2: KapShare aus Anbieter- und Nachfragersicht - Techn., org. und pers. Anforderungen .....	17
2.2.1 <i>Identifikation potenzieller Nutzertypen und Einteilung in Persona-Gruppen .....</i>	<i>18</i>
2.2.2 <i>Erstellung von Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen .....</i>	<i>20</i>
2.2.3 <i>Entscheidungsbaum zur Auswahl geeigneter KapShare-Kandidaten.....</i>	<i>24</i>
2.3 Arbeitspaket 3: Grundlagen einer KapShare-Plattform - Anforderungskatalog an eine KapShare-Plattform .....	25
2.3.1 <i>Erfolgreiche digitale Plattformen und deren Grundvoraussetzungen.....</i>	<i>25</i>
2.3.2 <i>Das Digital Business Model Framework zur Analyse digitaler Geschäftsmodelle....</i>	<i>28</i>
2.3.3 <i>Das Digital Business Model Framework im KapShare-Kontext .....</i>	<i>32</i>

2.3.4	<i>Concept Map Kapazitätssharing</i> .....	34
2.3.5	<i>Erfolgsfaktoren von IloT Plattformen zum Kapazitätssharing</i> .....	35
2.3.6	<i>Anforderungskatalog einer Plattform zum Kapazitätssharing</i> .....	37
2.4	Arbeitspaket 4: Szenarienbasierte KapShare-Anwendungen .....	44
2.4.1	<i>Erhebung von Praxisszenarien aus der Angebotsperspektive</i> .....	44
2.4.2	<i>Erhebung von Praxisszenarien aus der Nachfrageperspektive</i> .....	48
2.4.3	<i>Geschäftsmodellanalyse mittels Platform Canvas</i> .....	50
2.4.4	<i>Plattform Canvas zur Identifikation von Anwendungsfällen und Geschäftsmodellen zum Kapazitätssharing</i> .....	53
2.5	Arbeitspaket 5: Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitäten-Sharings .....	59
2.5.1	<i>Identifikation relevanter logistischer und wirtschaftlicher Kennzahlen</i> .....	60
2.5.2	<i>Stärke der Beeinflussung von Kapazitäten-Sharing auf die Kennzahlen</i> .....	62
2.5.3	<i>Aufbau und Durchführung einer Simulationsstudie zur Bewertung der zu erwartenden Veränderungen</i> .....	62
2.6	Arbeitspaket 6: Implementierung und Validierung mittels Fallstudien .....	66
2.6.1	<i>Gestaltung des Softwaredemonstrators</i> .....	66
2.6.2	<i>Marktrecherche</i> .....	67
2.6.3	<i>Betreiberanalyse</i> .....	72
2.6.4	<i>Softwaredemonstrator und KapShare-Leitfaden</i> .....	73
2.7	Arbeitspaket 7: Dokumentation, Transfer und Projektmanagement.....	80
<b>3</b>	<b>Innovativer Beitrag und Nutzen für kmU</b> .....	<b>81</b>
3.1	Innovativer Beitrag der erzielten Ergebnisse .....	81
3.2	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der erzielten Ergebnisse für kmU .....	82
3.3	Industrielle Anwendungsmöglichkeiten der erzielten Ergebnisse .....	82
<b>4</b>	<b>Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen</b> .....	<b>84</b>
4.1	Projektbegleitender Ausschuss im Projekt .....	84

4.2	Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft lt. Antrag (Maßnahmen während der Projektlaufzeit) .....	85
4.3	Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft lt. Antrag (Maßnahmen nach Projektende) .....	87
4.4	Einschätzung zur Realisierbarkeit des vorgeschlagenen und aktualisierten Transferkonzepts .....	88
<b>5</b>	<b>Durchführende Forschungseinrichtungen .....</b>	<b>90</b>
5.1	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH.....	90
5.2	International Performance Research Institute gemeinnützige GmbH .....	90
<b>6</b>	<b>Förderhinweis .....</b>	<b>92</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>IV</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>XXXIX</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bereiche KapShare Referenzprozess .....	13
Abbildung 2: KapShare Referenzprozess.....	14
Abbildung 3: Definition, Probleme und Ziele der Persona-Gruppen.....	20
Abbildung 4: Kano-Modell (i.A. Sauerwein 2000).....	21
Abbildung 5: Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen aus Anbieter- und Nachfragersicht .....	23
Abbildung 6: Anforderungen der Persona-Gruppen.....	24
Abbildung 7: Übersicht Plattform-Ökosystem .....	28
Abbildung 8: Digital Business Model Framework in Anlehnung an Weill und Woerner 2015, S. 29–32.....	30
Abbildung 9: Adaption des Digital Business Model Framework im KapShare-Kontext in Anlehnung an Weill und Woerner 2015, S. 29–32 .....	33
Abbildung 10: Abgrenzung des Forschungsprojekts zu bestehenden Lösungen zum Kapazitätssharing.....	34
Abbildung 11: Angebotsmorphologie .....	45
Abbildung 12: Nachfragemorphologie.....	49
Abbildung 13: Übersicht Pretotyping Methoden.....	52
Abbildung 14: KapShare Plattform Canvas.....	54
Abbildung 15: Vorgehensweise zur Durchführung einer Simulationsstudie (nach VDI 3633)	63
Abbildung 16: Übersicht Simulationsmodell Plant Simulation .....	64
Abbildung 17: Auszug Exceldatei zur Marktrecherche.....	68
Abbildung 18: Google Trends Analyse der Plattformen .....	72
Abbildung 19: Excel-Darstellung der Ergebnisse der Plattformbefragung.....	73
Abbildung 20: Softwaredemonstrator Anbietersicht .....	75
Abbildung 21: Softwaredemonstrator Nachfragersicht.....	76
Abbildung 22: Softwaredemonstrator Ergebnis.....	77

Abbildung 23: Softwaredemonstrator Diagrammdarstellung Ergebnis .....	78
Abbildung 24: Vorteile der digitalen Plattform bei der Umsetzung des Kapazitäten-Sharings .....	81
Abbildung 25: Referenzprozess detailliert (eigene Darstellung).....	IV
Abbildung 26: Vorläufiger Entscheidungsbaum (eigene Darstellung).....	V

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Zielsetzung und erarbeiteten Ergebnissen.....	9
Tabelle 2: Verwendung der Zuwendung .....	10
Tabelle 3: Inhalte des ersten Arbeitspakets.....	12
Tabelle 4: Inhalte des zweiten Arbeitspakets.....	18
Tabelle 5: Inhalte von Arbeitspaket 3.....	25
Tabelle 6: Anforderungskatalog einer Plattform zum Kapazitätssharing .....	38
Tabelle 7: Inhalte von Arbeitspaket 4.....	44
Tabelle 8: Übersicht der identifizierten KapShare Szenarien .....	56
Tabelle 9: Szenariospezifische Ergänzungen der Kernelemente einer Plattform zum Kapazitätssharing.....	58
Tabelle 10: Inhalte des Arbeitspakets 5.....	60
Tabelle 11: Relevante logistische und wirtschaftliche Kennzahlen .....	60
Tabelle 12 Klassifikation der Einflussstärke der Kennzahlen .....	62
Tabelle 13: Angebot der Anwendungen und Bearbeitungsverfahren.....	71
Tabelle 14: Softwaredemonstrator Eignung der Plattformen.....	79
Tabelle 15: Projektbegleitender Ausschuss – Unternehmen des metallverarbeitenden Gewerbes.....	84
Tabelle 16: Projektbegleitender Ausschuss – Plattformanbieter .....	84
Tabelle 17: Projektbegleitender Ausschuss – Verbreitungspartner und Komplementoren ....	84
Tabelle 18: Sitzungen des PA und inhaltliche Schwerpunkte der jeweiligen Sitzung .....	85
Tabelle 19: Durchgeführte spezifische Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit ....	85
Tabelle 20: Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach der Projektlaufzeit.....	87

# 1 Wissenschaftlich technische und wirtschaftliche Problemstellung

Die branchenübergreifende Digitalisierung der Wirtschaft führt nicht nur zur Entstehung innovativer Produkte und Dienstleistungen, sondern auch zu einem Wandel bestehender Marktlogiken (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2020). Insbesondere digitale Plattformen werden in zunehmendem Maße als Wachstums- und Innovationstreiber des digitalen Wandels betrachtet (Baums et al. 2015). Durch die Verknüpfung der Sharing Economy in Form des Kapazitäten-Sharings mit digitalen Plattformen, können auch kmU ihre freien/benötigten Kapazitäten überbetrieblich ver- bzw. einkaufen. Speziell eignen sich hierfür bspw. Maschinenstunden von universellen Produktionsmaschinen, da diese zum einen eine höhere Variantenfertigung und zum anderen geringe Rüstkosten verursachen. Hierzu ein Beispiel:

Zwei Unternehmen unterschiedlicher Branchen (A: Kolbenhersteller und B: Werkzeughersteller) sind auf einer gemeinsamen Plattform, um Kapazitäten zu teilen. Beide Unternehmen stehen nicht in direkter Konkurrenz. Durch die verschiedenen Branchenzugehörigkeiten sind beide Unternehmen von unterschiedlichen Branchenzyklen betroffen. Dies hat zur Folge, dass die Hoch- und Tiefphasen antizyklisch verlaufen. D.h. A hat in einer Phase hoher Auslastung Bedarf an Maschinenstunden für das Planfräsen von Oberflächen, B hingegen befindet sich aktuell in einem schwachen Marktumfeld, besitzt jedoch die gewünschte freie Maschinenkapazität. Die digitale Plattform bietet beiden die Möglichkeit, Angebot und Nachfrage zu finden.

Problemstellung: Die Umsetzung des Kapazitäten-Sharings durch kmU ist in der Praxis aufgrund zweier Probleme nur geringfügig gegeben. Einerseits besteht eine Problematik bei der Entscheidung über die Nutzung von Kapazitäten-Sharing, d.h. das Angebot und den Einkauf von Maschinenstunden. Es bestehen sowohl Probleme bei der Annahme von Aufträgen (z.B. Risiko, dass eigene Aufträge nicht bearbeitet werden können) als auch in der Vergabe von Aufträgen (z.B. Risiko, dass Know-how an Dritte weiterzugeben). Darüber hinaus müssen kmU beurteilen, ab welcher Menge und für welche Anwendungsfälle (Produkte, Maschinentypen etc.) sich das Kapazitäten-Sharing lohnt (→ Wann kann das Kapazitäten-Sharing für kmU genutzt werden?). Andererseits besteht eine Problematik bei der praktischen Umsetzung des Kapazitäten-Sharings aufgrund einiger innovativer Plattformen (bspw. V-Industry, Techpilot) in Anfangsstadien und einer großen Anzahl an bereits etablierten Plattformen. KmU wissen nicht, welche anderen Unternehmen Kapazitäten benötigen oder anbieten, und wie bzw. unter

welchen Umständen digitale Plattformen für das Kapazitäten-Sharing genutzt werden können und welche Plattform genutzt werden sollte (→ Wie kann eine digitale Plattform für das Kapazitäten-Sharing durch kmU genutzt werden?).

Das volatile Umfeld spiegelt sich i.d.R. in Form von Schwankungen des Auftragseingangsindezes wider. Der Auftragseingang umfasst den Wert aller im jeweiligen Berichtsmonat vom verarbeitenden Gewerbe fest akzeptierten Aufträge auf Lieferung selbst hergestellter Erzeugnisse (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2020).

Forschungslücke und Zielsetzung: Aus wissenschaftlich-technischer Perspektive fehlt bisher eine methodisch-fundierte Vorgehensweise, welche Unternehmen erlaubt, ihre freien bzw. benötigten Kapazitäten unter Einbezug einer digitalen Plattform zu handeln. Der Mangel an plattformspezifischem Wissen in deutschen Unternehmen wird sowohl durch den Branchenverband Bitkom als auch durch kmU des Maschinenbaus angemerkt (Bitkom e.V. 2016; Letter of Intent: 3win).

Darüber hinaus fehlt es an Wissen, wann und wie freie Maschinenstunden handelbar sind (welche Maschinen eignen sich, wie hoch sind die Rüstkosten, welche Logistikkosten fallen an usw.).

Zielsetzung: Ziel von *KapShare* ist die Befähigung von kmU im verarbeitenden Gewerbe zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings als auch zur gezielten Ausrichtung digitaler Plattformen in Hinblick auf die Bedürfnisse von kmU.

Das Vorhaben *KapShare* hat diesen Umstand aufgreifen und in einem strukturierten und systematischen Forschungsprozess unter Einbindung der Praxispartner dieses wissenschaftlich-technische Problem lösen. Somit gelingt es, die wirtschaftliche Problemstellung (ungenutzte/dringend benötigte Maschinenstunden) für kmU zu lösen. Die Forschungsfrage des Vorhabens lautete:

Forschungsfrage: Wie können kmU im verarbeitenden Gewerbe mithilfe digitaler Plattformen das Kapazitäten-Sharing nutzen, um Belastungsschwankungen zu kompensieren?

Aus der Forschungsfrage ergeben sich folgende Teilfragen:

1. Wie muss ein kmU-gerechter Referenzprozess für das Kapazitäten-Sharing ausgestaltet sein?

2. Wann können kmU Maschinenstunden, unter Berücksichtigung der technischen, organisatorischen sowie ökonomischen Anforderungen, branchenübergreifend anbieten bzw. nachfragen?
3. Welche Anforderungen müssen digitale Plattformen erfüllen, sodass kmU diese leicht verständlich und auf ihre Bedürfnisse ausgerichtet nutzen können?
4. Welche Szenarien ergeben sich beim Kapazitäten-Sharing mittels digitaler Plattform und welche Beziehungen der Akteure (Anbieter, Nachfrager, Plattformbetreiber) bestehen hierbei?
5. Wie lassen sich digitale Plattformen des Kapazitäten-Sharings aus Anwendersicht logistisch sowie ökonomisch bewerten?

### 1.1 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Zielsetzungen laut Einreichung

Nachfolgend sind in einer Übersicht die Arbeitspakete und deren geplante sowie die erzielten Ergebnisse abgebildet. Deutlich wird, dass alle Teilziele als auch das Gesamtziel des Vorhabens erreicht wurden.

**Tabelle 1: Gegenüberstellung von Zielsetzung und erarbeiteten Ergebnissen**

Arbeitspaket (AP)	Geplante Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse	Geplante Ergebnisse erreicht?
<i>KapShare</i> -Referenzprozess	<i>KapShare</i> -Referenzprozess als Basis für die nachfolgenden Arbeitspakete	<i>KapShare</i> -Referenzprozess wurde unter Diskussionen mit dem PA und Abgleichen zu aktuellen Plattform-Prozessen erstellt	Ja
<i>KapShare</i> aus Anbieter- und Nachfragersicht - Techn., org. und ökon. Anforderungen	Katalog mit Anforderungen zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings von kmU	Katalog mit Anforderungen zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings von kmU wurde unter Zuhilfenahme des Kano-Modells erstellt	Ja
Grundlagen einer <i>KapShare</i> -Plattform - Anforderungskatalog an eine <i>KapShare</i> -Plattform	Anforderungskatalog an eine kmU-gerechte Plattformgestaltung	Anforderungskatalog an eine kmU-gerechte Plattformgestaltung wurde bereitgestellt	Ja
Szenarienbasierte <i>KapShare</i> -Anwendungen	Katalog unterschiedlicher <i>KapShare</i> -Anwendungsszenarien	Ein Katalog mit 10 unterschiedlicher <i>KapShare</i> -Anwendungsszenarien wurde erstellt	Ja

Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitäten-Sharings	Vorgehen zur logistischen sowie ökonomischen Bewertung von Kapazitäten-Sharing auf digitalen Plattformen aus Anwendersicht	Eine logistischen sowie ökonomischen Bewertung der Veränderungen der Kennzahlen bei der Nutzung von Kapazitäten-Sharing wurde vorgenommen	Ja
Implementierung und Validierung mittels Fallstudien	Validierte Ergebnisse und dokumentierte Fallstudienberichte. Der <i>KapShare</i> -Leitfaden beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten zur Teilnahme am Kapazitäten-Sharing (aufgeteilt nach Anbietern, Nachfragern, Komplementor) mittels digitaler Plattformen.	Die validierten Ergebnisse wurden dokumentiert und in einem <i>KapShare</i> -Leitfaden implementiert. Zudem wurde ein Softwaredemonstrator bereitgestellt, mit dem bewertet werden kann, ob eine Teilnahme am Kapazitäten-Sharing sinnvoll ist und wenn ja, welche Plattform geeignet wäre.	Ja (einschließlich angepasster Form des Softwaredemonstrators zur Erreichung eines höheren Mehrwerts für kmU)
Dokumentation, Transfer und Projektmanagement	Abschlussbericht, Transferierte Forschungsergebnisse und Projektmanagement.	Abschlussbericht, Transferierte Forschungsergebnisse und Projektmanagement wurde erstellt/durchgeführt.	Ja

## 1.2 Verwendung der Zuwendung

Die Bearbeitung des Projektes nahm insgesamt 43,22 -Mann-Monate der beiden Forschungseinrichtung IPH und IPRI in Anspruch. Das wissenschaftlich-technische Personal (Einzelansatz A.1 des Finanzierungsplans) beider Forschungseinrichtungen wurde wie folgt eingesetzt:

Tabelle 2: Verwendung der Zuwendung

	IPH	IPRI
	Zur Projektbearbeitung benötigtes und eingesetztes wissenschaftliches-technisches Personal	
Haushaltsjahr 2019	1,00 Personenmonat	2,89 Personenmonate
Haushaltsjahr 2020	12,00 Personenmonate	11,63 Personenmonate
Haushaltsjahr 2021	8,50 Personenmonate	7,20 Personenmonate
Gesamt	21,50 Personenmonate	21,72 Personenmonate

- Geräte (Einzelansatz B des Finanzierungsplans) – keine Geräte angeschafft
- Leistungen Dritter (Einzelansatz C des Finanzierungsplans) – keine Leistungen Dritter in Anspruch genommen

### **1.3 *Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit***

Die Notwendigkeit der geleisteten Arbeit begründet sich durch eine große Praxisrelevanz und die situative Aktualität des Themenfeldes. Nach Gesprächen mit Unternehmen wurde deutlich, dass speziell kmU die Vorteile und Notwendigkeit einer breiten Aufstellung des Unternehmens und damit der Teilnahme an Kapazitäten-Sharing gesehen werden, speziell aufgrund der aktuell vorherrschenden Pandemie. Dennoch werden die Möglichkeiten kaum genutzt, da den Unternehmen keinerlei neutrale und wissenschaftliche Unterstützungsmöglichkeit bei der Entscheidung für oder gegen die Teilnahme und hinsichtlich der Bereitstellung der zusätzlich notwendigen Informationen zur Verfügung steht. Diese Forschungslücke schließt sich mit den erarbeiteten Ergebnissen. Da speziell bei der Gestaltung einer Entscheidungsunterstützung ein neuer Forschungsbereich betreten wurde, waren eine detaillierte Bearbeitung und eine Vielzahl von Diskussionen mit Experten sowohl aus der Anwender- als auch der Plattformbetreibersicht unabdingbar. Die Angemessenheit der einzelnen Arbeitsschritte ergibt sich aus der sachgemäßen Bearbeitung der Teilziele. Da als Ergebnis ein Softwaredemonstrator bereitgestellt wurde, welcher Unternehmen bei der Entscheidung für oder gegen die Teilnahme und die Auswahl einer passenden Plattform unterstützt, war die gründliche Bearbeitung und das Verwenden von wissenschaftlichen Methoden wichtig und für den Softwaredemonstrator ein grundlegender Faktor. Zusätzlich wurde ein Handlungsleitfaden entwickelt, um kmU allumfänglich bei dem Vorhaben bei einer Plattform zu agieren, zu unterstützen. Die geleistete Arbeit entspricht dem begutachteten sowie bewilligten Antrag und war daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

## 2 Erzielte Ergebnisse

### 2.1 Arbeitspaket 1: KapShare-Referenzprozess

Ergebnisse des ersten Arbeitspakets:

**Tabelle 3: Inhalte des ersten Arbeitspakets**

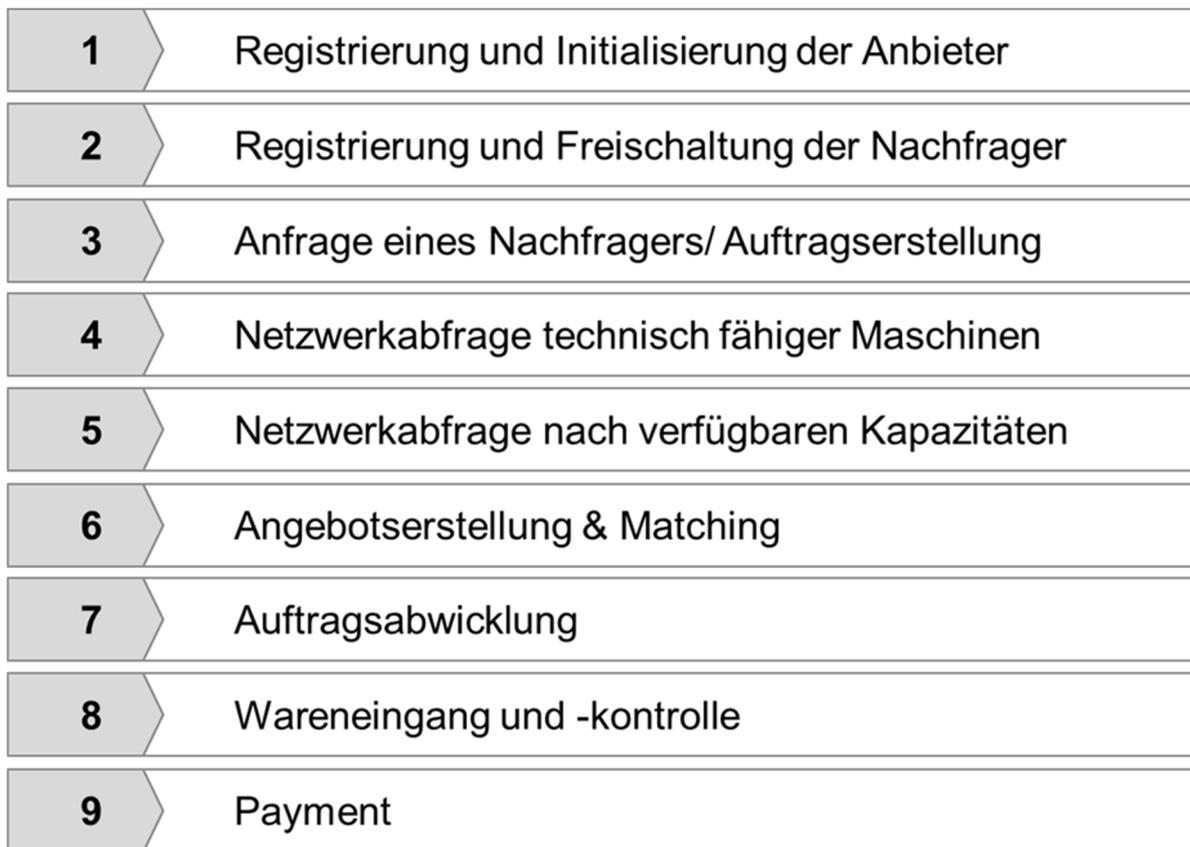
<b>AP1: KapShare-Referenzprozess</b>	
Personaleinsatz	IPH: 2,85 Personenmonate IPRI: 2,85 Personenmonate
<b>Geplante Ergebnisse lt. Antrag</b>	<b>Erzielte Ergebnisse</b>
KapShare-Referenzprozess als Basis für die nachfolgenden Arbeitspakete	Referenzprozess zur Darstellung der einzelnen Schritte des Kapazitäten-Sharing Ablauf, welcher zur Orientierung der Bearbeitung der nachfolgenden Arbeitspakete dient.

Im Zentrum des ersten Arbeitspakets steht die Erarbeitung des KapShare-Referenzprozesses, der als Basis für die nachfolgenden Arbeitspakete dient. Der Referenzprozess wurde zum einen in Anlehnung an den Prozess bei V-INDUSTRY und zum anderen durch die Auswertung von Expertengesprächen mit dem PA erstellt. Im Rahmen der Expertenbefragung setzten sich die Experten jeweils mit den einzelnen Abschnitten des Referenzprozesses im Detail auseinander. Hierbei wurden Angaben zu den einzelnen Prozessschritten wie Eingangsgrößen, Prozessschritten und Ausgangsgrößen schriftlich festgehalten.

Im Folgenden gehen wir auf den dabei entwickelten Referenzprozess sowie dessen einzelne Prozessschritte im Detail ein.

#### 2.1.1 KapShare-Referenzprozess

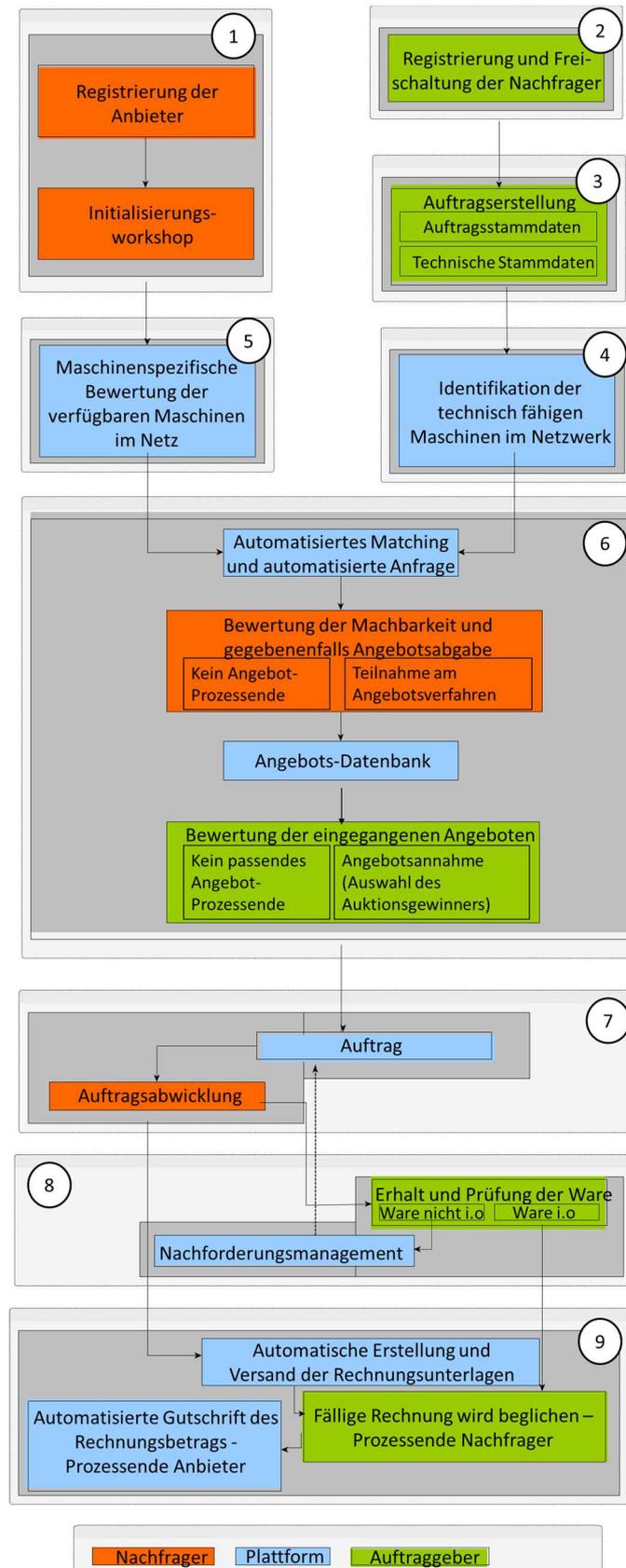
Der KapShare-Referenzprozess kann aus Sicht des Anbieters wie auch des Nachfragers betrachtet werden. Der gesamte Referenzprozess wird in die folgenden neun Bereiche unterteilt (Abbildung 1).



Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 1: Bereiche KapShare Referenzprozess**

Die Zusammenhänge und Abhängigkeiten dieser Bereiche sind in dem folgenden Referenzprozess dargestellt. Dabei wird farblich unterschieden, wer (Produzent, Auftraggeber, Plattform) diese Aufgabe bzw. diesen Bereich zu erledigen hat (Abbildung 2).



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: KapShare Referenzprozess

Die einzelnen Bereiche bzw. Aufgaben beinhalten verschiedene Teilschritte, die folgend erläutert werden.

### **2.1.2 Bereich 1 und 5: Erstellung des Anbieterprofils durch Datenaufnahme und -bewertung**

Für den Anbieter beginnt der Prozess mit der *Registrierung*, dem *Initialisierungsworkshop* und der damit verbundenen Aufnahme der betriebswirtschaftlichen Rahmendaten.

Zunächst wird von den Teilnehmern eine *Registrierung* und somit die Eingabe ihrer Daten gefordert. Der Anbieter registriert sich mit Hilfe seiner Mailadresse und eines Passworts. Durch die Plattform ist eine Kennzeichnung als „verifizierter Anbieter“ möglich. Dabei würden die Plattformbetreiber die potenziellen Anbieter besuchen und eine „Prüfung“ durchführen.

Im *Initialisierungsprozess* gibt der Anbieter allgemeine Daten zu seinem Unternehmen, wie die Größe, die Mitarbeiteranzahl und den Standort an. Im Anschluss daran werden die technischen Daten erfasst sowie die Branchenzugehörigkeit zugeordnet. Es wird festgehalten welche Produkte das Unternehmen im Regelfall produziert und welche Verfahren dabei verwendet werden. Im nächsten Schritt folgt die Eingabe der technischen Leistungsfähigkeit, der einzelnen Maschinen des Maschinenparks, der verwendeten Geräte, aber auch der technischen Kompetenz sowie der Dienstleistungskompetenz. Für einen Qualitätsnachweis kann das Unternehmen Zertifikate, Referenzkunden und Empfehlungen eintragen. Weiterhin wird im Initialisierungsworkshop die Auswahl für den relevanten Maschinenpark getroffen, diese relevanten Maschinen können bei Bedarf durch eine Kommunikationsbox mit dem System verbunden. Abschließend erfolgt die Verifizierung des Anbieters durch die Plattform und die Vervollständigung des Anbieterprofils.

Nach dem Initialisierungsworkshop kommt es zur Aufnahme der betriebswirtschaftlichen Rahmendaten. Dabei handelt es sich um die Aufnahme des potenziell zu bearbeitendem Material, eine Aufnahme der statischen Maschinenparameter je Maschine sowie der dynamischen Fertigungsparameter, wie z. B. des Stundensatzes für einen Programmierer oder Werker.

Die eingegebenen Daten aus dem betriebswirtschaftlichen Rahmen werden zusammen mit allen relevanten Daten für das Kapazitäten-Sharing und den individuellen Auslastungsparametern in einer Cloud gesammelt. Mit Hilfe dieser Cloud kann die Bewertung des Anbieters vorgenommen werden. Die Bewertung bezieht sich bspw. auf die Seriengröße bzw. die Stückzahl, die der Anbieter produzieren kann, die Region, in der das Unternehmen ansässig ist, die Prüfmethoden, die durchgeführt werden und auf den Liefertermin. Dabei wird die maschinenspezifische Bewertung der verfügbaren Maschinen im Netz durchgeführt. Später im Prozess

werden dieselben Kriterien auch auf die Anfragen der Nachfrager angewendet, um die größtmögliche Schnittmenge zu erreichen.

### **2.1.3 Bereich 2, 3 und 4: Aufnahme der Nachfrager-Daten und Auftragserstellung**

Auch der Nachfrager hat zunächst eine *Registrierung auf der Plattform* vorzunehmen. Dazu füllt er zu Beginn ein Formular aus, welches das Unternehmensprofil mit den Kontaktdaten, der Branche und der gewünschten Region des Lieferanten beinhaltet. Danach kommt es zur *Auftragserstellung*, dabei wird zwischen den Auftragsstammdaten mit der Stückzahl und den technischen Stammdaten unterschieden. Zu den *Auftragsstammdaten* zählt das Datum des Angebots und der Lieferung, die Bestell- oder Referenznummer und möglicherweise eine Stückliste, wenn es sich bei dem Auftrag um mehrere Teile handelt. Auch Aussagen über die Lieferzeit, die Angabe der Kontaktdaten, ein Stückpreis und die Stückzahl werden im Rahmen der Auftragsstammdaten abgefragt. Zu *den technischen Stammdaten* gehören das Material, das gewünschte Fertigungsverfahren, die maximalen Abmessungen des Produkts, weitere fertigungsspezifische Daten sowie relevante Modelle und Zeichnungen. Des Weiteren kann der Nachfrager dem Anbieter Kommentare hinterlassen. Bei Bedarf besteht später auch die Möglichkeit der Durchführung eines technischen Gesprächs. Nach der Aufnahme der Daten wird der Auftrag veröffentlicht. Sobald dies geschehen ist, erhält der Nachfrager eine Benachrichtigung.

### **2.1.4 Bereich 6: Angebotserstellung und Matching**

Haben Anbieter und Nachfrager ihre Daten eingegeben, kann die Plattform den Auftrag mit den in der Cloud gesammelten Stammdaten vergleichen und passende Anbieter für den Auftrag auswählen. Dabei kommt es nach einem automatisierten Auftragsmatching auch zu einer automatisierten Anfrage. Hierbei besteht die Möglichkeit des Direktkontakts zwischen Anbieter und Nachfrager. Im Rahmen des Auftragsmatchings sollen die Anbieter außerdem die Machbarkeit bewerten und gegebenenfalls ein Angebot abgeben. Wenn sie an dem Angebotsverfahren teilnehmen möchten, sind sie dazu angehalten, genauere Daten wie die Stückzahl, den Zeitbedarf, die zu erwartenden Kosten und den Lieferanten anzugeben. Falls der Anbieter sich dazu entscheidet, kein Angebot abzugeben, endet der Prozess für ihn an dieser Stelle. Die abgegebenen Angebote werden wiederum in einer Angebots-Datenbank gesammelt. Aus dieser Datenbank kann der Nachfrager den für sich passenden Anbieter, den sogenannten Auktionsgewinner, auswählen. Falls kein passender Anbieter vorhanden sein sollte, endet der Prozess an dieser Stelle für den Nachfrager. Bei einer Angebotsannahme kommt es zur Auftragsvergabe an den ausgewählten Anbieter.

### **2.1.5 Bereich 7 und 8: Auftragsbearbeitung und Wareneingang/-kontrolle**

Die Auftragsbearbeitung beim Anbieter beginnt mit dem Auftragseingang. Anschließend wird der Auftrag gefertigt und einer Qualitätsprüfung unterzogen, bevor dieser versandt wird. Wurde ein Auftrag vergeben, erhält der Anbieter den Auftrag, bearbeitet diesen nach den bestehenden Voraussetzungen und dokumentiert dabei jeden seiner Produktionsschritte, um eine Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Nach der Fertigung kommt es zu einer Qualitätsprüfung beim Anbieter, der daraufhin einen Nachweis über die Unversehrtheit des Produktes erstellt. Das Produkt und die erstellten Nachweise werden im Anschluss bereitgestellt. Eine Rechnung wird automatisch durch die Plattform erstellt und an den Nachfrager versendet.

Daraufhin erfolgt der Warenerhalt beim Nachfrager. Er erhält das Paket und überprüft die Ware. Dabei wird zunächst die Verpackung auf Beschädigungen untersucht. Danach werden Stückzahl und Zustand kontrolliert. Falls die Ware nicht in Ordnung ist, wird das Nachforderungsmanagement aktiviert und die Ware wird ggf. an den Anbieter zurückgesendet, der diese erneut bearbeitet.

Ist die Ware in Ordnung, wird die bereits erhaltene Rechnung durch den Nachfrager beglichen, wodurch der Prozess des Kapazitäten-Sharings für diesen endet.

### **2.1.6 Bereich 9: Auftragsabschluss (Payment)**

Der Nachfrager erhält von der KapShare-Plattform nach Bezahlung der Rechnung eine Zahlungsbestätigung. Die Plattform erstellt eine automatisierte Gutschrift des Rechnungsbetrags abzüglich der Provision für den Anbieter. Auch für diesen ist der Prozess nach Erhalt der Zahlung beendet.

Der KapShare-Referenzprozess bietet eine Basis für die darauffolgenden Arbeitspakete. Es wird kompakt und klar dargestellt, welche Schritte es für das Kapazitäten-Sharing zu beachten gilt. Außerdem wird aufgeführt, welche Angaben von Anbietern und Nachfragern notwendig sind, um eine erfolgreiche Abwicklung durchzuführen. Eine Darstellung des Referenzprozesses mit detaillierten Zusatzinformationen befindet sich im Anhang 1.

## **2.2 Arbeitspaket 2: KapShare aus Anbieter- und Nachfragersicht - Techn., org. und pers. Anforderungen**

Ergebnisse des zweiten Arbeitspakets:

Tabelle 4: Inhalte des zweiten Arbeitspakets

AP2: KapShare aus Anbieter- und Nachfragersicht- Techn., org. und pers. Anforderungen	
Personaleinsatz	IPH: 4,50 Personenmonate IPRI: 2,00 Personenmonate
Geplante Ergebnisse lt. Antrag	Erzielte Ergebnisse
Katalog mit Anforderungen zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings von kmU	Identifikation potenzieller Nutzertypen sowie die Ableitung von drei Personas. Anschließend Ermittlung von Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen mit der jeweiligen Zuordnung zu den Personas. Erstellung eines Entscheidungsbaums zur Überprüfung der KapShare-Eignung einzelner Kandidaten.

Dieses Arbeitspaket umfasst die Identifikation potenzieller Nutzertypen, die an einer Teilnahme an der KapShare-Plattform interessiert sein könnten. Hierfür greifen wir auf eine nutzerzentrierte Designmethode zurück, die auf die Identifikation von Personas abzielt, um ein genaueres Bild der Zielgruppe zu erhalten. Aufbauend leiten wir die Basis-, Leistungs- sowie Begeisterungsanforderungen der einzelnen Personas ab.

### 2.2.1 Identifikation potenzieller Nutzertypen und Einteilung in Persona-Gruppen

In einem ersten Schritt werden zunächst **potenzielle Nutzertypen** mit unterschiedlichen Zielen und Problemstellungen identifiziert. Der Fokus bei den Betrachtungen liegt auf kmU, bei denen es sich um produzierende Unternehmen wie Sachleistungsbetriebe handelt, genauer um Handwerks- und Industriebetriebe. Diese Unternehmen haben oft eine Nachfrage nach kurzfristigen zusätzlichen Maschinenstunden bzw. ein Angebot an überschüssigen Kapazitäten zur Verfügung. Zur Einteilung der potenziellen Nutzertypen werden drei Persona-Gruppen identifiziert.

Bei der **ersten Persona-Gruppe** handelt es sich um Kleinst- und Kleinbetriebe, wie Handwerksbetriebe, Heimwerker oder Handelsbetriebe, denen ihre Standardwerkzeuge nicht genügen. Die Möglichkeit zur Anschaffung einer Maschine und somit zur eigenen Produktion fehlt diesen Betrieben oftmals aufgrund von mangelndem Platz, zu geringen Lagerkapazitäten oder nicht ausreichend zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln. Die Persona-Gruppe 1 ist somit nur als Nachfrager beim Kapazitäten-Sharing zu betrachten. Ihre Ziele liegen in einer einfachen, schnellen Produktion zur Verbesserung ihrer Möglichkeiten am Absatzmarkt. Durch

KapShare können sie neue Kontakte zu Unternehmen oder Lieferanten knüpfen, möglicherweise ihr Knowhow weiterentwickeln und ihr Wachstum fördern. Die Herausforderungen bei dieser Gruppe liegt bei der Datenerhebung und einer möglichen mangelnden Qualität der Daten aufgrund von fehlendem Fachpersonal in Kleinbetrieben und der möglichen Teilnahme von Privatpersonen am Sharing.

Die **zweite Persona-Gruppe** wird von kmU gestellt, die keine Möglichkeit zur eigenen Produktion besitzen, sie agieren beim Kapazitäten-Sharing ebenfalls nur als Nachfrager. Diese Unternehmen können durch KapShare ihren Innovationsprozess beschleunigen, da sie über das Sharing neue Produkte mit geringem Kostenaufwand testen können. Sie können ihre Angebotsvielfalt erhöhen und mögliche Fehlinvestitionen in Maschinen vermeiden, wodurch sie ihr einzugehendes Risiko senken können. Die Angst der Persona-Gruppe 2 besteht darin, dass Konkurrenzunternehmen von den Ideen profitieren könnten. Deshalb ist die Vertrauenswürdigkeit der Plattform von großer Bedeutung.

Bei der **dritten Persona-Gruppe** handelt es sich um kmU mit Produktionsmöglichkeiten, die großen Auftragsschwankungen unterliegen. Diese Gruppe kann sowohl die Rolle als Anbieter als auch als Nachfrager erfüllen. Durch Überstunden oder Kurzarbeit und Maschinenüberbelastung oder Leerzeiten aufgrund von Auftragsschwankungen kommt es zu großen Herausforderungen. Ziel dieser Gruppe ist es, dieses Ungleichgewicht durch die Nutzung von KapShare auszugleichen. Ebenso kann auch diese Persona-Gruppe das Kapazitäten-Sharing zum Testen neuer Ideen nutzen, muss sich dabei aber auch dem Risiko der Datenübermittlung und Verwendung durch andere Unternehmen stellen. Allgemein besteht bei der Nutzung des Kapazitäten-Sharings die Gefahr von entstehenden Abhängigkeiten zwischen den teilnehmenden Unternehmen der Plattform. Unternehmen, die ausschließlich als Anbieter eine Plattform als weiteren Vertriebskanal nutzen wollen, bestehen nach Diskussionen keine weiteren bzw. spezifischen Anforderungen, die separat betrachtet werden sollten.

Abbildung 3 zeigt eine Übersicht der drei Persona-Gruppen sowie ihre jeweiligen Definitionen, Probleme und Ziele.

	Persona 1 	Persona 2 	Persona 3 
Definition	Kleinst- und Kleinunternehmen, Heimwerker ➤ keine Produktionsmöglichkeit ➤ Nachfrager	Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ➤ keine Produktionsmöglichkeit ➤ Nachfrager	Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ➤ mit Produktionsmöglichkeit ➤ Anbieter und Nachfrager
Probleme	– kein Marktzugang – geringe finanzielle Mittel – fehlende Lagermöglichkeit – fehlende/s Kompetenzen/Know-How – Mangelnde Datenqualität und –verfügbarkeit – Abhängigkeit	– Fehlende Flexibilität – geringe Angebotsvielfalt – Angst vor Fehlinvestitionen (Risiko) – Weitergabe von Wissen – digital awareness – Abhängigkeit	– Auftragschwankungen – Unvollständigkeit des Produktionsprogramms – Weitergabe von Wissen – digital awareness – steigendes Risiko – Abhängigkeit
Ziele	– selbstbestimmte, einfache, schnelle Produktion – Vergrößerung des Marktes und bessere Möglichkeiten – Kontakte knüpfen – Know-How-Transfer	– Beschleunigung des Innovationsprozesses (Schnelligkeit) – Preistransparenz bzw. geringer Kostenaufwand – bessere Kundenbindung – höhere Marktanteile	– Kostensenkung – Kapazitäten-Sharing – Entwicklung neuer Produkte oder Diversifikationen

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 3: Definition, Probleme und Ziele der Persona-Gruppen**

### 2.2.2 Erstellung von Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen

Nach der Identifikation der potenziellen Nutzertypen, wurden Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen auf Grundlage des Kano-Modells abgeleitet (Sauerwein 2000). Bei den Basisanforderungen handelt es sich um Anforderungen, welche aus Sicht der Anbieter und Nachfrager vorausgesetzt sind und erfüllt werden müssen. Die Erfüllung der Leistungsanforderungen wird ebenfalls erwartet und die der Begeisterungsanforderungen werden zwar nicht explizit vorausgesetzt, steigern aber die Kundenzufriedenheit enorm. Zur Verdeutlichung der Auswirkungen des Erfüllungsgrades der einzelnen Anforderungsarten ist dieser in Abbildung 4 in Abhängigkeit zur Kundenzufriedenheit dargestellt.

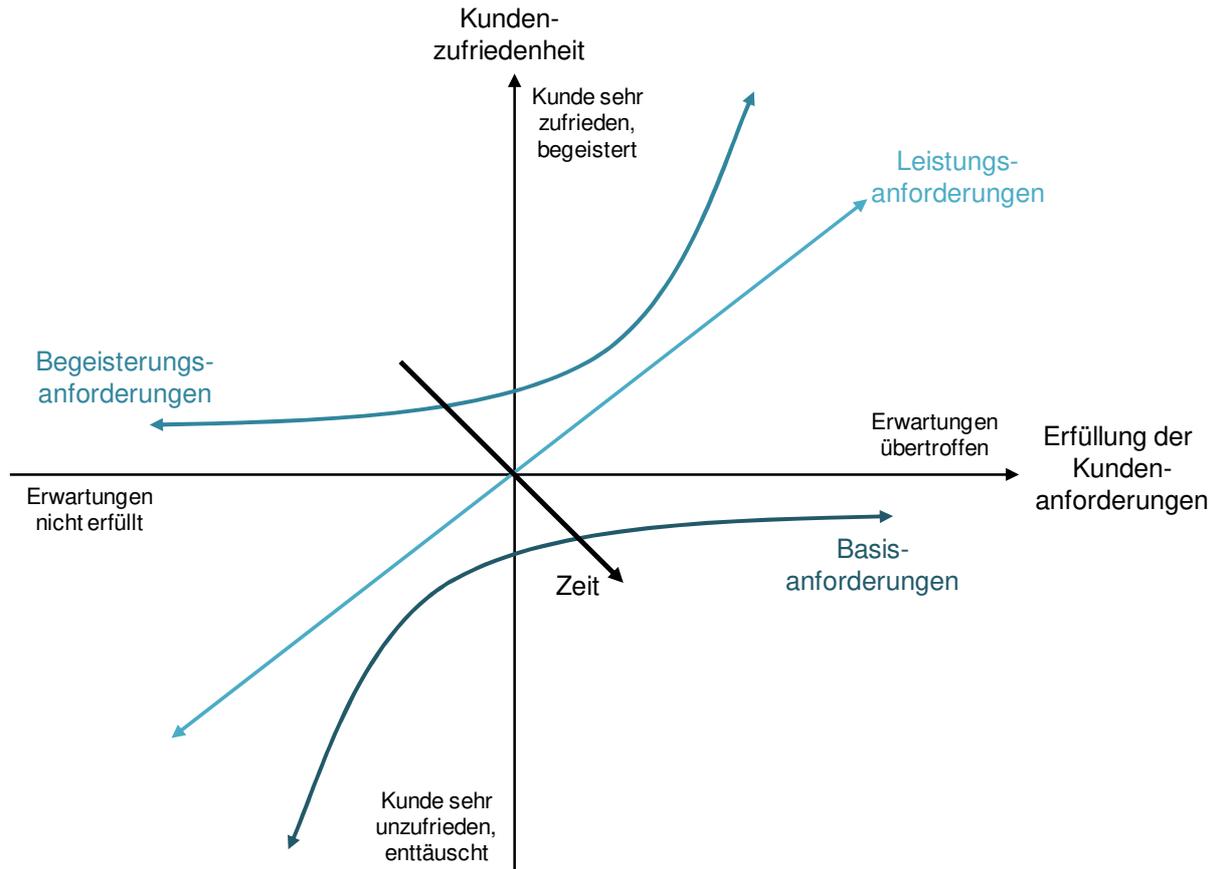


Abbildung 4: Kano-Modell (i.A. Sauerwein 2000)

Die **technologischen Basisanforderungen** thematisieren technische Gegebenheiten und setzen bestimmte Produktionsanforderungen voraus. So ist der Maschinentyp, welcher sich nach dem Fertigungsverfahren richtet, für Anbieter und Nachfrager relevant. Bei der auf der KapShare-Plattform angebotenen bzw. nachgefragten Maschine sollte es sich aufgrund der hohen Kompatibilität um eine Standardmaschine handeln. Auch die Fertigungsart ist aus Anbieter- und Nachfragersicht relevant. Eine weitere Anforderung ist die Maschinenauslastung. Der Anbieter möchte mit dem Kapazitäten-Sharing eine möglichst ausgeglichene Auslastung erreichen. Für den Nachfrager ist dazu die Qualität des zu fertigenden Produkts von Bedeutung, weshalb bspw. Zertifikate des Anbieters auf der Plattform sinnvoll sind.

Den **organisatorischen Basisanforderungen** sind allgemein die notwendigen Rahmenbedingungen der Produktion zuzuordnen, die sowohl von Anbietern als auch von Nachfragern gefordert werden. Aus Anbieter- und Nachfragersicht ist ein angemessener, aber begrenzter zeitlicher Rahmen und die Bestimmung einer Reaktionsgeschwindigkeit sinnvoll. Dabei sollten die Flexibilität und die Datenverfügbarkeit, welche sich nach der Qualität und Menge der Daten richtet, nicht vernachlässigt werden. Ebenso ist die Softwarekompatibilität der KapShare-Plattform von Anbietern und Nachfragern den organisatorischen Basisanforderungen zugeordnet.

Hinsichtlich der **personellen Basisanforderungen** ist festzuhalten, dass die freie Kapazität von Personal bei der Auftragsabwicklung, der Annahme der Waren und der Qualitätsprüfung zu beachten ist. Dabei fordern die Nachfrager das Vorhandensein von Fertigkeiten und Kompetenzen des Personals des Anbieters. Sie sollten eine Bereitschaft zu Lehrgängen und Weiterbildungen aufweisen und in ihren Arbeitsfolgen flexibel sein. Die Anbieter wünschen sich vom Nachfrager kompetente Mitarbeiter zur reibungslosen Auftragsabwicklung.

Die **Leistungsanforderungen** sind ebenfalls Anforderungen, deren Erfüllung erwartet wird. Sie dienen Kunden außerdem zum Vergleich von Konkurrenten. Leistungsanforderungen, die an KapShare gestellt werden, sind für Anbieter und Nachfrager gleichermaßen bedeutend. Als besonders wichtig stellt sich die Vertrauenswürdigkeit heraus. Durch eine Verifizierung der Plattformnutzer könnte hier eine gewisse Seriosität geschaffen und den Nutzern zu mehr Vertrauen verholfen werden. Wünschenswert wären aus Anbieter- und Nachfragersicht zudem Funktionen zur Bewertung und zum Schreiben von Kommentaren. Außerdem sollte die Rechnungsstellung über die KapShare-Plattform erfolgen und für alle Beteiligten nachvollziehbar und transparent sein. Noch mehr Transparenz könnte über einen Preisvorschlag der Plattform für eingestellte Angebote erreicht werden. Anbieter und Nachfrager könnten so ihre Vorstellungen abgleichen und entsprechende Abschätzungen vornehmen.

**Begeisterungsanforderungen** werden von Kunden nicht explizit verlangt, sorgen aber für eine Abgrenzung von der Konkurrenz und haben bei Erfüllung einen großen Einfluss auf die Kundenzufriedenheit. Anbieter und Nachfrager erwünschen sich vom Kapazitäten-Sharing einen automatischen Datenfluss bei der Auftragsabwicklung durch die Anbindung an Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme oder Manufacturing Execution Systeme (MES). Zudem besteht der Wunsch nach einer Chat-Funktion zum direkten Austausch von Anbietern und Nachfragern. So könnten eventuelle Fragen bei der Auftragsabwicklung schnell geklärt werden, außerdem könnte durch diese Funktion auch weiteres Vertrauen geschaffen werden. Die Berücksichtigung der geographischen Nähe und somit des Standortes der Unternehmen stellt ebenfalls eine Begeisterungsanforderung dar.

Die Definition der Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen dient der Identifikation von Anforderungen an die Maschinen, Kapazitäten (von Maschinen und Personal), Datenbasis, Planung, Steuerung sowie an die Kompetenzen und Qualifikationen der Mitarbeiter von

Plattformnutzern. In der nachfolgenden Abbildung 5 sind die Anforderungen je nach Anforderungstyp noch einmal aufgeführt und jeweils den Anbietern und/oder Nachfragern zugeordnet.

		Anforderungen	Anbieter	Nachfrager
<b>Basis- anforderungen</b>	technische	● Maschinentyp + Fertigungsverfahren	✗	✗
		● Maschinenauslastung	✗	
		● Fertigungsart	✗	✗
		● Qualität		✗
	organisatorische	● zeitlicher Rahmen (Reaktionsgeschwindigkeit)	✗	✗
		● Flexibilität	✗	✗
		● Datenverfügbarkeit, -qualität, -menge	✗	✗
		● Datenrecht; Datenzugriff	✗	✗
		● Softwarekompatibilität	✗	✗
	personelle	● freie Kapazitäten	✗	✗
		● Zuständigkeit	✗	
		● Qualifikation (Fertigkeiten & Kompetenzen)	✗	✗
		● Flexibilität	✗	
<b>Leistungs- anforderungen</b>	● Verifizierung der Plattformnutzer	✗	✗	
	● Bewertung	✗	✗	
	● Kommentarmöglichkeit/-funktion	✗	✗	
	● Rechnungsabwicklung über Plattform	✗	✗	
	● Preisvorschlag über Plattform	✗	✗	
<b>Begeisterungs- anforderungen</b>	● Anbindung an ERP / MES Systeme	✗	✗	
	● Chat-Funktion	✗	✗	
	● geographische Nähe (Standort Nutzer)	✗	✗	

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 5: Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen aus Anbieter- und Nachfragersicht**

Nachdem sowohl die Persona-Gruppen als auch die Anforderungen aus Anbieter- und Nachfragersicht identifiziert wurden, können die Anforderungen den jeweiligen Persona-Gruppen zugeordnet werden. Insgesamt lässt sich festhalten, dass alle Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen, die den Nachfragern zugeordnet wurden, sich auch allen drei Persona-Gruppen zuordnen lassen, da alle die Rolle des Nachfragers einnehmen können. In Abbildung 6 sind die einzelnen Anforderungen den Persona-Gruppen zugeordnet.

	Persona 1	Persona 2	Persona 3
	→ Kleinst- und Kleinunternehmen → keine Produktionsmöglichkeit → Nachfrager	→ Kleine und mittlere → keine Produktionsmöglichkeit → Nachfrager	→ Kleine und mittlere → mit Produktionsmöglichkeit → Anbieter und Nachfrager
BA	technische <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinentyp + Fertigungsverfahren</li> <li>• Fertigungsart</li> <li>• Qualität</li> </ul>	technische <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinentyp + Fertigungsverfahren</li> <li>• Fertigungsart</li> <li>• Qualität</li> </ul>	technische <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinentyp + Fertigungsverfahren</li> <li>• Fertigungsart</li> <li>• Qualität</li> <li>• Maschinenauslastung</li> </ul>
	organisatorische <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitlicher Rahmen (Reaktionsgeschwindigkeit)</li> <li>• Flexibilität</li> <li>• Datenverfügbarkeit, -qualität, -menge</li> <li>• Softwarekompatibilität</li> <li>• Datenrecht; Datenzugriff</li> </ul>	organisatorische <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitlicher Rahmen (Reaktionsgeschwindigkeit)</li> <li>• Flexibilität</li> <li>• Datenverfügbarkeit, -qualität, -menge</li> <li>• Softwarekompatibilität</li> <li>• Datenrecht; Datenzugriff</li> </ul>	organisatorische <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitlicher Rahmen (Reaktionsgeschwindigkeit)</li> <li>• Flexibilität</li> <li>• Datenverfügbarkeit, -qualität, -menge</li> <li>• Softwarekompatibilität</li> <li>• Datenrecht; Datenzugriff</li> </ul>
	personelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• freie Kapazitäten</li> <li>• Qualifikation (Fertigkeiten &amp; Kompetenzen)</li> </ul>	personelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• freie Kapazitäten</li> <li>• Qualifikation (Fertigkeiten &amp; Kompetenzen)</li> </ul>	personelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• freie Kapazitäten</li> <li>• Qualifikation (Fertigkeiten &amp; Kompetenzen)</li> <li>• Zuständigkeit</li> <li>• Flexibilität</li> </ul>
LA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifizierung der Plattformnutzer</li> <li>• Bewertung</li> <li>• Kommentarmöglichkeit/-funktion</li> <li>• Rechnungsabwicklung über Plattform</li> <li>• Preisvorschlag über Plattform</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifizierung der Plattformnutzer</li> <li>• Bewertung</li> <li>• Kommentarmöglichkeit/-funktion</li> <li>• Rechnungsabwicklung über Plattform</li> <li>• Preisvorschlag über Plattform</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifizierung der Plattformnutzer</li> <li>• Bewertung</li> <li>• Kommentarmöglichkeit/-funktion</li> <li>• Rechnungsabwicklung über Plattform</li> <li>• Preisvorschlag über Plattform</li> </ul>
	BEA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chat-Funktion</li> <li>• geographische Nähe</li> <li>• Anbindung an ERP / MES Systeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chat-Funktion</li> <li>• geographische Nähe</li> <li>• Anbindung an ERP / MES Systeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chat-Funktion</li> <li>• geographische Nähe</li> <li>• Anbindung an ERP / MES Systeme</li> </ul>

BA = Basisanforderungen; LA = Leistungsanforderungen; BEA = Begeisterungsanforderungen

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 6: Anforderungen der Persona-Gruppen

### 2.2.3 Entscheidungsbaum zur Auswahl geeigneter KapShare-Kandidaten

Nachdem die Anforderungen und die einzelnen Persona identifiziert wurden, wird ein Entscheidungsbaum entworfen. Dieser Entscheidungsbaum stellt eine Verknüpfung der Persona mit einigen Anforderungen dar, um die Frage zu klären, ob das Kapazitäten-Sharing für den konkreten kmU-Fall genutzt werden kann. Dafür wurde in einem ersten Schritt unterschieden, um welche Persona-Gruppen es sich handelt. Unter den unterschiedlichen Persona-Gruppen werden anschließend spezifische Fragen abgefragt, um zu ermitteln, ob es sich bei dem kmU um einen geeigneten KapShare-Kandidaten handelt. Dieser ist im Anhang 2 dargestellt. Die hier entwickelte Entscheidungsunterstützung wird in den Arbeitspaketen 4 und 6 nochmals auf die neu gewonnenen Erkenntnisse angepasst und in diesen Kapiteln ausführlich beschrieben.

### 2.3 **Arbeitspaket 3: Grundlagen einer KapShare-Plattform - Anforderungskatalog an eine KapShare-Plattform**

Ergebnisse des dritten Arbeitspakets:

**Tabelle 5: Inhalte von Arbeitspaket 3**

<b>AP3: Grundlagen einer KapShare-Plattform - Anforderungskatalog an eine Kap-Share-Plattform</b>	
Personaleinsatz	IPH: 2,85 Personenmonate IPRI: 4,50 Personenmonate
<b>Geplante Ergebnisse lt. Antrag</b>	<b>Erzielte Ergebnisse</b>
Identifikation und Ausgestaltung der kmU-relevanten Anforderungen an digitale Plattformen für die Umsetzung des Kapazitätssharings.	Kriterien und Maßnahmen zur Ausgestaltung der kmU-relevanten Anforderungen an digitale Plattformen für die Umsetzung des Kapazitätssharings.

In Arbeitspaket 3 gehen wir zunächst auf erfolgreiche digitale Plattformen und deren Grundprinzipien ein. Anschließend übertragen wir die Ergebnisse auf den spezifischen Anwendungsfall des Kapazitätssharings. Auf dieser Basis leiten wir konkrete Erfolgsfaktoren von digitalen Plattformen zum Kapazitätssharing ab und entwickeln ein Anforderungskatalog zur Erstellung erfolgreicher digitaler Plattformen zum Kapazitätssharing.

#### 2.3.1 **Erfolgreiche digitale Plattformen und deren Grundvoraussetzungen**

Digitale Plattformen führen die grundlegende Veränderung zahlreicher Branchen herbei, indem sie den Wettbewerb sowie die Wertschöpfung restrukturieren (Parsons et al. 2016; Evans und Gawer 2016; Baums et al. 2015). Sie sind in der Lage die Markt- und Wettbewerbsstruktur zu verändern und spielen bei der Entwicklung der Wirtschaft eine entscheidende Rolle (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2016, S. 4–5). Digitale Plattformen bedrohen daher die Wertschöpfung sowie die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ohne plattformbasierte Geschäftsmodelle (Parker et al. 2016, 9 & 33). Dementsprechend sind laut einer Studie von Accenture 40% der Führungskräfte der Meinung, dass ein plattformbasiertes Geschäftsmodell und das Mitwirken in einem Ökosystemen mit digitaler Infrastruktur für den zukünftigen Unternehmenserfolg entscheidend sind (Accenture 2016, S. 5).

Digitale Plattformen können Unternehmen dazu verhelfen, ihre Flexibilität zu erhöhen. Zudem bieten sie den Unternehmen die Möglichkeit effizienter, produktiver wie auch reaktionsfähiger zu werden (Benlian et al. 2018, S. 726–727). Trotz der verbreiteten Existenz digitaler Plattformen ist in der Literatur keine einheitliche Definition für digitale Plattformen vorzufinden (de

Reuver et al. 2018, S. 126–127). Unter digitalen Plattformen werden daher im Folgenden Intermediäre zwischen zwei oder mehreren Seiten verstanden, die durch die Bereitstellung einer digitalen Infrastruktur Interaktionen zwischen Plattformakteuren ermöglichen (European Commission 2015).

Zweiseitige oder mehrseitige Plattformen stellen somit elektronische Marktplätze dar, welche die Interaktion zwischen mindestens zwei Gruppen von Nutzern ermöglichen, wobei die Entscheidungen einer Nutzergruppe auf einer Seite des Marktes die Ergebnisse der Nutzer auf der/den anderen Seite(n) beeinflussen (Rochet und Tirole 2006; Rysman 2009; Hagiu und Wright 2015). Diesbezüglich bieten Netzwerkeffekte ein großes Potential für das Wachstum und somit für den Erfolg der Plattform. Hagiu und Wright (2015, S. 163) sprechen mehrseitigen Plattformen zwei Hauptmerkmale zu, die über alle anderen Anforderungen hinausgehen. Die Ermöglichung von direkten Interaktionen zwischen zwei oder mehreren unabhängigen Gruppen sowie die Eigenschaft, dass jede Gruppe mit der Plattform verbunden ist.

Trotz der vielen unterschiedlichen digitalen Plattformen, liegt allen Plattformen ein Ökosystem mit einer gewissen Grundstruktur zugrunde, welches vier Arten von Akteuren umfasst (Van Alstyne et al. 2016, S. 25). Jedes plattformbasierte Netzwerk hat in seinem Kern eine zentrale Plattform. Um diese zentrale Plattform zu schaffen und zu erhalten, müssen ein oder mehrere Unternehmen zwei unterschiedliche Rollen erfüllen, die des Platfformeigentümers sowie die des Plattformanbieters (Eisenmann et al. 2009, S. 135). Platfformeigentümer kontrollieren die geistigen Eigentumsrechte der Plattform und steuern die Plattform, indem sie über Zugangs- und Nutzungsrechte entscheiden. Die Plattformanbieter, vermitteln hingegen die Transaktionen der Nutzer und stellen den primären Kontaktpunkt zur Plattform dar (Eisenmann et al. 2009; Van Alstyne et al. 2016). Die Produzenten schaffen das Plattformangebot, indem sie Produkte und/oder Dienstleistungen über die Plattform anbieten und bilden die Angebotsseite ab. Die Konsumenten stellen hingegen Nachfrager dar, die das Plattformangebot kaufen oder nutzen (Van Alstyne et al. 2016, S. 24–25). Hervorzuheben ist hierbei, dass es den Akteuren möglich ist, Rollenwechsel vorzunehmen. Die anfänglich eingenommene Rolle ändert sich während einer spezifischen Interaktion jedoch meist nicht (Drewel et al. 2017; Van Alstyne et al. 2016).

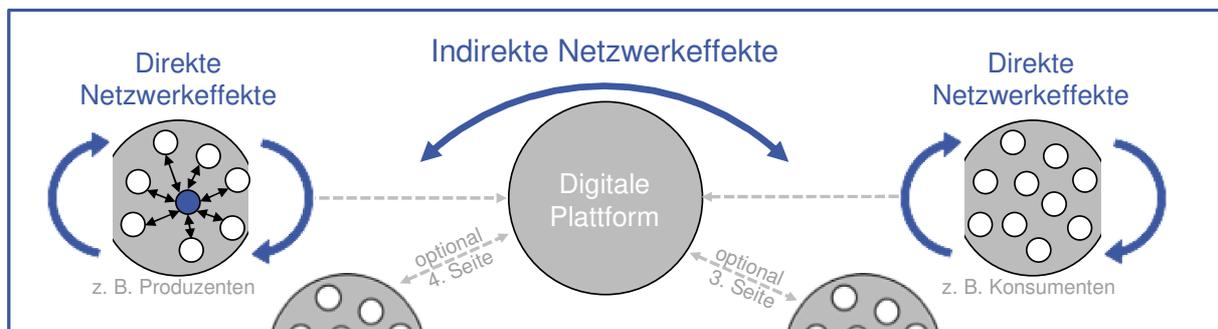
Darüber hinaus kann hinsichtlich der Angebotsseite zwischen Anbietern des Kernangebots der Plattform und Komplementoren unterschieden werden (Eisenmann et al. 2009, S. 131). Komplementoren bieten ergänzende Produkte und Dienstleistungen zu der Kernleistung der Plattform an und ermöglichen es somit, die Kernleistung zu optimieren und das Plattformangebot zu erweitern (Cusumano und Gawer 2002; Gawer und Henderson 2007).

Zudem sind Promotoren als weitere Akteursgruppe eines Plattformökosystems vorzufinden. Promotoren zeichnen sich durch ihr Netzwerkwissen, ihre Beziehungen und ihre sozialen Kompetenzen aus und spielen eine entscheidende Rolle in einem Plattformökosystem (Naumann et al. 2011, S. 164–165). Sie weisen umfangreiche Kenntnisse über das Netzwerk, interne und externe Schlüsselakteure sowie potentielle Kooperationspartner auf (Walter 1998; Naumann et al. 2011). Darüber hinaus suchen und identifizieren sie Kooperationspartner und bauen Beziehungen zu ihnen auf, um Ressourcendefiziten zu begegnen (Gemünden und Walter 1996). Durch ihre sozialen Kompetenzen werden sie als Bindeglied gesehen, welches die soziale Distanz zwischen den Kooperationspartnern abbaut. Sie fördern das Vertrauen in die Plattform sowie die Verbundenheit mit der Plattform. Sie stellen somit Verbreitungspartner dar, welche nicht nur über die digitale Plattform agieren (Gemünden und Walter 1996; Naumann et al. 2011).

Hinsichtlich des Wachstums von digitalen Plattformen spielen Netzwerkeffekte eine wichtige Rolle. Diese treten ein, sobald eine kritische Masse erreicht wird und können zu Wachstum führen, welches eher exponentiell als linear verläuft (Hagiu und Rothman 2016, S. 66). Neben direkten und indirekten Netzwerkeffekten, wird ebenfalls zwischen positiven und negativen Netzwerkeffekten differenziert (Evans und Schmalensee 2016; Parker et al. 2016). Wie Abbildung 7 zeigt, wirken Direkte Netzwerkeffekte innerhalb einer Nutzergruppe. Sie äußern sich, durch Auswirkungen eines zusätzlichen Plattformnutzers auf die Nutzer derselben Marktseite. Bei indirekten Netzwerkeffekten beeinflusst ein zusätzlicher Plattformnutzer hingegen die Nutzer auf einer anderen Marktseite. Ein positiver Netzwerkeffekt entsteht, wenn der zusätzliche Plattformnutzer den Nutzen der Teilnehmer der eigenen oder einer anderen Marktseite erhöht. Führt ein zusätzlicher Teilnehmer dagegen zu einer Verringerung des Nutzens der Teilnehmer derselben oder anderen Marktseite, so spricht man von einem negativen Netzwerkeffekt (Evans und Schmalensee 2016, S. 208–209). Positive Netzwerkeffekte führen dementsprechend dazu, dass digitale Plattformen mit einem größeren Volumen in Form von Plattformnutzern einen höheren durchschnittlichen Wert je Transaktion hervorbringen. Ein größeres Netzwerk führt hierbei zu einer verbesserten Abstimmung von Angebot und Nachfrage und hat zur Folge, dass mehr Daten zur Verfügung stehen, die durchsucht werden können. Ein größeres Volumen sorgt für mehr Wert, wodurch wiederum weitere Teilnehmer auf die Plattform gelockt werden, die eine weitere Wertsteigerung hervorrufen. Es entsteht ein sich selbst verstärkender Kreislauf (Van Alstyne et al. 2016, S. 26–27).

Digitale Plattformen ist es möglich durch positive Netzwerkeffekte sowie geringere Transaktionskosten und das Schaffen eines spezifischen Kundennutzens Mehrwert zu generieren. Im Allgemeinen stellen das Zusammenführen von Angebot und Nachfrage, das Bereitstellen von

Daten sowie eine automatisierte Vertrags- oder Zahlungsabwicklung Transaktionen einer Plattform dar. Die vereinfachte Interaktion durch eine standardisierte Kommunikation und standardisierte Vertragsbestandteile sowie der niedrigere Koordinationsaufwand und das abgestimmte Ökosystem ermöglichen es digitalen Plattformen die Transaktionskosten zu senken. Zudem können digitale Plattformen abhängig von ihrer Ausgestaltung einen ganz individuellen Kundennutzen bieten (Rauen et al. 2018, S. 3–4).



Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 7: Übersicht Plattform-Ökosystem**

### 2.3.2 Das Digital Business Model Framework zur Analyse digitaler Geschäftsmodelle

Die Digitalisierung wirkt sich rapide auf die Geschäftswelt aus, baut Industriebarrieren ab, schafft neue Möglichkeiten und bedroht gleichzeitig jahrelang erfolgreiche Geschäftsmodelle. Diesbezüglich hat die Vergangenheit gezeigt, dass die Auswirkungen eines tiefgreifenden, technologiegestützten Wandels die anfänglichen Vorstellungen deutlich übertreffen können. Daher gilt es für Unternehmen angesichts des Ausmaßes des Wandels, den die digitale Disruption verursacht, die damit einhergehenden Bedrohungen und Chancen zu evaluieren und mit der Gestaltung neuer Geschäftsoptionen für die Zukunft zu beginnen (Weill und Woerner 2015, S. 27). Die Betrachtung einer Vielzahl an Transformationsinitiativen von Unternehmen verdeutlicht, dass Unternehmen eine Transformation hinsichtlich zwei Dimensionen anstreben. Einerseits geht es den Unternehmen darum, mehr Informationen über ihre Endkunden zu erlangen und andererseits in einem zunehmend digitalen Ökosystem tätig zu sein (Weill und Woerner 2015, S. 28).

Das Ökosystem bietet beispielsweise für Amazon.com Inc. eine größere Auswahl für die Kunden und ermöglicht schnellere Innovationen. Der erhöhte Kundennutzen ergibt sich daraus, dass verschiedene Anbieter ähnliche oder identische Produkte oftmals zu unterschiedlichen Preisen oder mit unterschiedlichen Serviceniveaus verkaufen sowie aus dem schnellen Feedback, das es den Anbietern ermöglicht, ihre Produkte und Dienstleistungen zu verbessern. Die Verbraucher erhalten eine von Amazon verwaltete zentrale Anlaufstelle mit einer größeren

Auswahl und mit mehr Informationen über Preise und Qualität. Amazon bekommt die Daten über alle Aktivitäten in seinem Ökosystem, was eine Feinjustierung und Identifizierung neuer Potenziale ermöglicht, während es Erträge aus dem Ökosystem extrahiert (Weill und Woerner 2015, S. 29).

An dieser Stelle stellt sich die Frage, ob Unternehmen episodische, unzusammenhängende Transaktionen mit Kunden abwickeln, wie die meisten physischen Einzelhändler, ohne über den Verbraucher sowie dessen Kaufhistorie Bescheid zu wissen. Oder ob die Interaktionen mit den Kunden kontinuierlich und kollaborativ stattfinden sowie ein umfassendes Wissen über Kauf- und Suchgewohnheiten hervorbringen. Tiefgehendes Wissen über die Endkunden umfasst deren Namen und Adressen, demographische Daten, IP-Adressen, Kaufhistorien mit dem eigenen Unternehmen und mit anderen Unternehmen (Weill und Woerner 2015, S. 29).

Der Wandel von Wertschöpfungsketten hin zu Ökosystemen in Verbindung mit der Erweiterung des Verbraucherwissens ermöglichen vier verschiedene Geschäftsmodelle (allein oder in Kombination), die jeweils mit entsprechenden Fähigkeiten und Beziehungen verbunden sind. Diesbezüglich gilt es für Unternehmen zu entscheiden, inwieweit sie die Wertschöpfungskette kontrollieren, ein Ökosystem vorantreiben oder Teil eines Ökosystems sein wollen, dass die gesamten Bedürfnisse des Kunden erfüllt. Darüber hinaus gilt es zu bestimmen, inwieweit das Unternehmen über die Ziele der Kunden Bescheid weiß bzw. wie viel das Unternehmen in dieses Wissen über die Endkunden investieren möchte. Abhängig von diesen Entscheidungen können die Unternehmen als **Ökosystemnutzer**, **digitale Kundenbeziehung**, **Ökosystem Leader** oder **Modulentwickler** tätig sein (Weill und Woerner 2015, S. 29). Abbildung 8 stellt alle 4 Handlungsoptionen grafisch dar.



**Abbildung 8: Digital Business Model Framework in Anlehnung an Weill und Woerner 2015, S. 29–32**

**Ökosystemnutzer** haben bestenfalls ein partielles Wissen über ihren Endverbraucher und sind typischerweise in der Wertschöpfungskette eines anderen mächtigen Unternehmens tätig. Sie stellen Produkte oder Dienstleistungen bereit, die über die Plattform vertrieben werden. Unternehmen, die Versicherungen über unabhängige Agenten verkaufen, elektronische Güter über Einzelhändler vertreiben oder Lieferanten darstellen, sind Ökosystemnutzer (Weill und Woerner 2015, S. 29). Ihre Produkte und Dienstleistungen sind vermehrt der Commoditisierung ausgesetzt. Der ursprünglich hohe Differenzierungsgrad der konkurrierenden Leistungen geht vermehrt verloren, eigenständige, differenzierende Merkmale werden von den Nachfragern kaum noch wahrgenommen. Die Leistungen erscheinen den Nachfragern vermehrt als austauschbar. Dadurch droht diesen Unternehmen der Verlust von Wettbewerbsvorteilen sowie die Gefahr eines Preiswettbewerbs (Enke et al. 2014, S. 4–5). Durch die fehlende Differenzierbarkeit der Leistungen steigt insbesondere die Preissensibilität der Kunden (Reimann et al. 2010, S. 189). Zudem nimmt die Transparenz der Märkte aufgrund der informations- und kommunikationstechnologischen Entwicklungen stetig zu, wodurch sich der Preis- und Konkurrenzdruck zusätzlich erhöht (Tropp 2014, S. 138). Der Preisführerschaft kommt in Commodity-Märkten daher eine besonders hohe Bedeutung zu (Maessen et al. 2014, S. 165). Mit der zunehmenden Digitalisierung der Unternehmen und der Erleichterung der Suche werden die Ökosystemnutzer weiter an Macht verlieren und unter Druck gesetzt werden, die Preise kon-

tinuierlich zu senken, was zu einer weiteren Industriekonsolidierung führen könnte. Daher setzen Ökosystemnutzer teilweise Maßnahmen ein, um mehr über ihre Kunden zu erfahren und einen direkten Kontakt zu den Endkunden herzustellen, um somit dem potenziellen Machtverlust und dem flachen Wachstum entgegenzuwirken sowie sich letztendlich vom Ökosystemnutzer zur digitalen Kundenbeziehung zu entwickeln (Weill und Woerner 2015, S. 29–30).

Bei dem Geschäftsmodell der **digitalen Kundenbeziehung** steht der Kunde insbesondere die Customer Experience im Fokus. Die tatsächlichen Kundenbedürfnisse und -ziele sollten in den Mittelpunkt des Geschäftsmodells gestellt werden. Hierfür gilt es die Kundenbedürfnisse im Kontext von Lebensereignissen zu erfüllen. Dieser Wandel erfordert, dass Unternehmen gleichzeitig zu Multiprodukt- und Multichannel-Unternehmen werden. Die Unternehmen stehen im direkten Kontakt zum Endkunden. Sie bieten den Kunden über mehrere Kanäle (einschließlich physischer und digitaler Kanäle) Zugang zu den Produkten und ermöglichen ihnen eine größere Auswahl und ein reibungsloses Erlebnis. Die Unternehmen kontrollieren hierbei eine integrierte Wertschöpfungskette und „besitzen“ die Kundenbeziehung. Sie bilden für den Kunden den Ansprechpartner für alle Stufen der Wertschöpfung. Die Herausforderung besteht hierbei darin, immer mehr Kenntnisse über den Endkunden und dessen Ziele zu gewinnen und die Kundenabwanderungen zu reduzieren. Um das Wissen über die Endverbraucher zu verbessern, setzen Unternehmen Big-Data-Analysen, soziale Medien, mobile Anwendungen und Kennzahlen wie den Net Promoter Score ein (Weill und Woerner 2015, S. 30–33).

**Ökosystem Leader** wie Amazon, Apple und Microsoft bauen ein Ökosystem auf, indem sie Beziehungen zu anderen Anbietern aufbauen, die komplementäre oder manchmal auch konkurrierende Dienstleistungen anbieten. Ökosystem Leader stellen den Teilnehmern eine Plattform für ihre Geschäfte zur Verfügung. Hierbei kann die Plattform mehr oder weniger offen gestaltet sein. Google ist beispielsweise eine sehr offene Plattform, während die von Apple eher geschlossen ist (Weill und Woerner 2015, S. 30). Aufgrund des Aufeinandertreffens verschiedener Akteure bzw. Unternehmen sind im Rahmen digitaler Plattformen spezifische Steuerungsmechanismen erforderlich. Diesbezüglich werden neben dem Gatekeeping, Verhaltenskontrollen sowie Feedbackmechanismen eingesetzt. Im Rahmen des Gatekeepings werden Anforderungskriterien formuliert, welche darüber entscheiden, welche Akteure Zugang zu der Plattform erhalten. Dadurch ist es möglich, die Partizipation an der Plattform auf diejenigen Akteure zu beschränken, die positive Netzwerkeffekte generieren (Seiter et al. 2018). Die Ökosystem Leader nutzen ihre Markenstärke, um Teilnehmer anzuziehen, ein großartiges Kundenerlebnis zu gewährleisten und One-Stop-Shopping anzubieten. Sie streben danach, sich die Kundenbeziehung in Bereichen wie den Finanzdienstleistungen "anzueignen", indem sie ihr Wissen über ihre Endverbraucher erweitern. Sie generieren Einnahmen durch die Akteure

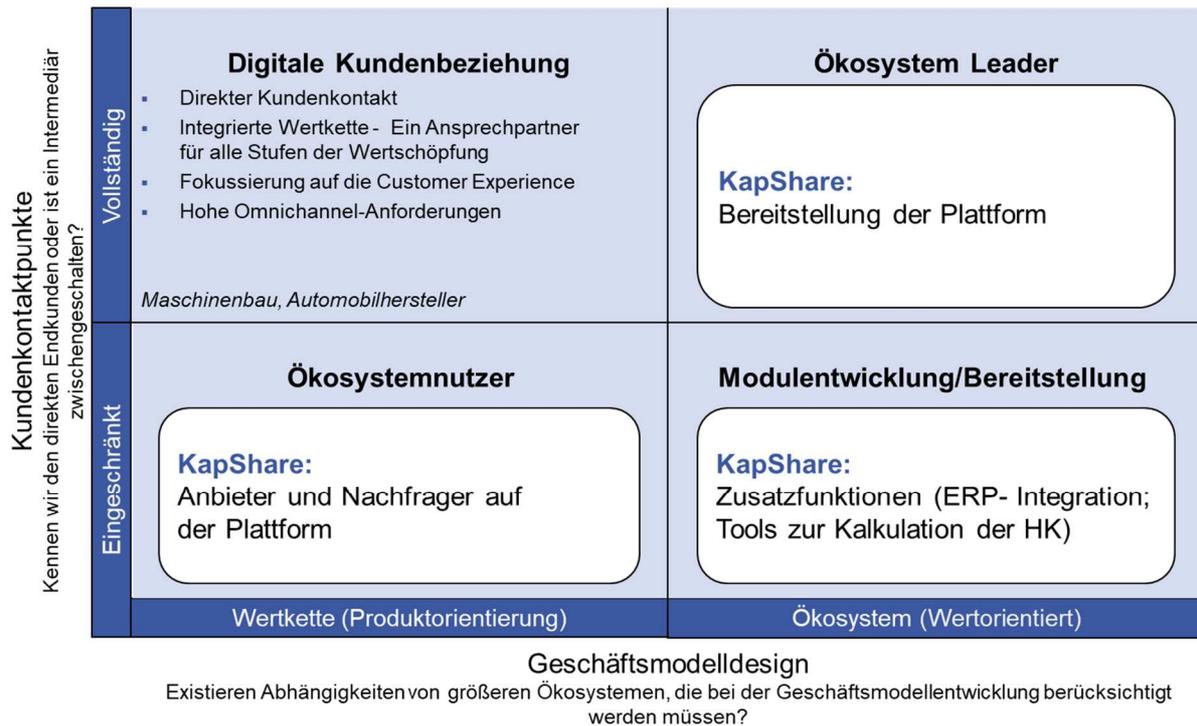
in ihrem Ökosystem, sowohl durch die Verbraucher als auch durch die Dienstleistungsanbieter und nutzen die Stärke ihrer Marke und das Feedback von Verbraucherbewertungen und -bewertungen, um ihren Ruf und ihre Einnahmen auszubauen. (Weill und Woerner 2015, S. 30).

**Modulentwickler** wie PayPal bieten Plug-and-Play-Produkte oder -Dienstleistungen an, die sich an eine Vielzahl von Ökosystemen anpassen können. Um am Markt bestehen zu können, müssen Modulentwickler zu den besten ihrer Kategorie gehören. Für ihr Gedeihen müssen sie kontinuierlich neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt bringen, um zu zeigen, dass sie zu den besten verfügbaren Optionen gehören und gleichzeitig preisgünstig sein. Schließlich operieren sie in einem wettbewerbsintensiven Umfeld, in dem es für Kunden oft sehr einfach ist, nach alternativen Lösungen zu suchen und zu wechseln. Da PayPal hardwareneutral, mobil und cloudbasiert ist, kann es in praktisch jedem Ökosystem eingesetzt werden. Etwa 50 % der Einnahmen von PayPal stammen von außerhalb der Vereinigten Staaten, was zeigt, wie ein modularer Hersteller in der Lage sein muss, sich in viele Ökosysteme und regulatorische Umgebungen einzufügen. Eine der faszinierenden Eigenschaften von Modulentwicklern besteht darin, dass es zwar viele Akteure gibt, aber nur wenige Akteure nennenswerte Gewinne erzielen, während die anderen um ihr Überleben in einem Commodity-Geschäft kämpfen. Die meisten Modulentwickler haben lediglich einen eingeschränkten Zugang zu den Kundendaten, der sich auf die Daten aus den selbst verarbeiteten Transaktionen beschränkt (Weill und Woerner 2015, S. 31).

Im nachfolgenden Kapitel ordnen wir die aufgeführten Rollen in den Kontext des Kapazitätensharings ein und beschreiben diese näher.

### **2.3.3 Das Digital Business Model Framework im KapShare-Kontext**

Im Bereich des verarbeitenden Gewerbes bietet die Digitalisierung der Geschäftswelt sowie der damit einhergehende Wandel zu Ökosystemen Chancen für kleine und mittelständische Unternehmen (kmU). Durch den Einsatz einer digitalen Plattform wird die Möglichkeit geschaffen, Kapazitätsschwankungen von kmUs zu kompensieren, indem ein branchenübergreifender Austausch von Produktionskapazitäten ermöglicht wird. Demnach können Unternehmen situationsspezifisch reagieren. Bei Unterauslastung der Maschinen können die Unternehmen Maschinenstunden am Markt anbieten, während sie bei Überauslastung oder fehlendem Spezialisierungsgrad der eigenen Maschinen Maschinenstunden am Markt nachfragen und einkaufen können. Abbildung 9 zeigt die relevanten Rollen und deren Ausprägung im Kontext des Kapazitätensharings.



**Abbildung 9: Adaption des Digital Business Model Framework im KapShare-Kontext in Anlehnung an Weill und Woerner 2015, S. 29–32**

Ein erfolgreicher Kapazitätenaustausch mittels digitaler Plattformen erfordert die Positionierung von Unternehmen als Ökosystem Leader, Modulentwickler sowie Ökosystemnutzer. Dabei stellt der Ökosystem Leader die digitale Plattform als notwendige Infrastruktur für den Kapazitätenaustausch bereit und ist zudem für das Matchmaking verantwortlich. Zudem gilt es durch Partnerschaften mit verschiedenen Modulentwicklern ein breites Leistungsportfolio aufzubauen. Ökosystem Leader müssen daher Wege finden, Partnerschaften mit Anbietern von komplementären Produkten und Dienstleistungen einzugehen um eine umfassende End-to-end Lösung anbieten zu können. Wichtige Zusatzfunktionen sind beispielsweise die Nutzung von online Bezahlssystemen, Möglichkeiten zur Lieferungsverfolgung aber auch eine automatisierte Herstellkostenkalkulation in den Funktionsumfang der Plattform zu integrieren. Des Weiteren gilt es servicefähige Schnittstellen zu entwickeln, die andere Unternehmen verwenden können. Hierfür müssen sie standardisieren und ihre Vorgehensweise offenlegen und zudem die Geschäftstransaktionen als Dienstleistungen zur Verfügung stellen. Effizienz und Compliance können hierbei als Differenzierungsfaktor zwischen verschiedenen Plattformbetreibern betrachtet werden. Dazu gehört unter anderem auch der Umgang mit Datenschutzproblemen, Cyber-Bedrohungen, potenziellen Serviceunterbrechungen sowie der Notwendigkeit, die Einhaltung der Vorschriften von Regierungen und anderen Regulierungsbehörden weltweit einzuhalten (Weill und Woerner 2015, S. 32–34).

Die Ökosystemnutzer bilden hierbei Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die Kapazitäten in Form von Maschinenstunden anbieten und nachfragen. Dabei liegt die Besonderheit vor, dass dasselbe Unternehmen sowohl als Anbieter als auch als Nachfrager agieren kann. Da nur der geringste Teil der aktuell im Feld befindlichen Produktionsmaschinen in der Lage ist aktuelle Auslastungsdaten an eine online Plattform zum Kapazitätensharing zu übertragen, muss die Plattform Retrofit Lösungen zur Digitalisierung der Maschinendaten anbieten. Ohne standardisierte Anbindungsprozesse können die Kosten der Implementierung der zusätzlichen Datenerfassung den Nutzen der automatisierten Kapazitätserfassung übersteigen, weshalb diese durch den Plattformbetreiber oder entsprechende Modulentwickler im Plattformökosystem unterstützt werden müssen. Um die Bedürfnisse der Akteure umfassend erfüllen zu können, sind weitere Modulentwickler im Ökosystem notwendig, die Plug-and-Play-Produkte oder -Dienstleistungen, wie beispielsweise Tools zur Kalkulation der Herstellkosten entwickeln und zur einfachen Integration bereitstellen.

### 2.3.4 Concept Map Kapazitätensharing

Zur Analyse der relevanten Eigenschaften einer Plattform zum Kapazitätensharing nehmen wir zunächst eine Abgrenzung zu bestehenden Konzepten des Kapazitätensharings im erweiterten Sinne vor. Abbildung 10 zeigt die zentralen Unterschiede der Lösungsansätze.

#### Marktplätze zur diskreten Auftragsvergabe (State of the Art)

Bspw.: <https://laserhub.com/>; <https://xometry.de/de>; <https://fractory.com/>; <https://www.orderfox.com/>; <https://www.3dhubs.com/>; <https://www.fictiv.com/>; <https://spanflug.de/>; <http://tech2select.com/>; ...

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unidirektionale Nutzung (in der Regel Nutzung als Anbieter oder Nachfrager)</li> <li>▪ Spezialisierung auf einzelne Fertigungsverfahren</li> <li>▪ Für produzierende U. vornehmlich Einkaufstool</li> <li>▪ Anonymität der Fertigungspartner</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Großes Angebot aktiver Unternehmen</li> <li>▪ Günstige Einkaufspreise</li> <li>▪ Großer Wettbewerb zwischen verschiedenen Anbietern</li> </ul> |
|--|---|

#### Langfristiges, automatisiertes Sharing von Produktionskapazitäten

**Projektfokus**

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anforderungen zum automatisierten Kapazitätensharing von kmU wesentlich komplexer als Auftragsvergabe mittels Marktplatz</li> <li>▪ Bislang keine umfassende Lösung am Markt verfügbar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dynamischer Wechsel zwischen Anbieter und Nachfrager</li> <li>▪ Optimierung der Maschinenauslastung und nachhaltige Fixkostendegression</li> <li>▪ Automatisierte Identifikation von Auslastungsschwankungen</li> <li>▪ Geschwindigkeit bei Partnerfindung/-auswahl</li> <li>▪ Wohlfahrtsoptimale Lösung</li> </ul> |
|--|--|

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 10: Abgrenzung des Forschungsprojekts zu bestehenden Lösungen zum Kapazitätensharing

Während die beschriebenen Marktplätze zur diskreten Auftragsvergabe bereits fest im Markt verankert sind und umfassende Lösungen zur digitalen Auftragsvergabe bieten, existiert bislang keine etablierte Lösung zum langfristigen automatischen Sharing von Produktionskapazitäten. In Kooperation mit dem Projektpartner V-INDUSTRY konnte ein prototypischer Prozess zum Kapazitätensharing für die Projektpartner entwickelt und die Umsetzung im Rahmen des Projekts angeboten werden. Auf diese Weise konnte das Kapazitätensharing im Projekt realisiert und als Fallstudien begleitet werden. Im Rahmen des Projekts wurden daraufhin zwei CNC 5-Achs Fräsmaschinen, eine Drahterodiermaschine sowie ein 3D Drucker an das von V-INDUSTRY bereitgestellte Netzwerk zum Kapazitätensharing angeschlossen. Diese Anwendungsfälle wurden in den Projektmonaten 6 – 10 umgesetzt und werden in allen nachfolgenden Arbeitspaketen berücksichtigt.

Alle im Rahmen der prototypischen Installation identifizierten kritischen Erfolgsfaktoren wurden in eine gemeinsame Concept Map überführt. Zur Gliederung der Concept Map und Gewährleistung der Anschlussfähigkeit der Forschungsergebnisse, erfolgte die Zuordnung aller identifizierten Elemente zu den 6 zentralen Gestaltungsdimensionen digitaler plattformbasierter Ökosysteme nach Schüller (2020). Anhang 3 zeigt die vollständige Concept Map und die erste Gliederungsebene (gelb) mit den Elementen Netzwerkgröße (Network Size), Nutzen des Ökosystems (Ecosystem Utility), die Komplementarität (Complementarity), die Kompatibilität (Compatibility), die Sicherheit und Gefahrenabwehr (Safety and Security) sowie die Benutzerfreundlichkeit (Usability). Nachfolgend beschreiben wir alle 6 Gestaltungsdimensionen näher und diskutieren diese im Kontext des Kapazitätensharings. Die detaillierte Ausarbeitung der Concept Map kann den Unterlagen des zweiten Treffens des projektbegleitenden Ausschusses entnommen werden, welche nach Projektabschluss auf der Projekthomepage zum Download zur Verfügung stehen.

### **2.3.5 Erfolgsfaktoren von IIoT Plattformen zum Kapazitätensharing**

Zur Erfüllung der Anforderungen der verschiedenen Akteursgruppen gilt es die Plattform hinsichtlich verschiedener Dimensionen zu gestalten. Diese zentralen Dimensionen umfassen die **Größe des Ökosystems**, den **Nutzen des Ökosystems**, die **Komplementarität**, die **Kompatibilität**, die **Sicherheit und Gefahrenabwehr** sowie die **Benutzerfreundlichkeit**.

Für den Erfolg einer digitalen Plattform ist die notwendige Bedingung, dass das Ökosystem eine gewisse **Mindestgröße** erreicht, um den Austausch zwischen den verschiedenen Akteursgruppen ermöglichen zu können. Hinreichende Bedingung ist zudem, dass den Akteuren ein ausreichend großer **Nutzen** geboten wird. Das Ökosystem der Plattform sollte nützliche Partner bieten, die von direkten Handelspartnern bis hin zu Werbepartnern wie Handels- und Forschungsverbänden reichen (Zhang et al., 2017). Die digitale Plattform sollte den Akteuren

des verarbeitenden Gewerbes zudem die benötigten Fähigkeiten/Technologien bieten, welche aktuell im jeweiligen Leistungsportfolio fehlen (bspw. Härten, Röntgen, Lackieren) oder häufig über- bzw. unterlastet sind. Darüber hinaus sollte die Plattform eine gewisse Größe und Wirtschaftlichkeit für den Ökosystem Leader aufweisen. Es sollten Ökosystemnutzer auf die Plattform gezogen werden, die die entsprechenden Technologien anbieten oder nachfragen und dadurch für die Verfügbarkeit eines ausreichenden Angebots sorgen.

Darüber hinaus spielt die **Komplementarität** eine wichtige Rolle. Demnach sollten komplementäre Produkte oder Dienstleistungen verfügbar sein, die für die Nutzer der IIoT-Plattform einen zusätzlichen Wert generieren (Lin und Bhattacharjee 2008). Dies umfasst unter anderem die Analysefähigkeit der Plattform. Es könnten Auslastungsreports bereitgestellt oder Preisvorschläge generiert werden. Außerdem könnte das Benchmarking von Maschinenkosten/Fertigungskosten, die Erhebung eines Outsourcing Benchmarks sowie ein Angebotsvergleich ermöglicht werden. Der Funktionsumfang der Plattform sollte zudem unter anderem die Vorbereitung von Transport und Logistik sowie die Abrechnung der Transaktion beinhalten.

Eine weitere wichtige Dimension ist die **Kompatibilität**. Sie beschreibt den Grad, zu dem eine Technologie als konsistent mit bestehenden Standards, Werten und Bedürfnissen der Nutzer wahrgenommen wird (Chiu et al. 2013; Moore und Benbasat 1991). Hierbei sollte die mit der Plattform einhergehende Software und Hardware möglichst einfach, ohne großen Aufwand, von den Ökosystemnutzern integriert werden können. Diesbezüglich ist die Kompatibilität mit bestehenden Systemen (bspw. ERP, MES, CRM), den bereits installierten IIoT-fähigen Maschinen und Produkten sowie die Erfüllung gängiger Industriestandards entscheidend.

Des Weiteren sollte dem Missbrauch bzw. Verlust der Intellectual Property Rights entgegen gewirkt werden, indem für ausreichend **Sicherheit und Gefahrenabwehr** gesorgt wird. Hinsichtlich dieser Dimension geht es um die Wahrnehmung der Nutzer von Maßnahmen zum Datenschutz, die von der IIoT-Plattform durchgeführt werden, und die Sicherheit des Informationssystems, in dem diese Maßnahmen angewendet werden (Flavián und Guinalú 2006). Die Plattform sollte auf Maßnahmen zurückgreifen, wie beispielsweise die Verarbeitung und Speicherung der Daten in Deutschland, die Verschlüsselung der Daten, den Schutz der Datenströme der Steuergeräte sowie den Einsatz einer mandantenfähigen Software, die es ermöglicht, dass jeder Kunde/Nutzer lediglich seine eigenen Daten sehen und ändern kann. Zudem sollten Informationen in Bezug auf die Aktivitäten zur Gewährleistung der Sicherheit bereitgestellt werden.

Indirekt umfasst die Sicherheit der Plattform auch den Opportunismus im Ökosystem als wichtige Gestaltungsdimension. Der Opportunismus im Ökosystem umfasst die Wahrnehmung, dass das Verhalten anderer Nutzer durch Eigeninteresse geprägt ist und diese Nutzer eine

Verletzung impliziter oder expliziter Absprachen in Kauf nehmen und somit das angemessene oder erforderliche Rollenverhalten nicht einhalten (Ashnai et al. 2016; John 1984). Um Opportunismus zu unterbinden, sollten Informationen möglichst so zur Verfügung gestellt werden, dass ein Missbrauch eingeschränkt wird. Es sollte eine möglichst hohe Transparenz durch die Plattform geschaffen werden, beispielsweise in Form eines Screenings. Hierzu könnte ein Aufnahmescreening der Anbieter durch die Plattform, ein Ratingsystem der Ökosystemnutzer durch die Plattform sowie die gegenseitige Bewertung von Auftraggeber und Fertiger nach der Transaktion eingesetzt werden. Weitere Transparenz sollte durch Signaling-Aktivitäten der Anbieter geschaffen werden, beispielsweise durch das Hinterlegen von Zertifikaten im Unternehmensprofil. Zudem sollten beidseitige Geheimhaltungsvereinbarungen getroffen werden.

Die **Benutzerfreundlichkeit** stellt einen weiteren wichtigen Aspekt dar. Hierbei geht es um das Ausmaß, in dem eine IIoT-Plattform von bestimmten Nutzern genutzt werden kann, um bestimmte Ziele der Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit in einem bestimmten Nutzungskontext mit verschiedenen Geräten zu erreichen (Venkatesh und Ramesh 2006). Die Benutzerfreundlichkeit bezieht sich dabei auf die Struktur und den Aufbau der Plattform, die Qualität der Bereitstellung der Daten sowie die Dateneigabe in die Plattform. Diesbezüglich sollte ein reibungsloser Zugriff auf die Grundfunktionalitäten gewährleistet werden. Darüber hinaus gilt es für eine intuitive Bedienung zu sorgen sowie individuell erstellbare Übersichten zu ermöglichen und ausreichend Kommunikationskanäle entlang des Bearbeitungsprozesses zu bieten.

### **2.3.6 Anforderungskatalog einer Plattform zum Kapazitätssharing**

Entsprechend des Prozessmodells aus Arbeitspaket 1 übertragen wir im Folgenden die erfolgskritischen Kernelemente zur Umsetzung des Kapazitätssharings mittels digitaler Plattformen auf die einzelnen Prozessschritte, um einen Anforderungskatalog zu entwickeln. Die folgende Tabelle 6 aggregiert die Ergebnisse der theoretischen Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen, der durchgeführten Fallstudien sowie der Validierungsworkshops aus dem ersten Treffen des projektbegleitenden Ausschusses. Die technische Umsetzung der einzelnen Anforderungen kann fallspezifisch aus den nachfolgenden Beschreibungen abgeleitet werden.

**Tabelle 6: Anforderungskatalog einer Plattform zum Kapazitätssharing**

Kernelemente der Plattform	Erfolgskritische Anforderungen	Exemplarische Umsetzung
<b>Onlineanmeldung Anbieter</b>	<p>Zur Erreichung der kritischen Nutzermenge muss eine freie, automatisierte online Registrierung für neue Anbieter möglich sein. Diese bietet die Grundlage für das Gatekeeping des Betreibers also eine Vorselektion der zugelassenen Anbieter. Elementare Firmendaten hierfür sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensbezeichnung, Unternehmensgröße, Standort, Kontaktdaten, Ansprechperson(en)</li> <li>• Branche</li> <li>• Leistungsportfolio (Maschinenpark, Bearbeitungsverfahren, Materialien, Dimensionen)</li> <li>• Produktionsvolumen</li> <li>• Qualifikationen (Zertifizierung, Referenzkunden, Empfehlungen, ...)</li> <li>• Prüfmethoden</li> <li>• Unternehmenssoftware, Schnittstellen, Kommunikationstools, Datenformate, Anbindung an ERP/MES</li> <li>• Eingabefeld für sonstige Anmerkungen und Ergänzungen</li> </ul>	<p>Automatisierte Identitätsprüfung und Auswahlalgorithmus mit abschließender manueller Prüfung.</p>
<b>Initialisierungsworkshop (optional)</b>	<p>Die Ergebnisse des Arbeitspakets und der Projekttreffen zeigen, dass ein Initialisierungsworkshop stark zu empfehlen ist, um das notwendige Vertrauen der Nutzer zur Plattform und dem Plattformbetreiber als Intermediär aufzubauen. Bevor Maschinen an das System angeschlossen werden dürfen, sollte daher im Sinne des Gatekeepings eine detaillierte Vor-Ort-Prüfung des neuen Netzwerkpartners erfolgen. Zudem bietet ein professioneller Anschluss der Bearbeitungsmaschinen an das Netzwerk die Möglichkeit die statischen Maschinenparameter zu validieren und verbessert die Ergebnisse des späteren Auftragsmatchings.</p>	<p>Vor-Ort-Prüfung des Anbieters durch Plattform oder externen Prüfer.</p>

**EDV Integration des Fertigungspartners**

Nach der Freigabe des Partners, können die Maschinen in das Fertigungsnetzwerk integriert werden. Hierfür muss eine entsprechende Hardware verfügbar sein, die es ermöglicht die Auslastung einzelner Maschinen zu messen.

Ist diese Hardware nicht verfügbar, ist eine Nachrüstung vorzunehmen. Einfache Möglichkeiten zur Nachrüstung bieten Stromzähler, Körperschallsensoren und allgemeine Retrofitlösungen zur nachträglichen Digitalisierung von Bestandsanlagen.

Zudem sollten ein offener Kommunikationsstandard gewählt werden um die Produktionsdaten auf die Plattform zu übertragen (bspw. OPC UA, HTTP, CoAP, MQTT, XMPP, AMQP, DDS).

Vervollständigung des Anbieterprofils und entsprechende Konfiguration für Kommunikation und Datenaustausch.

Software zur Identifikation und Aggregation der Maschinenauslastung des Produktionsnetzwerks (Umsetzungsbeispiel eines Projektpartners: [www.V-INDUSTRY.de](http://www.V-INDUSTRY.de) ).

**Automatisierte Preiskalkulation (optional)**

Wird eine automatisierte Preiskalkulation im Fertigungsnetzwerk angestrebt, müssen neben den statischen Maschinenparametern, auch dynamische Fertigungsparameter aufgenommen werden (bspw. Rüstkosten und Rüstzeiten, Kalkulatorische Kosten der Mitarbeiter usw.).

Eine beispielhafte Anwendung der automatisierten Preiskalkulation ermöglicht der Projektpartner: <https://instawerk.de/>

**Onlineanmeldung Nachfrager**

Es sollte zudem eine aufwandsarme und freie online Registrierung für neue Nachfrager möglich sein.

Hierbei sollten mindestens die folgenden Daten erfasst werden:

- Unternehmensbezeichnung, Umsatzsteuer ID
- Kontaktdaten und Ansprechperson(en)
- Branche
- gewünschte Region des Lieferanten

Identitätsprüfung und gegebenenfalls Auswahlalgorithmus.

<p><b>Auftragserstellung</b></p>	<p>Für die Auftragserstellung müssen genaue und vollständige Daten bezüglich des Auftrags vorliegen. Dementsprechend sollten die folgenden Daten erfasst werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktdaten des Bestellers</li> <li>• CAD-Datei in den unterstützten Dateiformaten (STEP, STL, DXF, ...)</li> <li>• Zeichnung im PFD Format und ergänzende Modelle</li> <li>• Fertigungseigenschaften als Matchingkriterien - Maximale Abmessungen des Bauteils (Länge/Breite/Höhe/Durchmesser). Höchstes Toleranzniveau des Bauteils, Oberflächengüte des Bauteils</li> <li>• Auswahl des Fertigungsverfahrens/der Technologie (Auswahlmöglichkeiten von Dateityp abhängig)</li> <li>• Material (Auswahl aus Materialdatenbank) und Materialstärke</li> <li>• Ergänzung notwendiger Nachbearbeitungsverfahren</li> <li>• gewünschter Liefertermin bzw. Lieferzeitraum</li> <li>• Stückzahl</li> <li>• ggf. Preisvorstellung</li> <li>• zusätzliche Anmerkungen (über Kommentarfeld)</li> <li>• notwendige Zertifizierungen des potenziellen Auftragnehmers</li> </ul>	<p>Erfassung der Auftragsdaten, durch die Bereitstellung eines Formulars, welches an das Leistungsportfolio des Fertigungsnetzwerks angepasst ist.</p>
<p><b>Machbarkeitsprüfung des Auftrags</b></p>	<p>Hinsichtlich des Auftrags ist vorab eine Machbarkeitsprüfung der angegebenen Teile notwendig und damit einhergehend ggf. ein entsprechendes Feedback (Produktionsempfehlungen oder Warnungen) an den Auftragsersteller.</p>	<p>Technische Analyse der Anfrage (manuell oder automatisiert).</p>
<p><b>Überprüfung der technischen Eignung der Maschinen im Netzwerk</b></p>	<p>Auf Basis der vollständigen und validierten Daten des Auftrags sowie der registrierten Maschinen im Netzwerk, erfolgt nun ein Abgleich der notwendigen Maschinenparameter des Auftrags mit den hinterlegten statischen Maschinenparametern des Netzwerks.</p> <p>Wird beim Matching kein Treffer erzielt, müssen die ausgewählten Fertigungsverfahren sowie die Auftragsparameter geprüft werden. Sind die Daten fehlerfrei, kann das gewünschte Bauteil möglicherweise mit anderen Verfahren gefertigt werden. Für diesen Fall sollte von der</p>	<p>Automatisierte Identifikation der technisch fähigen Maschinen im Produktionsnetzwerk.</p> <p>Manueller Support bei Matchingproblemen</p>

	<p>Plattform technischer Support mit entsprechendem Fertigungs-Know-how bereitgestellt werden, um den Auftrag nicht zu verlieren.</p>	
<p><b>Überprüfung der Verfügbarkeit der Maschinen im Netzwerk</b></p>	<p>Des Weiteren ist eine automatisierte Auswertung der relevanten Informationen des Maschinenparks unter Berücksichtigung der individuellen Auslastungsparameter der fähigen Maschinen im Netzwerk notwendig. Ergänzend zur Auslastung können weitere Parameter zur automatisierten Ablehnung einzelner Aufträge definiert werden (bspw. Stückzahl).</p>	<p>Automatisierte Identifikation der verfügbaren Maschinen im Netzwerk.</p>
<p><b>Matching</b></p>	<p>Im Anschluss an die Identifikation der fähigen Maschinen im Produktionsnetzwerk müssen die potenziell wirtschaftlichsten Anbieter automatisiert ausgewählt und angesprochen werden um die Effizienz der Plattformnutzung zu gewährleisten und die manuelle Angebotserstellung auf das nötige Mindestmaß zu reduzieren. Für optimale Matchingergebnisse sollten die Finanzkennzahlen der jeweiligen Produktion berücksichtigt werden. Zuletzt erfolgt die automatisierte Weiterleitung der Auftragsdaten an die ausgewählten Fertigungspartner</p>	<p>Automatisierte Identifikation technisch fähiger und verfügbarer Maschinen. Automatisierte Anfrage an potenzielle Fertigungspartner.</p>
<p><b>Angebot erstellen bzw. Anfrage ablehnen</b></p>	<p>Für die Angebotsgenerierung existieren verschiedene Optionen, die in Abhängigkeit des jeweiligen Anwendungsfalls gewählt werden können:</p> <p><b>Manueller Prozess:</b> Manuelle Sichtung und Bearbeitung der Anfragen durch die Produktionspartner. Bewertung der Machbarkeit und Entscheidung über Teilnahme am Angebotsverfahren. Bei Interesse am Auftrag Preisabgabe (und ggf. möglicher Lieferzeitpunkt) im System. Manuelle Kalkulationsprozesse bieten den Vorteil, dass ein Austausch mit dem Produktionspartner ermöglicht wird. Insbesondere bei neuen Konstruktionen und Prototypen kann die Expertise des Produktionspartners einfließen, um die Konstruktion zu verbessern, was zu einer drastischen Senkung der Produktionskosten führen kann und eine Differenzierung der Fertigungspartner ermöglicht.</p>	<p>Manuelle, semi-automatische oder automatische Angebotsgenerierung.</p>

**Semi-automatischer Prozess:**

Die Freigabe erfolgt im semi-automatischen Prozess analog zum manuellen Prozess. Zentraler Unterschied ist, dass der Produktionspartner auf Basis vorangegangener Aufträge im Netzwerk einen Preisvorschlag erhält. Dieser automatisierte Preisvorschlag (und Liefertermin) steht dem Produktionspartner als zusätzliche Information zur Verfügung und kann manuell freigegeben oder abgeändert werden.

**Automatischer Prozess:**

Automatisierte Angebotsgenerierung mit automatisierter Preiskalkulation. Insbesondere bei komplexen Bauteilen mit vielen Eingangsgrößen wird in diesen Fällen zunehmend auf künstliche Intelligenz zurückgegriffen. Hierbei ist festzulegen ob alle Angebote an den Nachfrager weitergegeben werden (ggf. mit Empfehlung eines Anbieters) oder ob abhängig von bestimmten Kriterien nur ein Angebot oder eine bestimmte Auswahl an Angeboten weitergegeben wird.

Der große Vorteil der automatisierten Preiskalkulation liegt darin, dass der Auftraggeber bereits während der Auftragserstellung einen verbindlichen Preis zugesichert bekommt und die Auftragsverteilung a posteriori im Netzwerk erfolgen kann.

---

**Angebotsselektion und Annahme/ Ablehnung der Angebote**

Zur einfachen Bewertung der eingegangenen Angebote sollte sowohl eine Sortiermöglichkeit hinsichtlich des Preises sowie der Lieferzeit bereitgestellt werden.

Weitere Filter- und Suchoptionen können ergänzend bereitgestellt werden, weisen jedoch eine untergeordnete Bedeutung auf, da der Matchingalgorithmus die Anzahl der Angebote bereits stark einschränkt. Für abgelehnte Angebote sollte ein Feedbacksystem implementiert werden, welches den Angebotsstellern Aufschluss über den realisierten Preis gibt. Eine mögliche Umsetzung wäre ein Ampelsystem mit grünem Signal für eine Abweichung vom Endpreis von weniger als 5%, einem gelben Signal bei Abweichungen von weniger als 10% und einem roten Signal bei Abweichungen von mehr als 10% zum realisierten Preis.

Manuelle Angebotsannahme oder -ablehnung.  
Automatisierte Auftragserteilung und Benachrichtigung aller Beteiligten.

	Nach Annahme des Angebots werden alle relevanten Auftragsdokumente automatisiert an den Produktionspartner versandt.	
<b>Auftragsabwicklung</b>	<p>Die Abwicklung des Fertigungsauftrags erfolgt durch den Produktionspartner ohne Einfluss der Plattform.</p> <p>Die Qualitätsprüfung und Dokumentation ist vom Produktionspartner durchzuführen und etwaige Nachweise müssen auf der Plattform hinterlegt werden, um ein durchgängiges Qualitätsmanagement zu ermöglichen. Auch der Versand wird entsprechend der Auftragsdaten vom Produktionspartner umgesetzt.</p>	<p>Fertigung durch ausgewählten Lieferanten.</p> <p>Qualitätsprüfung durch jeweiligen Lieferanten oder durch Plattform.</p> <p>Versand der Ware und entsprechender Unterlagen.</p>
<b>Erhalt sowie Kontrolle der Ware</b>	<p>Bei Wareneingang wird die Ware vom jeweiligen Kunden hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Härte, Rauheit, Maße) und ihres Zustandes (Kratzer) überprüft. Zudem werden die Stückzahlen, die Einhaltung der Verpackungsvorschrift und die jeweiligen Dokumente (Lieferschein, Zertifikate etc.) wie auch Nachweise (bspw. einzelner Prozessschritte) kontrolliert.</p> <p>An dieser Stelle sollte sichergestellt werden, dass bei Mängeln ein Nachforderungsmanagement über die Plattform zum Einsatz kommt.</p>	<p>Erhalt der Ware sowie Wareneingangsprüfung durch den Nachfrager.</p> <p>Ggf. Nachforderungsmanagement</p>
<b>Zahlungsabwicklung</b>	<p>Die Plattform generiert die Rechnung für den jeweiligen Auftrag und sendet diese an den entsprechenden Auftraggeber. Ggf. ist eine Blockung des Betrags durch einen SEPA-Einzug vor der Produktion möglich.</p> <p>Die Plattform erhält den Rechnungsbetrag vom jeweiligen Auftraggeber und behält die Provision des Auftrags ein. Nach Leistungsabnahme leitet die Plattform die Zahlung abzüglich der Provision an den Auftragnehmer weiter. Nach beidseitiger Zahlungsbestätigung ist der Prozess abgeschlossen.</p>	<p>Abwicklung des Zahlungsprozesses mit Hilfe eines Finanzdienstleisters.</p>

## 2.4 **Arbeitspaket 4: Szenarienbasierte KapShare-Anwendungen**

Ergebnisse des vierten Arbeitspakets:

**Tabelle 7: Inhalte von Arbeitspaket 4**

<b>AP4: Grundlagen einer KapShare-Plattform - Anforderungskatalog an eine Kap-Share-Plattform</b>	
Personaleinsatz	IPH: 2,50 Personenmonate IPRI: 4,50 Personenmonate
<b>Geplante Ergebnisse lt. Antrag</b>	<b>Erzielte Ergebnisse</b>
Katalog unterschiedlicher KapShare-Anwendungsszenarien.	Übersicht unterschiedlicher KapShare-Anwendungsszenarien und Anforderungskatalog einer Plattform zum Kapazitätssharing mit Szenario spezifischen Ergänzungen

In Arbeitspaket 4 werden auf Basis von einzelnen KapShare Praxisszenarien allgemeine Anwendungsszenarien entwickelt und aus einer Geschäftsmodellperspektive untersucht. Als Basis der Untersuchung wird zunächst eine Morphologie zur detaillierten Beschreibung unterschiedlicher Szenarien vorgestellt, welche in Kooperation mit dem PA entwickelt und validiert wurde. Die Analyse auf der Geschäftsmodellebene erfolgt anschließend mit Hilfe des IPRI Plattform Canvas, welcher eine plattformspezifische Ergänzung bestehender Tools zur Geschäftsmodellanalyse darstellt. Hierbei soll insbesondere evaluiert werden, inwiefern das jeweilige Anwendungsszenario geeignet ist um die zentralen Anforderungen an plattformbasierte Geschäftsmodelle zu erfüllen (Parker et al. 2016). Abschließend werden die Implikationen der identifizierten Anwendungsszenarien für die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitspakete festgehalten.

### 2.4.1 **Erhebung von Praxisszenarien aus der Angebotsperspektive**

Die Erhebung möglicher Praxisszenarien des Kapazitätssharings erfolgte in drei Schritten. Zunächst wurden basierend auf den Ergebnissen der Arbeitspakete 1,2 und 3 relevante Entscheidungskriterien zur Beschreibung potenzieller Nutzer von Kapazitätssharing Plattformen identifiziert, strukturiert und mit Betreibern von Kapazitätssharing Plattformen validiert. Anschließend wurden strukturierte Experteninterviews mit potenziellen Plattformnutzern geführt. Mit Hilfe der Interviews wurden die identifizierten Dimensionen zunächst auf Relevanz für produzierende Unternehmen geprüft. Im explorativen Teil der Interviews wurden weitere relevante Dimensionen ergänzt und Ausprägungen für die Erstellung der Morphologie bestimmt. Nach Durchführung aller Interviews wurden die Ergebnisse zu einer Morphologie aus der Angebotsperspektive sowie einer Morphologie aus der Nachfrageperspektive zusammengeführt. Die

## Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

beiden finalen Dokumente wurden anschließend an die Interviewpartner versendet, um diese für ihren spezifischen Anwendungsfall auszufüllen.

Abbildung 12 zeigt die finale Angebotsmorphologie mit der kumulierten Häufigkeit der einzelnen Ausprägungen. Hierbei geben die Ausprägungsformen der einzelnen Dimensionen bereits einen Hinweis darauf, welche Eigenschaften für (Spalte: Günstige Rahmenbedingungen) und welche gegen das Kapazitätssharing sprechen (Spalte: Detaillierte Prüfung notwendig). Die mittlere Spalte zeigt Indikatoren, welche bei der Selektion einer Kapazitätssharing Plattform berücksichtigt werden müssen.

Merkmal	Ausprägungsformen		
	Detaillierte Prüfung notwendig	Selektionskriterien der Plattform	Günstige Rahmenbedingungen
Auslastungsdaten der Produktion auf Maschinenebene bzw. Fertigungsverfahrensebene	Unbekannt	Bekannt, Integration prüfen	Standardisiert, digital verfügbar
Nachfrageschwankungen	nicht vorhanden		vorhanden
Auslastung der Fertigungsbereiche	<b>Additive Fertigung (keramikbasiert; LCM,SLA,RC,NPJ,LLM,LOM,SLS,BJ,3DP)</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Additive Fertigung (metallbasiert; EBW, LMD,LPD,WAAM, LENS,PEM,DOD,NPJ,LLM,LOM,UAM,EBM,LBM,SLM,SLS,BJ,3DP)</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Additive Fertigung (polymerbasiert)</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen, Oberflächenbehandlung)</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>CNC-Drehen</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>CNC-Fräsen</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Urformen Kunststoff (Spritzgießen, Extrudieren)</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Rohrbearbeitung / Rohrbiegen</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
	<b>Schweißen</b>	hoch/nicht vorhanden	gering
Auslastung des Personals	Konstruktion		hoch
	Fertigung	hoch	
	Montage		hoch
Unterstützende Bereiche	Besteht in der Lagerverwaltung die Möglichkeit zusätzliche Kleinstaufträge zu berücksichtigen?		hoch
	Wie hoch ist der Aufwand zusätzliche Kleinstaufträge in den Materialfluss zu integrieren?		hoch
	Wie hoch ist der Aufwand, kurzfristige zusätzliche Kleinstaufträge im Warenausgang zu berücksichtigen?		hoch
Menge und Vielfalt des vorgehaltenen Rohmaterials	gering		hoch
Kenntnisse/Kompetenzen/Zertifikate	Zertifikate nicht vorhanden		Zertifikate vorhanden
Maschinentyp	Spezialmaschinen		Standardmaschinen
Flexibilität	gering		hoch
Betreuung zusätzlicher Plattform möglich	nein		ja

Häufigkeit der Nennungen: hoch     gering

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 11: Angebotsmorphologie**

Für die **Verfügbarkeit der Auslastungsdaten** zeigt sich, dass der Großteil der befragten Unternehmen aktuell über keine (nutzbaren) Daten bezüglich der Auslastung einzelner Maschinen verfügen. Aus diesem Grund kann ein automatisiertes Matching basierend auf echten Auslastungsdaten nur in wenigen Szenarien oder durch eine entsprechende Nachrüstung der Maschinen (Retrofit) erfolgen (Petrik und Schüler 2021). Aufgrund der teilweise großen Aufwände bei der Nachrüstung und verschiedenen kritischen Sicherheitsaspekten hinsichtlich der Datenbereitstellung, ist ein alternativer Lösungsansatz zum Kapazitätenmatching die aktive Pflege einer integrierten Fertigungsplanung auf der Plattform, in der entsprechende Slots für einzelne Maschinen freigeschaltet oder gesperrt werden können. Hinsichtlich der im Projekt postulierten **Nachfrageschwankungen** werden diese von den Projektpartnern bestätigt und ermöglichen daher temporäres Kapazitätensharing als attraktives Anwendungsszenario.

Bei der Auswertung der **Verfügbarkeit verschiedener Fertigungsverfahren** zeigen sich große Unterschiede, die ebenfalls bei der Planung einer Kapazitätensharing Plattform berücksichtigt werden müssen. Bei der CNC-Bearbeitung weisen alle befragten Unternehmen freie Kapazitäten auf. Hierbei liegt das große Potenzial von Plattformen zum Kapazitätensharing darin, dass langfristig die Überkapazitäten im Markt reduziert werden können. Mit Hinblick auf die polymerbasierte additive Fertigung stehen ebenfalls große Mengen an Überkapazitäten am Markt zur Verfügung, während bei metallbasierten Verfahren teilweise Überkapazitäten bestehen, ist hingegen gedruckte Keramik aktuell am wenigsten verbreitet. Komplexere Verfahren wie das Urformen von Kunststoffen, das Biegen von Rohren oder das Verschweißen verschiedener Elemente werden von den potenziellen Partnern kaum angeboten.

Die **Auslastung des Personals** in der Produktion stellt ein weiteres wichtiges Entscheidungskriterium für das Kapazitätensharing dar. Liegt trotz geringer Auslastung einzelner Maschinen eine hohe Auslastung des Personals vor, müssen die Aufträge so gewählt werden, dass die reinen Fertigungszeiten, in denen die Maschine autonom arbeitet im Verhältnis zur Arbeitsvorbereitung (Einrichten, Aufspannen, Umspannen usw.) dominieren. Dies kann durch besonders hohe Bearbeitungszeiten pro Teil oder große Stückzahlen einzelner Aufträge erreicht werden. Zukünftig sollten Plattformen zum Kapazitätensharing diesen Aspekt beim Auftragsmatching berücksichtigen, da dieser einen entscheidenden Einfluss auf die Wahl des wirtschaftlichsten Anbieters für einen Auftrag hat. In den **unterstützenden Bereichen** werden zudem gravierende Unterschiede zwischen Unternehmen, die eigene Produkte fertigen, und Auftrags- und Lohnfertigern deutlich. Während letztere kaum Restriktionen in den unterstützenden Bereichen aufweisen und die Prozesse für die kurzfristige Bearbeitung externer Aufträge optimiert haben, führt die materialflussorientierte Organisation produzierender Unternehmen zu gravierenden Restriktionen hinsichtlich des Kapazitätensharings in den unterstützenden Prozessen.

Hierbei müssen häufig neue Prozesse entwickelt werden, um die Eingliederung der neuen Sonderaufträge in den Materialfluss, die Lagerverwaltung sowie die Prozesse im Warenausgang zu ermöglichen.

Die **Menge und Vielfalt des vorgehaltenen Rohmaterials** stellt eine weitere Entscheidungsdimension dar, die bei einem automatisierten Matching abgefragt werden muss. Hierbei sollten die verfügbaren Mengen des Rohmaterials optimaler Weise im Matchingprozess direkt aus dem ERP-System des Produzenten ausgelesen werden. Bei einer Auftragsvergabe durch individuelle Angebote der Produktionspartner kann die Prüfung im Rahmen der Angebotserstellung durchgeführt werden. Da vorab jedoch nicht bekannt ist, welches Unternehmen über welche Materialien in welchem Maße verfügt, steigen die Gesamtaufwände zur Angebotserstellung und die Effizienz der Plattform leidet. Auch hier empfiehlt es sich, dass die Produktionspartner ein virtuelles Materiallager pflegen, welches beim Matching berücksichtigt werden kann.

In Bezug auf notwendige **Kenntnisse und Zertifikate** zeigt sich ebenfalls eine breite Streuung bei den Fertigungspartnern. Während alle potenziellen Fertigungspartner mindestens eine externe Zertifizierung aufweisen (zumeist ISO 9001), liegen bei den Unternehmen zahlreiche weitere Zertifizierungen vor, die im Rahmen des Matchings berücksichtigt werden müssen. Relevante Zertifizierungen existieren bspw. für die Bereiche Automobilindustrie (IATF 16949), Luft- und Raumfahrt (EN 9001) oder Medizintechnik (ISO 13485). Aufgrund von Haftungsfragen über die Lieferkette hinweg ist hierbei die zentrale Aufgabe der Plattform zu evaluieren, inwiefern die Produktionspartner diese erfüllen und ob die Zertifikate weiterhin gültig sind. Zudem werden weitere Zertifizierungen aufgeführt, die zusätzliche Eigenschaften des Fertigungspartners beschreiben, die insbesondere aus Strategie- und Imagegründen bei der Lieferantenauswahl relevant sein können. Diese sind bspw. EMAS (Eco Management and Audit Scheme), ISO 14001 (Umweltschutzmanagementsystem), ISO 45001 (Managementsystem für Sicherheit und Gesundheit), ISO 50001 (Energiemanagementsystem) sowie ein zertifiziertes Informationssicherheitssystem (ISO/IEC 27001).

Eine weitere Entscheidungsdimension ist die Frage, ob freie Kapazitäten bei **Standardmaschinen** existieren, welche ein breites Auftragsportfolio bedienen können (bspw. 5-Achs-Bearbeitungszentren) oder auf Spezialmaschinen (bspw. Honmaschinen, Drahterodieren), welche ausschließlich für wenige geeignete Aufträge genutzt werden können. Hierbei ist von zentraler Bedeutung, dass die Plattform beim Matching berücksichtigt, welche Maschinen im Zusammenspiel benötigt werden, um einen komplexen Auftrag zu erfüllen und diesen automatisiert vergeben zu können. Abschließend werden die allgemeine **Flexibilität der Organisation** sowie die generelle Bereitschaft der Unternehmen eine **zusätzliche Plattform zu betreuen**

abgefragt, da diese Eigenschaften jeweils eine Grundbedingung für die Nutzung einer Kapazitätssharing Plattform darstellen. Diese Daten werden in AP6 im Rahmen der Entscheidung, ob Kapazitätssharing für ein Unternehmen interessant ist, weiter spezifiziert.

#### **2.4.2 Erhebung von Praxiszenarien aus der Nachfrageperspektive**

Abbildung 13 stellt die relevanten Entscheidungskriterien aus der Nachfrageperspektive analog zu Abbildung 12 dar. Eine zentrale Unterscheidung liefert bereits die Frage, ob es sich bei dem zu vergebenden Teil um einen erfolgskritischen Vorgang bzw. eine Kernkompetenz des Unternehmens handelt. In diesen Fällen sind die Vorbehalte gegenüber Plattformen zum Kapazitätssharing deutlich größer als bei der Vergabe von Ersatzteilen, Prototypen oder Spezialanfertigungen aus dem Sondermaschinenbau. Bei ersteren sind insbesondere haftungsrechtliche Fragen zu klären (Produkthaftung, geistiges Eigentum), weshalb in diesen Fällen eine enge Kooperation zwischen dem Einkauf und der Plattform zum Kapazitätssharing aufgebaut werden muss, damit alle Anforderungen innerhalb der Lieferkette realisiert und dokumentiert werden können.

In den **indirekten Bereichen** bietet sich durch Plattformen zum Kapazitätssharing insbesondere ein großer Vorteil, wenn der Einkauf eines Unternehmens stark ausgelastet ist. Durch die Plattform kann mehr Einkaufsautonomie an einzelne Fachbereiche (Versuch, Prototypenbau) vergeben werden, wodurch die indirekten Bereiche in Teilen entlastet werden. Bezogen auf die Qualitätskontrolle hingegen zeigt sich ein gegenteiliges Bild. Liegt eine hohe Auslastung in diesem Bereich vor, können ausschließlich diejenigen KapShare Plattformen genutzt werden, welche ein integriertes Qualitätsmanagement anbieten. Dieses muss die Anforderungen konventioneller Auftragsvergaben an qualifizierte Lieferanten erfüllen, um eine zusätzliche Belastung des Qualitätsbereichs zu vermeiden. Da die verschiedenen Angebotsverfahren (Auktionsverfahren, Instant-Pricing) einen großen Einfluss auf die Lieferzeiten (insbesondere bei hohem Zeitdruck) haben, stellt auch die **Flexibilität hinsichtlich der Lieferzeit** eine zentrale Entscheidungsdimension dar, welche Plattform für das Kapazitätssharing genutzt werden sollte. Auch der Aspekt, inwiefern die Plattform eingesetzt werden kann, um die **geografische Distanz** der Akteure zu reduzieren spielt für viele deutsche Unternehmen eine wichtige Rolle, die neben einer Kostenreduktion zunehmend auch Wert auf regionale Partner, Umweltschutz und die Unterstützung der übrigen globalen Nachhaltigkeitsziele legen (Bundesregierung 2021).

Merkmal		Ausprägungsformen		
		Detaillierte Prüfung notwendig	Selektionskriterien der Plattform	Günstige Rahmenbedingungen
Kernkompetenzen/Erfolgskritischer Vorgang		ja		nein
Auslastung Personal Indirekte Bereiche	Einkauf	gering		hoch
	Qualitätskontrolle		hoch	gering
Lieferzeiten flexibel		nein	Lieferzeitverkürzung durch Plattform	ja
Geografische Distanz			geografische Distanz von Bedeutung	geografische Distanz irrelevant
Produkt-eigenschaften	Standardmaterial		nein	ja
	Produkttyp	Produkt	Baugruppe	Einzelteil
	Vormaterial		Bereitstellung Halbzeug	kein Vormaterial/initialer Prozessschritt
Technische Anforderungen	Maschinentyp		Spezialmaschinen	Standardmaschinen
	Komplexität		hoch	gering
Flexibilität		gering		hoch
Konstruktionsdaten	Digitale Verfügbarkeit	nein		ja
	Qualität der Konstruktionsdaten	gering		hoch
Rechtliche Rahmenbedingungen (bspw. zu erfüllende Standards und Zertifikate)		stark vorhanden		weniger vorhanden

Häufigkeit der Nennungen: hoch gering

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 12: Nachfragemorphologie**

Eine weitere wichtige Entscheidungsdimension sind die Produkteigenschaften der zu vergebenen Aufträge. Von Bedeutung ist die Frage, ob auf **Standard oder Spezialmaterial** zurückgegriffen werden muss. Zudem ist entscheidend, ob es sich ausschließlich um einen Fertigungsprozess für ein **Einzelteil handelt oder ob zusätzliche Montageschritte zur Herstellung von Baugruppen oder ganzen Produkten** notwendig sind. Montage und die zugehörige Materialbeschaffung erhöhen die Komplexität des Matchings enorm, weshalb aktuell kaum eine der Plattformen am Markt ein entsprechendes Angebot vermittelt.<sup>1</sup> Weiterhin ist es zudem entscheidend, ob **Halbzeug** für die Fertigung bereitgestellt werden muss, **oder** ob es sich um den **initialen Prozessschritt** handelt. Dies ist von Bedeutung, da ebenfalls nur sehr wenige

<sup>1</sup> Eine Ausnahme stellt die Plattform Fertigungs.Team (<https://fertigungs.team/>) dar. Hier umfasst das Angebot gezielt die Fertigung von Baugruppen und Produkten on Demand. Das Matching erfolgt aber lediglich indirekt über die Plattform, die den Auftrag annimmt und diesen entsprechend im Fertigungsnetzwerk aufteilt.

Plattformen einen standardisierten Prozess zur Bereitstellung von Vormaterial vorweisen können.

Hinsichtlich der technischen Anforderungen können ausschließlich Selektionskriterien für die Plattform abgeleitet werden, da sowohl hinsichtlich des **Maschinentyps** als auch der **Komplexität** des zu fertigenden Teils nahezu alle Szenarien von verschiedenen bestehenden Anbietern umgesetzt werden können. Analog zur Bewertung aus der Anbieterperspektive, wird auch aus der Nachfrageperspektive ein Mindestmaß an Flexibilität benötigt, um die neuen Prozesse durch das Kapazitätssharing im Unternehmen implementieren zu können.

Da alle Plattformen zum Kapazitätssharing vollständig digitalisiert sind, wird in der Regel die **Bereitstellung der Konstruktionsdaten** im step-Format (Standard for the Exchange of Product model data) empfohlen bzw. teilweise auch als Mindestanforderungen vorausgesetzt. Das step-Format ist ein Standard zur Beschreibung von Produktdaten, der es ermöglicht, dreidimensionale Grafiken und Produktdefinitionen in heterogenen rechnergestützten CAD-, CAM und CAE-Systemen auszutauschen. Das Dateiformat ist durch die ISO 10303 genormt. Das step-Format beschreibt das Bauteil sehr umfangreich und beinhaltet unter anderem Informationen über Toleranzen, Materialeigenschaften, Texturen, Materialarten und Topologien des Objekts. Somit eignet sich dieser Standard für viele Anwendungsbereiche wie CAD, CAM, CAE, PDM oder DMU und wird von den meisten Kapazitätssharing Plattformen bevorzugt. Da nicht alle Produkteigenschaften zwingend bei der Entwicklung angelegt werden müssen, spielt auch die **Qualität der Konstruktionsdaten** eine zentrale Rolle. Liegen die Zeichnungsdaten ausschließlich als PDF oder Skizze vor, stellt dies ebenfalls ein Entscheidungskriterium für die Wahl einer geeigneten Kapazitätssharing Plattform dar. Abschließend sind, wie bei jeder anderen Art der Fremdvergabe, die **rechtlichen Rahmenbedingungen** zu prüfen, inwiefern ein spezifisches Bauteil für eine Fremdvergabe vorgesehen werden kann. Hierzu verfügt der Großteil der Plattformen über eine standardisierte Geheimhaltungsvereinbarung (NDA, non-disclosure agreement), die über die Homepage vorab einsehbar ist.

### **2.4.3 Geschäftsmodellanalyse mittels Plattform Canvas**

Die Geschäftsmodellanalyse erfolgt mit Hilfe des IPRI Plattform Canvas. Während etablierte Methoden wie der Business Model Canvas oder der Business Model Navigator ausgezeichnete Werkzeuge zur Identifikation neuer Geschäftsmodelle darstellen, wird die Wertschöpfungslogik plattformbasierter Geschäftsmodelle in diesen auf einer globalen Ebene analysiert. Mit Hilfe des IPRI Plattform Canvas soll das Kapazitätssharing Geschäftsmodell der Plattform nun weiter spezifiziert und hinsichtlich der Initiierung von Netzwerkeffekten untersucht werden. Nachfolgend wird die Struktur des Plattform Canvas beschrieben. Insgesamt werden im Canvas 5 Wertdimensionen untersucht, die eine inkrementelle Umsetzung des plattformbasierten

Geschäftsmodells ermöglichen sollen. Die Grafische Repräsentation des Plattform Canvas als Vorlage für nachfolgenden Projekte findet sich in Anhang 4.

## **Geschäftsmodell**

In der Dimension Geschäftsmodell werden drei Aspekte des Geschäftsmodells detailliert beschrieben. Hierzu werden zunächst die technischen Funktionsumfänge der Plattform dokumentiert. Aufbauend auf diesen gilt es den Mehrwert der Plattform zu spezifizieren und zuletzt herauszustellen, welche Transaktionskosten konkret durch die Plattform gesenkt werden. Dies stellt ein zentrales Kriterium zur Bewertung der Skalierbarkeit einer digitalen Plattform dar, da die Höhe der Transaktionskostenreduktion für die Anwender den Anreiz zur Nutzung einer digitalen Plattform darstellt. Der größte Nutzen wird hierbei erzielt, wenn Transaktionen realisiert werden können, die zuvor nicht möglich waren, da die Transaktionskosten den Nutzen der Transaktion überstiegen haben (Petersen 2018, S. 342). Neben der prozentualen Reduktion der Transaktionskosten ist es zudem wichtig zu analysieren, welche absoluten jährlichen Einsparungen sich für die Nutzer ergeben, da ohne entsprechenden monetären Druck häufig keine Veränderungsbereitschaft zur Nutzung neuer Technologien besteht.

## **User**

Als zweite Dimension werden den Plattformakteuren verschiedenen Rollen zugeordnet. Erst die detaillierte Betrachtung der einzelnen Plattformseiten (welches Bedürfnis wird durch welches Angebot gedeckt) und die Zuordnung der Akteure zu diesen ermöglicht die Identifikation von Schwachstellen hinsichtlich der Skalierung der Plattform. Weiterhin wird die Kostenstruktur für alle Plattformakteure definiert. Zusätzlich bietet das dritte Feld die Möglichkeit weitere Plattformakteure zu ergänzen, die einen Wertbeitrag für das Ökosystem leisten können und damit als zusätzliche Komplementoren auftreten.

## **Implementierung und Umfeld**

Die dritte Dimension adressiert die Abgrenzung zu potenziellen Wettbewerbern. Wird in diesem Feld „Ja“ ausgewählt, muss zwingend eine detaillierte Marktrecherche erfolgen. Eine Fortführung der Analyse ist erst dann sinnvoll, wenn entscheidende Vorteile der Plattformidee herausgearbeitet werden können. Erstmals zeigt sich an dieser Stelle der iterative Charakter dieser Methodik, da die Abgrenzung zu bereits bestehenden Plattformen in den Dimensionen 1 und 2 berücksichtigt werden müssen, bis die Alleinstellungsmerkmale auch im Geschäftsmodell berücksichtigt sind. Wird dieser Schritt erfüllt, werden die Rahmenbedingungen des Markts und der Umsetzung des Geschäftsmodells festgehalten und bewertet. Diese Angaben sollten ebenfalls während der Validierung des Geschäftsmodells kontinuierlich evaluiert werden.

## Unique Selling Proposition – USP

Die unique selling proposition (USP) prüft die Beziehung zwischen dem Kerngeschäft bzw. dem Gründerteam und dem entwickelten Geschäftsmodell. Diese Dimension wird alternativ auch häufig als unfair Advantage (unfairer Vorteil) bezeichnet und listet verschiedene Faktoren, die eine Nachahmung des Geschäftsmodells erschweren. Nach der Identifikation dieser Faktoren sollten die Dimensionen 1 und 2 abermals überprüft werden, um diese im Kern des Geschäftsmodells zu verankern und den unfair Advantage bestmöglich zu nützen. Liegt kein unfair Advantage vor, sollte im Rahmen der Planung bereits davon ausgegangen werden, dass nach erfolgreichem Markteintritt verschiedene Fast Follower in den Markt eintreten werden.

## Proof of Concept – PoC

In der Dimension Proof of Concept (PoC) geht es entsprechend der Philosophie von Alberto Savoia darum, mit möglichst geringen Mitteln in einer frühen Phase zu identifizieren, wie das Produkt später am Markt angenommen wird (Savoia 2019). Hierzu werden sogenannte Prototypes verwendet. Diese stellen stark vereinfachte und abstrahierte Prototypen einzelner Aspekte des zu entwickelnden Geschäftsmodells dar und ermöglichen eine experimentelle Validierung dieser Eigenschaften. Abbildung 15 zeigt die gängigen Methoden zur Umsetzung von Prototypes und stellt zusätzliche Informationen über die Umsetzung und die Stärke der Evidenz dar. Dieselbe Darstellung findet sich in Anhang 6 in hoher Auflösung.

<p><b>Landing Page</b> A simple, digital web page that gives customers different pricing options.</p> <p><b>Measurements:</b> unique views time spent on page call to action clicks email sign ups</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Wizard of OZ</b> Creating a customer experience and delivering value manually, with people instead of solely using technology. The interaction with the person and customer is invisible.</p> <p><b>Measurements:</b> acquisition activation cycle time customer feedback cost</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Survey</b> A questionnaire used in the collection of information from a sample of customers about a specific topic.</p> <p><b>Measurements:</b> jobs ranking pains ranking gains ranking net promoter score sean ellis score</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Online Ads</b> An online advertisement that clearly articulates a value proposition for a targeted customer segment with a simple, call to action.</p> <p><b>Measurements:</b> views click through rate cost</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Clickable Prototype</b> Digital interface representation with clickable zones to simulate the software's reactions to customer interaction.</p> <p><b>Measurements:</b> time to complete task customer feedback</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Customer Interview</b> A customer interview that is focused on exploring customer jobs, pains and gains in an open-ended fashion.</p> <p><b>Measurements:</b> jobs ranking pains ranking gains ranking quotes</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Search Trend Analysis</b> The use of search data to investigate particular interactions among online searchers, the search engine, or the content during searching episodes.</p> <p><b>Measurements:</b> test</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Video</b> A short animated video that focuses on explaining a business idea in a simple, engaging and compelling way, by using a clear and concise language; appealing and attractive visuals that quickly grab the viewer's attention.</p> <p><b>Measurements:</b> unique views number of replays number of shares comments</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Split Test</b> A/B testing (also known as split testing) is a method of comparing two versions of a webpage or app against each other to determine which one performs better.</p> <p><b>Measurements:</b> unique views conversions</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Email Campaign</b> Email messages that are deployed across a specific period of time to customers with the purpose of learning about an assumption.</p> <p><b>Measurements:</b> emails sent emails opened links clicked email responses</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Link Tracking</b> A unique, trackable hyperlink to more detailed information about your value proposition.</p> <p><b>Measurements:</b> unique clicks source traffic number of shares</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Call to Action</b> A piece of content intended to induce a viewer, reader, or listener to perform a specific act, typically taking the form of an instruction or directive</p> <p><b>Measurements:</b> unique views conversion</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>

Quelle: eigene Darstellung

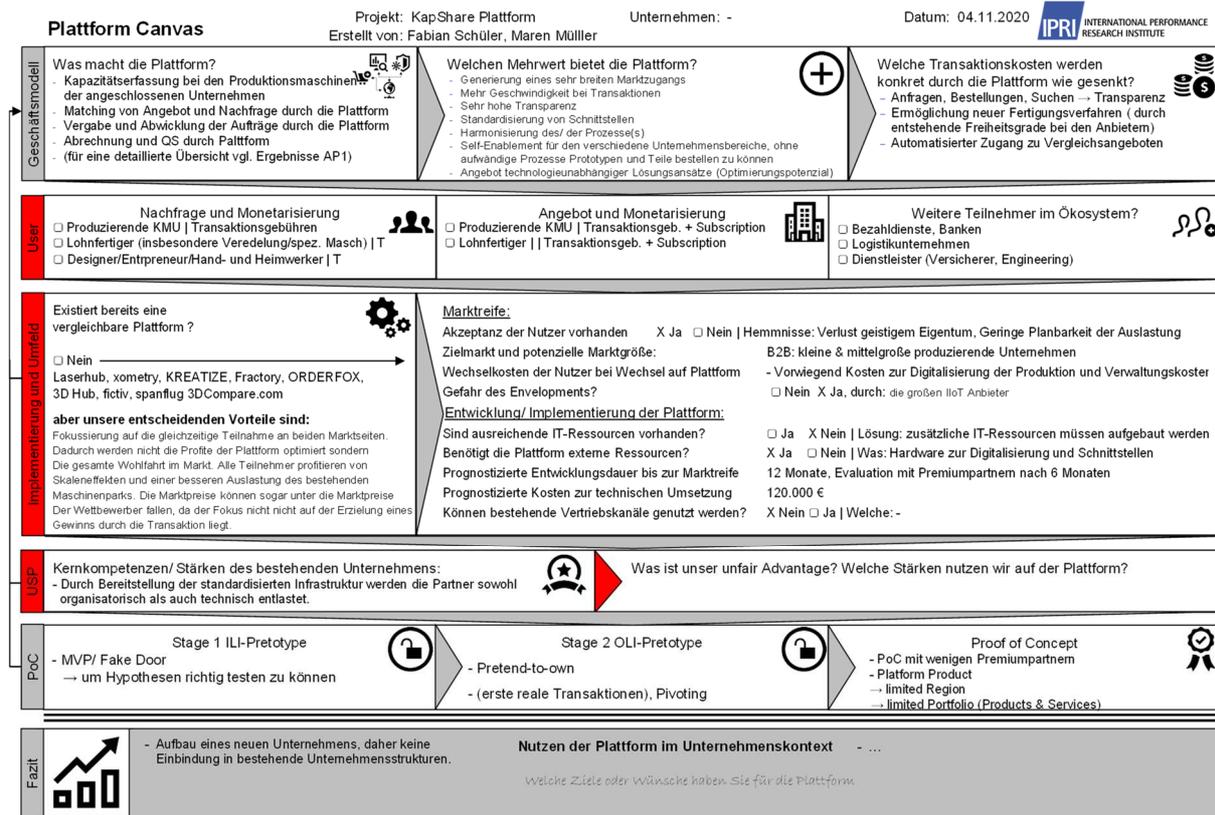
Abbildung 13: Übersicht Prototyping Methoden

Ziel der Umsetzung von Prototypes ist die Bewertung des Initial Level of Interest (ILI) und die Bewertung des Ongoing Level of Interest (OLI) eines Geschäftsmodells. Ein Prototyp der Plattform sollte erst entwickelt werden, nachdem das initiale Interesse an der Plattform – Welche Nutzergruppen zeigen Interesse das Angebot der Plattform zu nutzen? – sowie das weiterführende Interesse – Inwiefern sind Akteure der potenziellen Nutzergruppe bereit verbindliches Interesse an der neuen Plattform zu hinterlegen (bspw. monetär, zeitlich, Reputation)? – für die Plattform belegt wurde. Eine detaillierte Erklärung der einzelnen Methoden findet sich im frei verfügbaren Prototyp des Buchs Prototyping It unter: [https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/prototype\\_it\\_2nd\\_prototype\\_edition-2.pdf](https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/prototype_it_2nd_prototype_edition-2.pdf)

Insbesondere hinsichtlich des Proof of Concepts gilt, es die experimentellen Ergebnisse dieser Phase rekursiv in die Dimensionen 1 und 2 einzuarbeiten und den Validierungszyklus erneut zu durchlaufen, bis für alle aufgeführten Dimensionen eine valide Datengrundlage vorliegt.

#### **2.4.4 Plattform Canvas zur Identifikation von Anwendungsfällen und Geschäftsmodellen zum Kapazitätssharing**

Im Zuge der Anwendung des Plattform Canvas hinsichtlich des Kapazitätssharings wurde dieser zunächst vollständig im Rahmen des Projekts erarbeitet. Hierbei wurden mehrere potenzielle Probleme des Geschäftsmodells identifiziert und die betroffenen Dimensionen in Abbildung 16 in rot markiert. Insbesondere die Existenz vergleichbarer Wettbewerber führt bei einer einfachen Marktrecherche bereits zu mehr als zwanzig vergleichbaren Wettbewerbern, die bereits am Markt existieren (vgl. Kapitel 6 für eine detaillierte Übersicht der Wettbewerber). Eine Adressierung dieses Problems kann lediglich über eine Restrukturierung der Nutzergruppen erfolgen, da die verfügbaren Lösungen aus technologischer Sicht sehr homogen sind. Zentrales Alleinstellungsmerkmal der potenziellen KapShare Plattform ist hierbei die wechselseitige Betrachtung der Unternehmen als Anbieter und Nachfrager, die bislang nur in wenigen Konzepten am Markt aufgegriffen wird. Ein weiteres Problem zeigt sich hinsichtlich des unfair Advantage, da insbesondere mit Hinblick auf die bestehenden Lösungen mit teilweise enormen Produktionsnetzwerken keine nicht kopierbaren Alleinstellungsmerkmale identifiziert werden können. Aus diesem Grund wird nachfolgend die Dimension User als zentrales Entscheidungskriterium für eine KapShare Plattform spezifiziert.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 14: KapShare Plattform Canvas

Eine detaillierte Analyse der potenziellen Nutzer von Plattformen zum Kapazitätssharing und der Abgleich mit bestehenden Angeboten zeigt deutlich, dass diese aktuell keine Mehrseitigkeit der Akteure berücksichtigen. Dies drückt sich in der Webpräsenz der Anbieter aus, in der stets eindeutig zwischen der Anbieter- und der Nachfragerrolle unterschieden wird. Insgesamt konnten durch die Bearbeitung des Plattform Canvas mit verschiedenen Unternehmen des PA 10 Anwendungsszenarien identifiziert werden, von denen 7 Szenarien bislang noch nicht oder nur vereinzelt am Markt angeboten werden. Eine Übersicht aller Szenarien findet sich in Tabelle 8. Der Standardfall der meisten Wettbewerber stellt eine Kombination der Anwendungsszenarien 1,8 und 9 (blaue Markierung in Tabelle 8) dar. Hierbei erfolgt die Bereitstellung der Fertigungskapazitäten durch Auftrags- und Lohnfertiger und bietet diesen eine zusätzliche Möglichkeit für die Akquise neuer Aufträge. Eine beidseitige Nutzung der Plattform durch die Anbieter ist in den meisten Fällen nicht vorgesehen. Aus diesem Grund wird die Nachfrageseite der Plattform vorwiegend als zusätzlicher Einkaufstool präsentiert, welches eine digitale und effiziente Auftragsvergabe an eine Vielzahl von Auftrags- und Lohnfertiger ermöglicht. Auf diesen Standardfall wird im Rahmen der Marktanalyse in AP6 nochmals detailliert eingegangen, während zunächst die neu entwickelten Szenarien vorgestellt werden.

Ein attraktives neues Kapazitätssharing-Szenario ergibt sich für Hilfskostenstellen von Großunternehmen und KMU (Anwendungsszenario 2). Durch den Anschluss an eine Kapazitätssharing-Plattform kann die Auslastung erhöht und die Effizienz gesteigert werden. Im Rahmen der Validierung wurde dieses Szenario von einem Großunternehmen für den Betriebsmittelbau sowie für den Prototypenbau bestätigt. Gleichzeitig kann der Zentraleinkauf in diesen Fällen durch mehr Autonomie der Fachbereiche hinsichtlich der Beschaffung von Spezialteilen entlastet werden. Anwendungsszenario 3 greift die Problemstellung vieler kleiner Maschinenbauer, nicht planbare temporäre Kapazitätsschwankungen, auf. Treten diese auf, können Maschinenbauer auf ihren breiten Maschinenpark zurückgreifen und Aufträge über das Kapazitätssharing akquirieren, um die Auslastung der Produktion und des Fertigungspersonals aufrecht zu erhalten. Hinsichtlich der Preissetzung auf der Plattform sollte in diesem Zusammenhang auf Pay-per-Use oder transaktionskostenbasierte Preismodelle zurückgegriffen werden. Subscription Modelle sind hierbei weniger attraktiv, da nicht von einer kontinuierlichen Nutzung ausgegangen werden kann.

Anwendungsszenario 4 entspricht ebenfalls dem beidseitigen Kerngedanken des Forschungsprojekts und wird aktuell noch nicht oder nur vereinzelt am Markt angeboten. Ziel ist die Steigerung der Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment Effectiveness, OEE) von besonders kapitalintensiven Investitionsgütern oder besonders komplexen Technologien, die im Unternehmen vorgehalten werden, da diese auf dem Beschaffungsmarkt nur mit großen Aufwänden bezogen werden können. Beispiele finden sich insbesondere in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (bspw. Röntgenprüfung) sowie bei der Veredelung von Bauteilen. Dieses Szenario wurde im PA insbesondere aus der Nachfragsicht gefordert, da der Zugang zu spezifischen Prüfungs- und Veredelungsverfahren häufig ein Ausschlusskriterium zur Auftragsannahme von KMU im Bereich der Auftrags- und Lohnfertigung darstellt, die durch eine entsprechende Kapazitätssharing-Plattform überwunden werden kann. Dieses Anwendungsszenario wird zunehmend auch von den Herstellern komplexer Maschinen angeboten, die über eine angeschlossene Matching-Plattform eine Auslastungsgarantie für ihre High End Produkte bieten, um den Kunden zusätzliche Kaufanreize setzen zu können.

Tabelle 8: Übersicht der identifizierten KapShare Szenarien

# Szenario	User / Motivation zum Kapazitätsesharing	Nachfrage				Angebot			
		Menge	Häufigkeit	Zahlungs- bereitschaft	Zeitdruck	Menge	Häufigkeit	Preisniveau	Lieferzeit
1	Kapazitätsssharing von Auftrags- und Lohnfertigern.	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Kapazitätsssharing zur Steigerung der Auslastung von Hilfskostenstellen (bspw. Sondermaschinenbau) von Großunternehmen und KMU.	●	●	●	●	●	●	●	●
3	Temporäres Kapazitätsesharing (bspw. induziert durch Auslastungsschwankungen)	●	●	●	●	●	●	●	●
4	Ermöglichung des Zugangs zu stark kapitalintensiven Technologien, besonders seltenen Fertigungs- und Veredelungsverfahren (Großunternehmen/KMU/Lohn- und Auftragsfertiger) zur Auslastungssteigerung dauerhaft gering ausgelasteter Investitionsgüter.	●	●	●	●	●	●	●	●
5	Kapazitätsesharing von produzierenden Unternehmen mit Fließfertigung (Plattform zur Vergabe von Kleinserien und Serien inklusive Montage und QS).	●	●	●	●	●	●	●	●
6	Kapazitätsesharing von frei beweglichen Wirtschaftsgütern (Fuhrpark, Betriebsvorrichtungen).	●	●	●	●	●	●	●	●
7	Kapazitätsharing von Mitarbeitern (insbesondere Übernahme der Personalkosten).	●	●	○	●	●	●	●	●
8	Kapazitätsesharing zur Verbesserung der CO2-Bilanz eines Unternehmens.	●	●	●	●				
9	Senkung der Einkaufskosten und Effizienzsteigerung der Einkaufsprozesse bei geringen Stückzahlen von Zeichnungsteilen (nicht-Serierteile).	●	●	●	●				
10	Plattform zur Vergabe von Kleinserien und Serien von Einzelteilen.	●	●	●	●				

Aktueller Marktfokus

Im fünften Anwendungsszenario steigt die Komplexität der Fertigungsprozesse und der betrachteten Produkte weiter an. Ziel ist es Baugruppen oder Produkte einschließlich ergänzender Prozessschritte wie der Montage oder Qualitätsprüfung in einem „Production as a Service“ Angebot zu bündeln. Da aufgrund der enormen Komplexität der Anfragen in diesem Kontext nach Ansicht des PA zumindest in absehbarer Zeit kein automatisiertes Matching stattfinden kann und die höheren Gesamtkosten des Auftrags die Provision der Plattform überproportional zu den Kosten im konventionellen Einkauf erhöhen, werden sich Lösungen in diesem Bereich eher an bestehenden Ausschreibungs- und Vergabepattformen als an Kapazitätsssharing-Plattformen orientieren und weisen daher eine eher geringe Relevanz für das Forschungsprojekt auf. Dieser Aspekt wird im Entscheidungstool in AP 6 nochmals explizit betrachtet.

Weitere Potenziale ergeben sich in Anwendungsszenario 6 für bewegliche Wirtschaftsgüter, die mit relativ geringem Aufwand für andere Unternehmen verfügbar gemacht werden können. Diesen Fokus adressiert die Plattform klickrent der Zeppelin Lab GmbH, die ebenfalls im PA

vertreten ist. Ebenso wie Anwendungsszenario 7 in dem das Kapazitätssharing hinsichtlich der Mitarbeiter eines Unternehmens betrachtet wird, sind beide Anwendungsszenarien als komplementäre Fälle zu betrachten, da diese lediglich Nebenaspekte des tatsächlichen Untersuchungsgegenstands adressieren.

Anwendungsszenario 8 stellt die ökologischen und sozialen Aspekte des Kapazitätssharings in den Vordergrund. Ziel ist die gezielte Identifikation von Handelspartnern mit ausgewählten Eigenschaften. Diese umfassen beispielsweise eine zwingende Zertifizierung der Produktionspartner (bspw. ISO 14001 für Umweltschutzmanagementsysteme, ISO 50001 für Energiemanagementsysteme oder das übergreifende EMAS, das Eco Management and Audit Scheme). Zusätzlich spielt in diesem Kontext auch die geografische Lage eine bedeutende Rolle, da die Transportwege innerhalb der Lieferkette minimiert werden sollen. Aus diesem Grund ist bei diesem Szenario auch wichtig zu erfahren, welcher Fertigungspartner den Auftrag gefertigt hat, weshalb viele der aktuellen Anbieter für dieses Szenario nicht geeignet sind. Zusätzlich zeigen die Gespräche im PA, dass langfristig sogar die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Fertigungspartners Einfluss auf die Auswahl nehmen kann, da immer mehr Konzerne den Aufbau einer CO<sub>2</sub> neutralen Lieferkette anstreben.

Anwendungsszenario 9 stellt das nachfrageseitige Pendant zu Anwendungsfall 1 dar und dominiert den aktuellen Kapazitätssharing Markt in Deutschland. Über 90% der Kapazitätssharing-Plattformen fokussieren diesen Anwendungsfall. Die hohe Relevanz dieses Anwendungsfalls ergibt sich durch die niedrigen Auftragswerte, weshalb eine zusätzliche prozentuale Gebühr der Plattform meist geringer ist als die Aufwände einer Preisverhandlung. Anwendungsfall 10 entspricht derselben Logik, fokussiert aber speziell auf Kleinserien- und Serienteile, wodurch der Preisdruck aufgrund der deutlich höheren Auftragswerte zunimmt. Da die Kosten der Plattformnutzung meist proportional zum Auftragsvolumen ansteigen, während die Informationsbeschaffungskosten im Einkauf weitgehend unabhängig von der Menge sind, ergibt sich je nach Anwendungsfall eine Mindestbestellmenge, ab der eine konventionelle Beschaffung wirtschaftlicher ist als die Vergabe via Plattform.

Aufgrund der Einschränkungen durch die Corona Pandemie wurde die vorgesehene Delphi Studie zur Validierung und Weiterentwicklung der Szenarien in ein digitales Format umgewandelt. Hierzu wurden die entwickelten Szenarien zunächst an die Mitglieder des PA versendet und von diesen analysiert. Die Besprechung der einzelnen Szenarien erfolgte daraufhin im Rahmen des dritten Projekttreffens.

Tabelle 9 greift die Kernelemente einer Kapazitätssharing-Plattform aus AP2 auf und zeigt verschiedene szenariospezifische Ergänzungen. Neu identifizierte Kernelemente sind farblich hervorgehoben und wurden zusätzlich ergänzt.

Tabelle 9: Szenariospezifische Ergänzungen der Kernelemente einer Plattform zum Kapazitätssharing

Kernelemente der Plattform (vgl. AP3)	Szenariospezifische Ergänzungen
<b>Onlineanmeldung Anbieter</b>	Für alle Nachfrageszenarien weitgehend identisch (1,2,3,4,5,6,7). Spezifikation durch unterschiedliche Zusammenstellung der Subkriterien.
<b>Initialisierungsworkshop (optional)</b>	Für alle Anwendungsszenarien mit automatisierter Erfassung der Maschinenverfügbarkeit zwingend erforderlich. In beidseitigen Anwendungsfällen für alle Plattformakteure empfohlen (insbes. 2,3,4). Da die Akteure aktuell nur einseitig agieren, sind derartige Workshops auf die Anbieterseite begrenzt. Zwingend erforderlich für Anwendungsfall 5.
<b>EDV Integration des Fertigungspartners</b>	Insbesondere relevant für Anwendungsfälle mit hohen erwarteten Kapazitätssharing-Volumina (1,4). Ausgestaltung der Schnittstelle zur ERP-/MES-Integration von zentraler Bedeutung.
<b>Automatisierte Preiskalkulation (optional)</b>	Für alle zeitkritischen Anwendungsfälle von zentraler Bedeutung, da bereits eine Vielzahl der Anbieter im Bereich 3D Druck und CNC-Bearbeitung bereits auf Instant Pricing setzen.
<b>Onlineanmeldung Nachfrager</b>	Für alle Angebotsszenarien weitgehend identisch. Spezifikation durch unterschiedliche Zusammenstellung der Subkriterien.
<b>Auftragserstellung</b>	Für alle Anwendungsfälle wird die Bereitstellung der step-Datei vorausgesetzt. Die Bereitstellung der Zeichnungen via pdf. sollte mittelfristig aufgrund der gravierenden Einschränkungen im Matchingprozess ausgeschlossen werden.
<b>Machbarkeitsprüfung des Auftrags</b>	Für alle Anwendungsszenarien identisch. Spezifikation durch unterschiedliche Zusammenstellung der Subkriterien.
<b>Überprüfung der technischen Eignung der Maschinen im Netzwerk</b>	Für alle Anwendungsszenarien identisch. Spezifikation durch unterschiedliche Zusammenstellung der Subkriterien.
<b>Überprüfung der Verfügbarkeit der Maschinen im Netzwerk</b>	Da die Anwendungsszenarien 2 und 4 ergänzend zum Regelbetrieb des Unternehmens erfolgen, können zusätzliche Restriktionen aus der Verfügbarkeit des Fertigungspersonals resultieren, weshalb diese ebenfalls geprüft werden muss. Zusätzlich sollte bei der Machbarkeitsprüfung des Auftrags eine Schätzung erfolgen, wie personalintensiv der Auftrag ist, damit ein entsprechendes Matching erfolgen kann.
<b>Materialfluss</b>	Wenn im Fertigungsprozess Halbzeuge verwendet werden müssen oder verschiedene Einzelteile montiert werden, benötigt die Plattform ein zusätzliches Material-

	flussmanagement welches den Versand des Vormaterials koordiniert und die Produktionszeiten entsprechend der Lieferzeiten steuert.
<b>Matching</b>	Bezogen auf das Matching ergeben sich drei Herangehensweisen, welche alle aktuell im Markt verbreitet sind und die Anwendungsszenarien beeinflussen (Ansprache aller Fertigungspartner, Ansprache ausgewählter Fertigungspartner (statische freie Kapazitäten), Ansprache ausgewählter Fertigungspartner (dynamische freie Kapazitäten). Anwendungsfall 8 benötigt zusätzliche Optimierungsparameter, wie die geografische Entfernung der Fertigungspartner. Relevanten Zertifikate müssen zudem im Rahmen des Matchings bei allen Anwendungsfällen definiert werden.
<b>Angebot erstellen bzw. Anfrage ablehnen</b>	Unterscheidung zwischen Direktangeboten der Plattform (Instant Pricing) oder Vermittlung einzelner Fertigungspartner nach Angebotserstellung.
<b>Angebotsselektion und Annahme/ Ablehnung der Angebote</b>	Für alle Anwendungsszenarien identisch.
<b>Auftragsabwicklung</b>	Im Rahmen der Auftragsabwicklung bietet sich für viele Anwendungsszenarien (1,2,3,4,8,9,10) eine digitale DfM-Prüfung (Design for Manufacturability) an. In Anwendungsfällen, in denen komplexe Bauteile erstmalig vergeben werden, können ausschreibungsbasierte Plattformen, bei denen eine Abstimmung zwischen Einkäufer und Produzent ermöglicht wird durch eine manuelle DfM-Prüfung zusätzliche Einsparpotenziale bieten.
<b>Erhalt sowie Kontrolle der Ware</b>	Für alle Anwendungsszenarien außer Szenario 5 und 10 identisch, in denen eine Endkontrolle beim Produzent erfolgen kann.
<b>Zahlungsabwicklung</b>	Für alle Anwendungsszenarien identisch.

## **2.5 *Arbeitspaket 5: Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitäten-Sharings***

Ergebnisse des fünften Arbeitspakets:

Tabelle 10: Inhalte des Arbeitspakets 5

AP5: Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitäten-Sharings	
Personaleinsatz	IPH: 4,50 Personenmonate IPRI: 3,70 Personenmonate
Geplante Ergebnisse lt. Antrag	Erzielte Ergebnisse
Vorgehen zur logistischen sowie ökonomischen Bewertung von Kapazitäten-Sharing auf digitalen Plattformen aus Anwendersicht	Identifikation von relevanten logistischen und ökonomischen Kennzahlen sowie deren Bewertung der Einflussstärke und erwartete Veränderung

Die KapShare-Plattform soll Unternehmen die Möglichkeit bieten, Produktionskapazitäten auszutauschen, um Auftragschwankungen zu kompensieren. Ob das Konzept des Kapazitäten-Sharings für ein spezifisches Unternehmen sinnvoll ist, hängt jedoch von den Zielen und Restriktionen der jeweiligen Unternehmen ab. Zudem ist für die Unternehmen relevant zu wissen, wie sich bei einer Nutzung die logistischen und wirtschaftlichen Kennzahlen verändern. Im Rahmen des Forschungsprojekts *KapShare* wird eine Simulationsstudie durchgeführt, welche die Bewertung der Auswirkungen des Kapazitäten-Sharings auf relevante Kennzahlen bietet und damit als Grundlage für die Entscheidungslogik dienen soll.

### 2.5.1 Identifikation relevanter logistischer und wirtschaftlicher Kennzahlen

Zur Identifikation der KapShare-relevanten logistischen und wirtschaftlichen Kennzahlen wird zunächst eine allumfängliche Liste der existierenden Kennzahlen erstellt. Unter Diskussionen mit Experten wird die Liste dann spezifiziert, um nur die relevanten und weiter zu betrachtenden Kennzahlen zu finalisieren. Eine tabellarische Auflistung dieser Ergebnisse stellt die Tabelle 11 dar.

Tabelle 11: Relevante logistische und wirtschaftliche Kennzahlen

<b>logistische Kennzahlen</b>	<b>wirtschaftliche Kennzahlen</b>
Lieferzeiten	Transportkosten
Ausfallzeiten	PPS-Kosten
Durchlaufzeiten	Lagerkosten
Termintreue	Produktionskosten
Maschinenauslastung	Leerkosten
Personalauslastung	Qualitätskosten
Bestände	
Losgrößen	
Rüstzeiten	

Die Lieferzeit gibt die Zeitspanne an, die von der Auftragserteilung bis zur Erfüllung des Auftrages verstreicht (Wegner und Wegner 2017). Zu den Ausfallzeiten zählen technische Störungen und andere nicht eingeplante Stillstandszeiten (Gottmann 2019). Die Durchlaufzeit gibt die Zeit an, die vom Start der Produktion bis zur Fertigstellung benötigt wird. Dazu gehören Liege-, Rüst- und Bearbeitungszeiten sowie die Transportzeiten, die durch die Entfernung zwischen zwei Arbeitsplätzen entsteht (Herlyn 2012; Nyhuis und Wiendahl 2012). Die Einhaltung von vereinbarten Lieferterminen wird durch die Liefertreue beschrieben (Heiserich et al. 2011; Nyhuis und Wiendahl 2012). Die Maschinen-/Personalauslastung gibt das Verhältnis der tatsächlichen Maschinen-/Personalarbeitszeit zur gesamten verfügbaren Arbeitszeit an (Gottmann 2019). Bestände gehen mit Kapitalbindungskosten einher (Heiserich et al. 2011). Die Losgröße ist die Menge an Produkten oder Teilen, die ohne Produktionsunterbrechung direkt hintereinander produziert werden können (proLogistik 2021). Die Rüstzeit ist die Zeit, die benötigt wird, um eine Maschine für die Produktion einer anderen Variante vorzubereiten (Gottmann 2019).

Logistikkosten werden durch die Bereitstellung einer logistischen Leistung verursacht. Dazu gehören in diesem Fall die drei übergeordneten Bereiche: Transport, Lagerung und Produktionsplanung und -steuerung (PPS), die aufgrund der unterschiedlichen Einflüsse und zu erwartenden Veränderungen einzeln betrachtet werden. Als Transportkosten werden die Kosten bezeichnet, die durch den räumlichen Wechsel der Güter entstehen. Lagerkosten werden durch die Ein-, Um- und Auslagerung sowie die Bereitstellung von Lagerflächen dargestellt. PPS-Kosten entstehen durch den Umplanaufwand bei der Annahme oder Vergabe von Fremdaufträgen (Heiserich et al. 2011; Wegner und Wegner 2017). Produktionskosten beschreiben die direkten Kosten durch die Bearbeitung sowie die Wartungs-, Werkstatt- und Produktionsleistungskosten (Gottmann 2019). Leerkosten entstehen durch die Nichtauslas-

tung vorhandener Kapazitäten und spiegeln somit auch einen gewissen Grad der Unterbeschäftigung wider (Plinke et al. 2015). Qualitätskosten entstehen durch die Qualitätssicherung bzw. die Wiederherstellung der geforderten Qualität durch Nacharbeit (Gottmann 2019).

### 2.5.2 **Stärke der Beeinflussung von Kapazitäten-Sharing auf die Kennzahlen**

Nach der Identifikation der relevanten Kennzahlen wird die Bewertung der potenziellen Veränderung bei der Teilnahme am Kapazitäten-Sharing selbst vorgenommen. Einige Kennzahlen werden sich wahrscheinlich stärker verändern als andere. Durch Gespräche mit Experten aus dem Bereich der Produktion und Plattformbetreibern können die Kennzahlen in die Bereiche: hoher, mittlerer und geringer Einfluss eingeteilt werden (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12 Klassifikation der Einflussstärke der Kennzahlen**

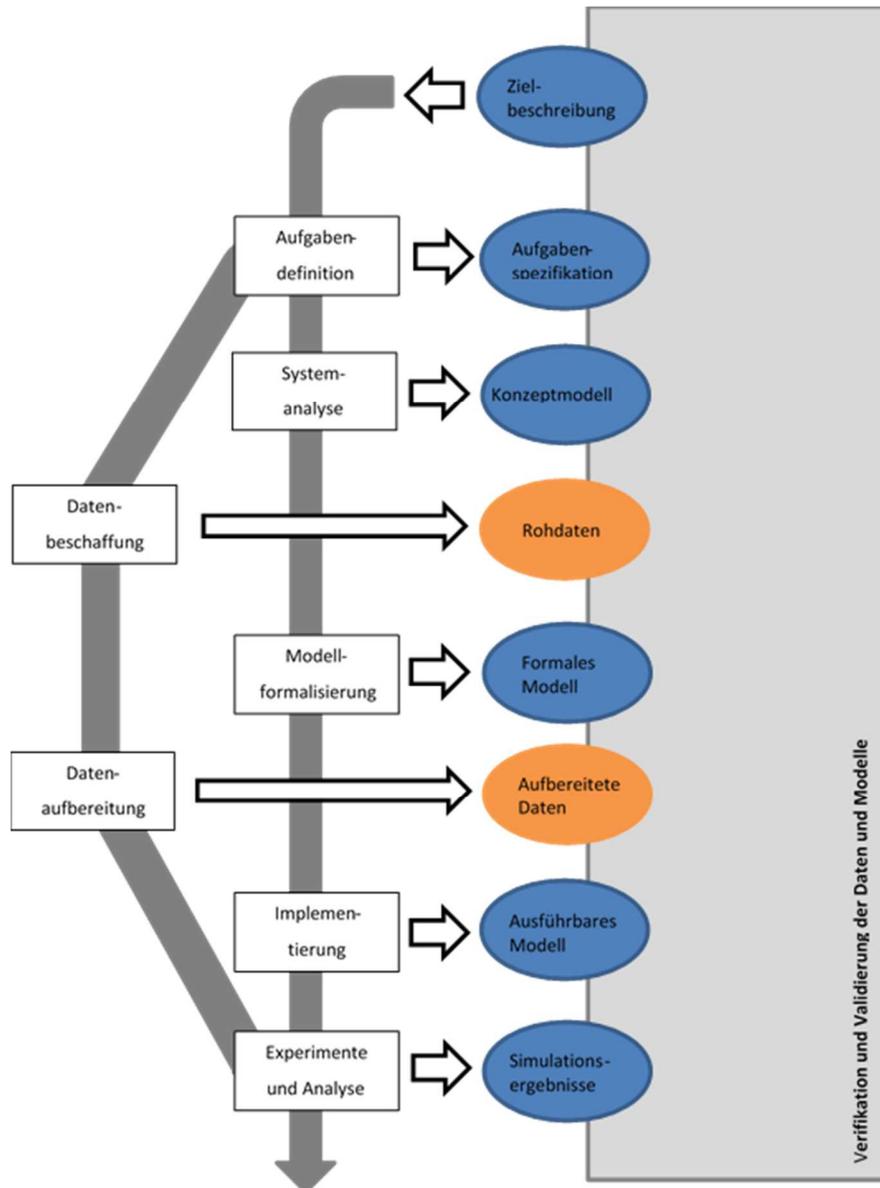
hoch	mittel	gering
PPS-Kosten	Produktionskosten	Lagerkosten
Leerkosten	Termintreue	Bestände
Maschinenauslastung	Losgrößen	
Personalauslastung	Rüstzeiten	
Lieferzeiten	Qualitätskosten	
Ausfallzeiten		
Durchlaufzeiten		

Die aufgezeigten Kennzahlen können sowohl einen negativen als auch einen positiven Einfluss auf die Unternehmen haben. Dies ist zum einen von der Anbieter- und Nachfragerposition abhängig. Zum anderen gibt es unternehmensinterne Ausgangssituationen, die die Veränderungen ver- oder entschärfen können.

### 2.5.3 **Aufbau und Durchführung einer Simulationsstudie zur Bewertung der zu erwartenden Veränderungen**

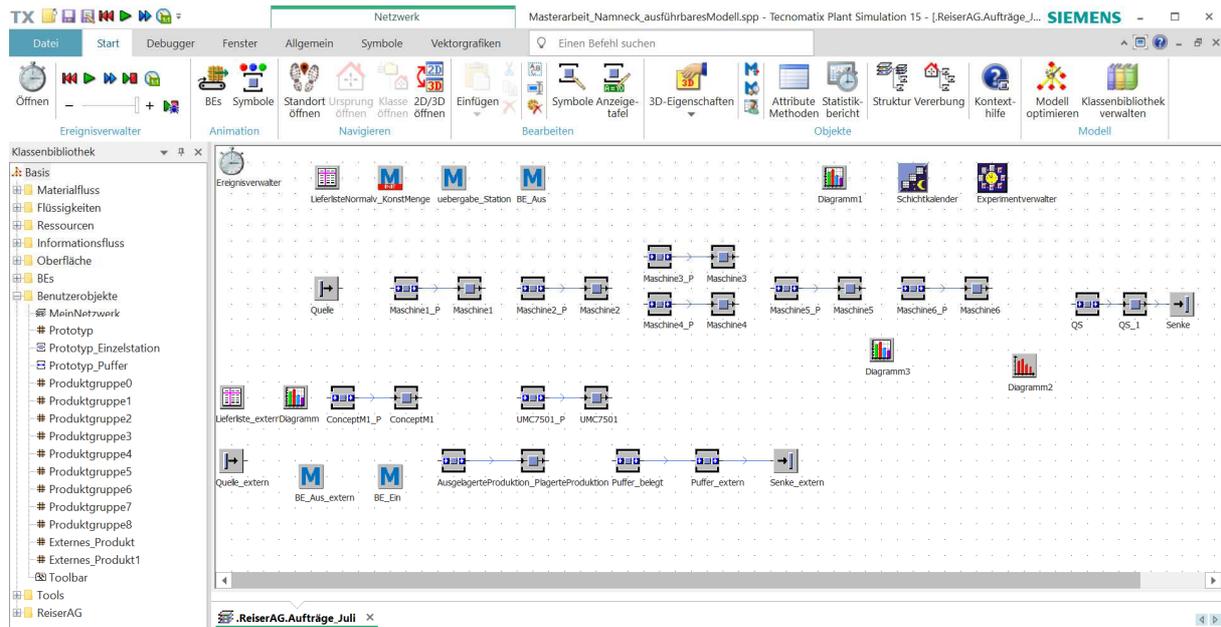
In einem vorgelagerten Schritt wurden die zu erwartenden Veränderungen der Kennzahlen mit Experten besprochen und dokumentiert. Die wirtschaftlichen und logistischen Kennzahlen werden in einer übersichtlichen Tabelle aufgelistet und definiert, außerdem werden Spalten für Anbieter und Nachfrager hinzugefügt. Mit den Projektpartnern wurden die Kennzahlen besprochen und beschrieben und eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, sodass eine einheitliche und verständliche Tabelle entstand ist. Diese tabellarische Darstellung wurde für jedes der beschriebenen Szenarien aus dem vorherigen Kapitel erstellt. Diese Ergebnisse sollen anhand einer Simulation kontrolliert und ggf. angepasst werden. Das Instrument der Simulationsstudie wurde gewählt, um mit Hilfe eines Modells die Auswirkungen des Kapazitäten-Sharings aufzuzeigen, ohne Unternehmen mit den Kosten und dem Aufwand einer Testung in realer Umgebung zu belasten. Durchgeführt wurde die Studie mit den Daten zweier für das

Sharing geeigneten Fertigungsmaschinen eines am Projekt beteiligten Maschinenbauunternehmens. Abbildung 17 zeigt die Vorgehensweise zur Durchführung einer Simulationsstudie. Dabei sind die Phasen der Simulationsstudie grafisch als Rechtecke und die jeweiligen Ergebnisse der Durchführungsphasen als Ellipsen dargestellt.



**Abbildung 15: Vorgehensweise zur Durchführung einer Simulationsstudie (nach VDI 3633)**

Für die Simulationsstudie wird die Software Plant Simulation verwendet. Die Maschinen enthalten Informationen, aus denen die meisten festgelegten Kennzahlen ermittelt werden können. Weitere können über die gezielte Abfrage ermittelt werden. Abbildung 18 zeigt die Oberfläche der Simulation auf.



Quelle: Screenshot aus Plant Simulation

**Abbildung 16: Übersicht Simulationsmodell Plant Simulation**

Die Ergebnisse werden zunächst separat dokumentiert. Anschließend konnten die Ergebnisse mit Experten diskutiert und mit den Vorüberlegungen verglichen werden. Dabei konnten folgende erwartete Veränderungen festgehalten werden.

Die **Transportkosten** für den Anbieter und Nachfrager erhöhen sich durch die Entfernung des Partnerunternehmens und den zusätzlichen Transportaufwand. Das Produkt selbst ist ein Faktor für die Höhe dieser zusätzlichen Kosten. Die Sperrigkeit, das Volumen und das Gewicht eines Produktes sind entscheidende Faktoren. Ein weiterer Faktor ist die Transportinfrastruktur zwischen den Partnerunternehmen.

Bei den **PPS-Kosten** fallen sowohl beim Anbieter als auch beim Nachfrager erhöhte Kosten an, da die Zusatzaufträge integriert werden müssen. Ein Faktor für die Höhe dieses Einflusses ist das Vorhandensein einer Systemunterstützung, z. B. ERP- oder ME-Systeme (Namneck et al. 2021).

Das Verhalten der **Lagerkosten** unterscheidet sich in der Regel nicht von der ursprünglichen Situation, jedoch können die Kapitalbindungskosten optimiert werden.

Die **Produktionskosten** für den Anbieter für zusätzliche Aufträge unterscheiden sich in der Regel nicht von den normalen Produktionskosten eines eigenen Auftrags, außerdem kann die Fixkostendeckung optimiert werden. Die Faktoren für die Stärke der Änderung ergeben sich aus der Anzahl der übernommenen Aufträge sowie den Abweichungen zur Produktion des

eigenen Produkts. Die Kosten für die Produktion werden im Vergleich zur eigenen Produktion höher sein.

Die **Leerkosten** der Anbieter können drastisch gesenkt werden. Für einen Nachfrager sind die Leerkapazitätskosten bei einer Fremdvergabe bereits sehr gering, so dass keine weitere Veränderung angenommen wird.

Die **Qualitätskosten** für die Anbieter bleiben in der Regel unverändert. Lediglich eine zusätzlich notwendige Kontrolle könnte die Kosten erhöhen, die aber entsprechend in Rechnung gestellt werden würden. Steigende Qualitätskosten werden wahrscheinlich beim Nachfrager anfallen, wenn die Produkte nicht direkt an den Kunden versandt werden. Nach Erhalt der Produkte werden diese vor der Weiterverarbeitung bzw. dem Versand voraussichtlich noch einmal zusätzlich zur normalen Kontrolle eingehend geprüft.

Die Teilnahme kann sich unter Umständen negativ auf die **Lieferzeit** der eigenen Produkte auswirken. Daher sollten zusätzliche Aufträge nur angenommen werden, wenn der eigene Produktionsablauf dadurch nicht negativ beeinflusst wird. Nachfrager können die Produkte nicht oder nur mit langen Wartezeiten selbst herstellen, weshalb die Lieferzeit auf die Ausgangssituation dennoch reduziert werden sollte. Die **Durchlaufzeiten** und die **Liefertreue** verhalten sich wie die Lieferzeiten.

Die **Ausfallzeiten** bei den Anbietern sollten nicht anders sein als bei der Herstellung der eigenen Produkte. Für den Nachfrager ergibt sich eine andere Situation. Er kann die Ausfallzeiten durch externe Bestellungen kompensieren.

Die **Maschinenauslastung** kann durch die Teilnahme an Kapazitätsplattformen mit dem Anbieter erhöht werden. Aus Sicht der Nachfrager ist die Auslastung bereits sehr gut, weshalb hier keine Änderung angenommen wird. Die **Personalauslastung** verhält sich parallel zur Maschinenauslastung.

Die **Bestände** selbst werden bei den Anbietern höher sein. Bei saisonalen Schwankungen kann die Teilnahme an Kapazitätsplattformen die Bestände beim Anbieter glätten, so dass über das Jahr hinweg ein konstantes Bestandsniveau besteht und der Bestellzyklus konstant bleiben kann. Die Bestände des Nachfragers bleiben unverändert, wenn keine zusätzlichen Schritte zum eigentlichen Prozess durchgeführt werden müssen, außer dem Material, das nun bei dem Partner verwendet wird bzw. dort vorhanden ist.

Der Anbieter kann die **Losgröße** optimieren und damit indirekt die Produktion optimieren. Ein interner Einflussfaktor ist die eigene aktuelle Auftragslage und das Potenzial, interne und externe Aufträge zu kombinierten Losgrößen zusammenzufassen. Für den Nachfrager ändert sich die Losgröße nicht.

Die letzte Kennzahl ist die **Rüstzeit**, die sich für den Anbieter erhöhen kann, aber nicht muss. Hier spielt die Differenz zwischen Eigen- und Fremdprodukten eine entscheidende Rolle. Für den Nachfrager ändert sich in der Regel nichts.

Diese Ergebnisse werden den kmU in einem nächsten Schritt aufbereitet und zur aufwandsarmen Nutzung zur Verfügung gestellt. Dabei wird auch das praxistaugliche Vorgehen aufbereitet und in einem Handlungsleitfaden zur Verfügung gestellt.

## 2.6 *Arbeitspaket 6: Implementierung und Validierung mittels Fallstudien*

Ergebnisse des sechsten Arbeitspakets:

<b>AP 6: Implementierung und Validierung mittels Fallstudien</b>	
Personaleinsatz	IPH: 3,00 Personenmonate IPRI: 2,70 Personenmonate
<b>Geplante Ergebnisse lt. Antrag</b>	<b>Erzielte Ergebnisse</b>
Validierte Ergebnisse und dokumentierte Fallstudienberichte. Der KapShare-Leitfaden beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten zur Teilnahme am Kapazitäten-Sharing (aufgeteilt nach Anbietern, Nachfragern, Komplementor) mittels digitaler Plattformen	Entwickelter Softwaredemonstrator sowie KapShare-Leitfaden. Der KapShare-Leitfaden beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten zur Teilnahme am Kapazitäten-Sharing (aufgeteilt nach Anbietern, Nachfragern, Komplementor) mittels digitaler Plattformen

### 2.6.1 *Gestaltung des Softwaredemonstrators*

Im Rahmen der Projektbearbeitung erfolgte eine kontinuierliche inhaltliche Abstimmung mit dem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt „DiHP – Dienstleistung für den integrierten Handel mit Produktionskapazitäten“, welches in einigen Bereichen ähnliche Projektziele verfolgt, wie das Projekt KapShare (weiter Informationen finde sich unter: <http://projekt-dihp.de/>). Da im Projekt DiHP bereits ein „Plattform-Demonstrator“ zum Nachweis der technischen Möglichkeit des Sharings von Produktionskapazitäten entwickelt und publiziert wurde (Hofmann et al. 2021) und gleichzeitig eine Vielzahl an Unternehmen bereits kommerzielle Lösungen zum digitalen Sharing von Produktionskapazitäten anbieten, wurden die Ziele des Softwaredemonstrators in Abstimmung mit dem PA (vgl. Protokoll der 3. und 4. Sitzung des PA) angepasst, um innovative Ergebnisse zu erzielen und einen Mehrwert für die Projektpartner zu generieren.

Um die Machbarkeit des unternehmensübergreifenden Kapazitätssharings nicht nur mit Hilfe eines Demonstrators, sondern anhand realer Bedingungen nachzuweisen, wurden im Rahmen des Projekts mehrere Fallstudien durchgeführt. Diese erfolgten sowohl aus dem Angebot als auch der Nachfrageperspektive (vgl. hierzu Arbeitspaket 3) und bestätigten die technische Machbarkeit des Kapazitätssharings für die betrachteten Anwendungsfälle (CNC-Fräsen, 3D-Druck, Drahterodieren). Hierzu wurden 4 unterschiedliche Produktionsmaschinen über einen Zeitraum von mind. 4 Monaten an die Plattform des Projektpartners V-INDUSTRY angeschlossen. Über den gesamten Evaluationszeitraum konnten hierbei keine gravierenden technischen Fehlfunktionen identifiziert werden. Einschränkend kann lediglich festgehalten werden, dass aufgrund des geringen Auftragsvolumens der Plattform<sup>2</sup> für keine der angeschlossenen Maschinen die gewünschte Vollauslastung erreicht werden konnte. Aus der Nachfrageperspektive wurden zudem zwei Testaufträge eingestellt, bei denen sowohl Auftragsvergabe, Fertigung und Lieferung und Bezahlung ohne Schwierigkeiten erfolgten.

Aufbauend auf der Erkenntnis, dass am Markt bereits einige Lösungen zum Kapazitätssharing vorliegen, kmU jedoch weder Wissen, ob Kapazitätssharing für ihre spezielle Situation hilfreich ist, noch welcher Anbieter geeignet ist, wird der Softwaredemonstrator zu einem Auswahltool zur Plattformselektion weiterentwickelt. Nach Überzeugung aller Mitglieder des PA bietet diese Umsetzung kmU eine bestmögliche Unterstützung und steigert die Anwendbarkeit der Ergebnisse des Forschungsprojekts enorm. Der Softwaredemonstrator wird genutzt, um die Entscheidung für oder gegen eine Nutzung von Kapazitäten-Sharing herbeizuführen sowie die Entscheidung für eine spezifische Plattform zu unterstützen. Dazu wurde eine umfassende Recherche zu aktuellen Plattformanbietern durchgeführt und ergänzend eine Liste aller Kapazitätssharinganbieter in Deutschland veröffentlicht. Zudem wurde ein Handlungsleitfaden entwickelt, um interessierte kmU allumfänglich zu informieren und auf die betrieblichen, internen Änderungen bei einer Teilnahme aufmerksam zu machen.

### **2.6.2 Marktrecherche**

Um einen Überblick zu erhalten, welche Plattformen aktuell bereits die Idee des Kapazitätssharings nutzen, wurde eine umfangreiche Marktrecherche durchgeführt. Ziel dieser Recherche ist es, die Potentiale, Unterschiede und Gemeinsamkeiten der bereits auf dem Markt vorhandenen Anbieter zu analysieren und diese miteinander zu vergleichen, sowie generelle Trends und Entwicklungen zu erkennen und ableiten zu können. Um dies gewährleisten zu können,

---

<sup>2</sup> Möglicherweise eine Auswirkung der Corona Krise, die während des Evaluationszeitraum allgemein zu gravierenden Auftragsrückgängen gesorgt hat.

wurden die öffentlich zugänglichen Daten und Fakten des Wettbewerbsumfelds (hier: Anbieter-Plattformen) über mehrere Wochen beobachtet, kategorisiert und evaluiert (Seidler-de Alwis 2013). Die gesammelten Daten dienen im Nachgang als Vergleichsmöglichkeit und werden teilweise mithilfe eines Softwaredemonstrators für Unternehmen aufbereitet. Die Informationsbeschaffung erfolgt online über verschiedene Fachzeitschriften und Suchmaschinen. Verwendete Suchbegriffe waren unter anderem „Auftragsfertigung“, „Auftragsfertigungsplattform“, „Auftragsplattform“, „Kapazitätssharing“, oder „Sharing B2B Produktion“. Ebenfalls werden Beiträge in Zeitschriften und Magazinen mit industriellem sowie wirtschaftlichen Schwerpunkt zur Recherche verwendet. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Anbieter gewährleisten zu können wurde eine Exceltabelle (Abbildung 19) angefertigt und die Informationen in insgesamt 19 Kategorien/Dimensionen untergliedert.

Name	Anwendungen	Angebot	Nachfrager und Anbieter	Einzelfertigung 1-10 Stk.
3D Hubs	Bearbeitungsverfahren: - Fräsen (3-Achs-Fräsen: max. Größe für weiche Metalle 2000 x 1500 x 200 mm und Kunststoffe 1500 x 800 x 500 mm; 5-Achs-Fräsen: max. Größe für alle Werkstoffe 650 x 650 x 300 mm) - Drehen (max. Durchmesser: 431 mm, max. Länge: 990 mm) - 3D-Druck (FDM, SLS, SLA, MJF und DMLS) - Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen & Oberflächenbehandlung) - Spritzguss (Gasinjektionstechnik für das Spritzgießen, Umspritzen, zweiteilige Mehrfachformen, Family Molds, harte und weiche Werkzeuge)	Plattform	✓	✓ 3D-Druck (SLS, MJF, DMLS, FDM, SLA, Polyjet); CNC-Fräsen, CNC-Drehen, Blechbearbeitung?
3DCompare.com	Bearbeitungsverfahren: - 3D-Druck - CNC-Bearbeitung - Spritzguss - Laserschneiden - Metallguss, Urethanguss - CAD-Design - 3D-Scannen	Plattform	✓	✓ 3D-Druck, CNC-Bearbeitung, Laserschneiden, Spritzguss, Metallguss, Urethanguss

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 17: Auszug Exceldatei zur Marktrecherche**

Die Recherche ergab 33 Kapazitätssharing-Plattformen, bei denen es sowohl Einkaufs- als auch Fertigungsmöglichkeiten gibt. Eine zweiseitige Fokussierung, bei der Unternehmen gezielt als Anbieter- und auch als Nachfrager angesprochen werden, konnte bei der Recherche nicht berücksichtigt werden, da im gesamten Datensatz lediglich eine Plattform diesen Fokus aufweist. Im Folgenden werden die einzelnen Dimensionen der Recherche näher betrachtet und evaluiert.

**Standort:** Die Recherche ergab, dass 80% der Kapazitätsssharing-Plattformen, die in Deutschland aktiv sind bzw. eine Lieferung nach Deutschland ermöglichen auch ihren Hauptsitz in Deutschland haben. 15% befinden sich in den europäischen Nachbarländern Österreich, Niederlande, Großbritannien und Liechtenstein. Darüber hinaus ist auf den amerikanischen Plattformen „MFG.com“ und „fictiv“ eine Lieferung bzw. Auftragsvergabe nach und aus Deutschland möglich.

Gründungsjahr: Die hohe Bedeutung der untersuchten Problematik zeigt sich am Gründungsjahr der untersuchten Plattformen. 50% der Plattformen wurden im Zeitraum von 2015-2019 gegründet. Der größte Anteil (25%) der Plattformen wurde im Jahr 2017 gegründet.

Angebotskalkulation: Die Angebotskalkulation der jeweiligen Fertigungsteile variiert zwischen den verschiedenen Plattformen. 35% der Plattformen bieten eine vollautomatisierte sofortige Angebots- bzw. Preisermittlung. Anhand verschiedener Parameter wie beispielsweise der Skizze, der Stückzahl sowie der Verfahrens- und dem Materialauswahl wird ein Angebot kalkuliert. Erfolgt die Angebotserstellung nicht direkt, geschieht dies meist in einem Zeitraum von 1-3 Tagen nach dem Versenden der Anfrage. Hierbei handelt es sich häufig um eine dezentrale Angebotskalkulation. Die erfassten Daten werden hierbei an die Zulieferer der Plattformen weitergegeben, welche dann auf Basis eigener Richtlinien ein spezifisches Angebot kalkulieren.

Preisgestaltung: Die Gestaltung der Gebühren, welche auf den Plattformen anfallen unterscheiden sich ebenfalls je nach Plattform. Bei 35% der Plattformen ist die Registrierung kostenlos und sowohl für Einkäufer als auch für Zulieferer werden keine Servicegebühren erhoben. 20% erheben eine Gebühr für die Einkäufer in Form von Erweiterungsangeboten. Hierbei ist meist auch eine kostenlose Version auswählbar, welche aber nur eine beschränkte Nutzung, beispielsweise durch Limitierung der Anzeigen, Informationen oder Antwortmöglichkeiten auf Anzeigen, ermöglicht. Erweiterungsangebote beinhalten unter anderem eine größere oder unbegrenzte Anzahl von Anfragen, den Erhalt zusätzlicher Informationen, die Unterstützung durch Plattformmitarbeiter zur optimalen Angebotsvergabe oder auch das Erreichen eines größeren (Produktions-)Netzwerks. Meist sind die Erweiterungsangebote in verschiedene Kategorien wie beispielsweise „Premium“ und „Enterprise“ unterteilt. Andere Plattformen (ca. 40%) erheben Gebühren für die Fertigungsseite. Diese können je nach Fertigungsspektrum variieren. Ebenso können bei der Angebotsvermittlung Kosten entstehen. „Catch-Direct“ erhebt darüber hinaus allgemeine Anmeldegebühren für Einkäufer und Zulieferer. Alternativ wird bei vielen Plattformen auch transparent vermittelt, dass bei jeder Angebotskalkulation eine prozentuale Vermittlungsgebühr für beide Parteien entsteht.

Transparenz der Fertigungspartner: Bei der Recherche wurde in drei verschiedene Kategorien der Transparenz unterschieden: keine Nennung der Fertigungspartner, Nennung der Fertigungspartner vor Vertragsschluss, sowie die Nennung nach Vertragsschluss. Wird der Fertigungspartner während des gesamten Auftrags nicht genannt, ist die Plattform der vollumfängliche Ansprech- und Vertragspartner. Auch mögliche Nachforderungen werden direkt über den Plattformanbieter geregelt. 40% der Plattformen geben bereits vor dem Vertragsschluss be-

kennt, um welchen Fertigungspartner es sich handelt. Dies könnte auch mit den unterschiedlichen Angebotskalkulation zusammenhängen, da hier das Angebot meist direkt vom Fertigungspartner vermittelt wird. 10% geben die Fertigungspartner erst nach Vertragsschluss, bei Lieferung oder auf eigene Nachfrage bekannt. Ca. 30% der Plattformen machen hierzu keine konkrete Angabe auf ihrer Homepage.

Datensicherheit: Die Vermittlung von Datensicherheit ist auf vielen Plattformen präsent. Eine große Hürde für viele Unternehmen für eine Auftragsvergabe auf einer Kapazitätssharingplattform ist die Weitergabe von Fertigungsskizzen. Viele Plattformen haben deshalb vertragliche Richtlinien, welche ihre Vertragspartner zur Geheimhaltung und nicht Weitergabe der erhaltenen Skizzen verpflichten. Oft ist es möglich auf Anfrage eine extra Geheimhaltungsvereinbarung erstellen zu lassen. Eine offizielle und einheitliche Regelung gibt es hierzu jedoch nicht. Darüber hinaus ist es möglich die Daten auf deutschen Servern mittels der ISO 27001 Zertifizierung zu sichern. Diese Zertifizierung ist jedoch nur von 2 Unternehmen aus der Recherche bekannt.

Qualität: 45% der Plattformen werben mit ISO 9001 zertifizierten Fertigungspartnern. Darüber hinaus werden weitere unterschiedliche Möglichkeiten zur Qualitätskontrolle genannt. Zum einen gibt es die Möglichkeit Materialtestberichte oder Konformitätszertifikate zu erhalten. Weiterhin gibt es intern aufgestellte Richtlinien für den Auswahlprozess von Fertigungspartnern. Ebenso wird mit eigener Qualitätspolitik oder branchenbasierten Zulassungsprozessen geworben. Zusätzlich wird häufig eine Prüfkontrolle auf Anfrage angeboten. 30% der Plattformen haben darüber hinaus ISO 13485 zertifizierte Fertigungspartner für den Bereich Medizintechnik. Eine einheitliche Qualitätsregelung ist auf den Plattformen nicht ersichtlich.

Nachforderungen: Bei 35% der Plattformen ist die jeweilige Plattform der direkte Ansprechpartner für Nachforderungen. Handelt es sich um ein Verschulden der Fertigungspartner, beispielsweise durch Abweichung der Fertigungszeichnung, wird hierfür der Anspruch auf Reklamation geprüft. In diesem Fall beträgt die Reklamationszeit üblicherweise zwei Wochen. Handelt es sich um einen Fehler durch fehlerhafte/mangelhafte Fertigungszeichnungen wird eine Nachbesserung gegen Aufpreis angeboten.

Anwendungen und Bearbeitungsverfahren: Die Recherche ergab folgende Verteilung der Anwendungs- bzw. Bearbeitungsverfahren im Gesamtvergleich aller 33 Plattformen:

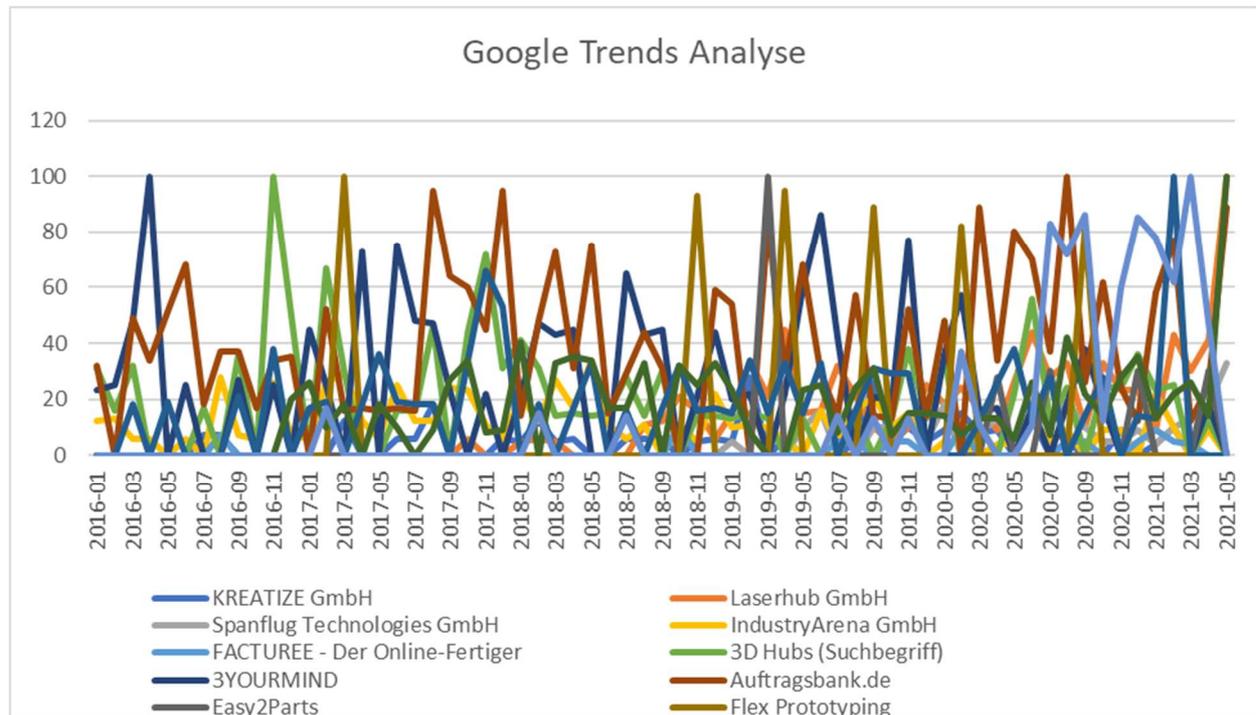
Tabelle 13: Angebot der Anwendungen und Bearbeitungsverfahren

Anwendungen und Bearbeitungsverfahren	Angebot auf Plattformen (%)
CNC-Drehen	73 %
CNC-Fräsen	73 %
Additive Fertigung	42 %
Laserschneiden	39 %
Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen, Stanzen, Tiefziehen)	36 %
Kunststoffverarbeitung (Spritzgießen, Extrudieren)	30 %
Schweißen	24 %
Rohrbearbeitung / Rohrbiegen	21 %

Einige Plattformen sind auf bestimmte Teilbereiche spezialisiert: Drei Unternehmen (hier ca. 10%) sind ausschließlich auf die additive Fertigung spezialisiert. Weitere Bearbeitungsverfahren, die vereinzelt auf den Plattformen angeboten werden sind unter anderem: Wasserstrahl-schneiden, Plasmaschneiden, Oberflächenbehandlungen und Erodieren.

Mitarbeiterzahl: Durchschnittlich haben die Plattformen 10-15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Über den inhaltlichen Vergleich der Informationen der Plattformen hinaus wurde eine Analyse der Suchbegriffe anhand von Google Trends (<https://trends.google.de/trends/?geo=DE>) durchgeführt. Hierbei wurden diejenigen Unternehmen ausgewählt, welche auf Googletrends gelistet wurden. Bei der Analyse mit Google Trends handelt es sich um eine relative Analyse der Suchtreffer. Die Werte sind normiert und werden in Relation zum Zeitverlauf gesetzt. Die Ergebnisse werden auf einer Skala von 0 bis 100 eingeordnet. Diese beschreibt die Nachfrage nach dem jeweiligen Suchbegriff im Vergleich zu allen Suchanfragen für alle Themen. Es werden hierbei lediglich Prognosen abgegeben, es handelt sich hierbei nicht um wissenschaftliche repräsentative Umfragedaten (vgl. Abbildung 18).



Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 18: Google Trends Analyse der Plattformen**

Zu erkennen ist, dass vor allem die Unternehmen bzw. in diesem Fall Suchbegriffe 3YOURMIND, Auftragsdatenbank.de, Flexprototyping sowie Xometry hohe Trendverläufe in Relation zum Zeitverlauf haben. Insgesamt zeigt die Analyse jedoch, dass der Markt aktuell noch keine Marktreife erreicht hat und aktuell großer Wettbewerb zwischen den Einzelnen Plattform vorliegt. Aus diesem Grund sowie den Einflüssen der Netzwerkeffekte ist in den nachfolgenden Jahren eine weitere Konsolidierung des Markts zu erwarten.

### 2.6.3 Betreiberanalyse

In einem folgenden Schritt werden die Informationen aus der Recherche und die Erkenntnisse aus den Arbeitspaketen 1 bis 5 genutzt, um ein sogenanntes Matching zwischen einem kmU und einer passenden Plattform vorzunehmen. Dafür werden zunächst die benötigten Informationen identifiziert, die die Wahl einer bestimmten Plattform beeinflussen. Diese werden anschließend durch weitere Recherchen erhoben. Um die Abhängigkeit von den Betreibern zu reduzieren und zu vermeiden, dass die Daten von den Betreibern zu ihren eigenen Gunsten manipuliert werden, wird für die Evaluation auf öffentlich zugängliche Daten zurückgegriffen. Diese Daten umfassen beispielsweise:

- Unterstützte Fertigungsverfahren: Additive Fertigung, Blechbearbeitung, CNC-Drehen, CNC-Fräsen, Kunststoffverarbeitung, Rohrbearbeitung, Schweißen

- Fokussierung für Anbieter und Nachfrager vorhanden
- Fertigung von Baugruppen/Produkten möglich
- Bevorzugtes Auftragsvolumen
- Unterstützung durch Sofortangebote
- Bereitstellung von FAQs auf der Website
- Pricing durch den Einkäufer
- Gebührenaufstellung
- Transparenz der Fertigungspartner
- Dateiformate
- Liefergebiete
- Zertifikate

Aus den Daten der Betreiberanalyse wurde eine umfassende Excel-Datenbank (Abbildung 22) erstellt, welche anschließend als Grundlage für den Softwaredemonstrator dienen kann.

	Link	Individuelle Eignung	Additive Fertigung (Keramik)	Additive Fertigung (Metalle)	Additive Fertigung (Polymere)	Blechbearbeitung (Laserschne)	CNC-Drehen	CNC-Fräsen	Kunststoffverarbeitung (Spritz)	Rohtbearbeitung / Rohrlieger	Schweißen	Zweiseitige Fokussierung	Fertigung von Baugruppen/Pr-Sofortangebote/ Ausschreibungsplattform	FAQ	Aufträge via PDF	CO <sup>2</sup> -Neutralität	Zwischensumme	Severstandort/ Datensicherheit/ ISO/IEC 27001 oder 27002	Hybrider Transfer/ Protocol Secure (HTTPS)	Zwischensumme Sicherheit	Gesamtsumme			
<b>Aktueller USECASE</b>			0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8	1	2	1		10		
<b>Kontrollzeile</b>			0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8	1	2	1		10		
3D Hubs	<a href="https://www.hubs.com/de/">https://www.hubs.com/de/</a>	10%	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	8	1	0	1	2	1		
3DCompare.com	<a href="https://3dcompare.com/">https://3dcompare.com/</a>	0%	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	-1	2	0	1	-2	-4		
3YOURMIND	<a href="https://www.3yourmind.com/de/">https://www.3yourmind.com/de/</a>	0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-4	0	0	1	-2	-2		
Auftragsbank	<a href="https://www.auftragsbank.de">https://www.auftragsbank.de</a>	80%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	0	0	1	2	8		
Batchforce	<a href="https://www.batchforce.com/de/">https://www.batchforce.com/de/</a>	60%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	1	0	4	0	0	1	2	6		
Catch Direct	<a href="https://www.catchdirect/">https://www.catchdirect/</a>	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-5	0	0	1	2	-3		
C-MATCH powered by MAKI	<a href="https://capacity.maki.io/">https://capacity.maki.io/</a>	40%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	1	0	1	2	4		
CNC-Teile24.de	<a href="https://www.cnc-teile24.de/">https://www.cnc-teile24.de/</a>	60%	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	4	0	0	1	2	6		
DiManEx	<a href="https://www.dimanex.com/">https://www.dimanex.com/</a>	60%	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	1	2	6		
DWK - Deutsche Wirtschaftskontakte	<a href="https://dwk-metall.de">https://dwk-metall.de</a>	60%	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	3	1	0	4	0	0	1	2	6		
Easy2Parts	<a href="https://www.easy2parts.com/">https://www.easy2parts.com/</a>	80%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	3	1	0	5	0	1	1	3	8		
Facturee	<a href="https://www.facturee.de">https://www.facturee.de</a>	90%	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	1	1	7	0	0	1	2	9		
Fertigungs.Team	<a href="https://fertigungs.team/">https://fertigungs.team/</a>	80%	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	1	1	6	0	0	1	2	8		
fictiv	<a href="https://www.fictiv.com/">https://www.fictiv.com/</a>	10%	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	-1	0	0	1	2	1		
Flex Prototyping	<a href="https://flex-prototyping.com/de/">https://flex-prototyping.com/de/</a>	10%	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	-1	0	0	1	2	1		
Heisig	<a href="https://heisig.com/">https://heisig.com/</a>	70%	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	3	1	1	5	0	0	1	2	7		
Industry Leads	<a href="https://www.industryleads.com/">https://www.industryleads.com/</a>	70%	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	3	1	1	5	0	0	1	2	7		
Industryarena	<a href="https://de.industryarena.com/ordern">https://de.industryarena.com/ordern</a>	60%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	3	0	0	4	0	0	1	2	6		
InstaWerk	<a href="https://instawerk.de/">https://instawerk.de/</a>	20%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	-1	0	1	1	3	2		
KREATZE	<a href="https://kreatze.com/de/">https://kreatze.com/de/</a>	100%	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	1	1	7	1	1	1	3	10		
Laserhub	<a href="https://laserhub.com/">https://laserhub.com/</a>	20%	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	2	2		
Marktplatz (Frästeile, Drehteile usw.)	<a href="https://fraesteile-marktplatz.de/">https://fraesteile-marktplatz.de/</a>	60%	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	4	0	0	1	2	6		
MFG.com	<a href="https://www.mfg.com/">https://www.mfg.com/</a>	60%	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	0	4	0	0	1	2	6		
mything	<a href="http://www.mything.com/">http://www.mything.com/</a>	0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	-2	0		
ORDERFOX	<a href="https://www.orderfox.com">https://www.orderfox.com</a>	70%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3	1	1	5	0	0	1	2	7		
Part Factory	<a href="https://www.partfactory.com/">https://www.partfactory.com/</a>	70%	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	1	5	0	0	1	2	7		
PROTIQ	<a href="https://www.protiq.com/">https://www.protiq.com/</a>	0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-3	0	0	1	2	-1		
Proto&Go	<a href="https://www.protoandgo.com/de/">https://www.protoandgo.com/de/</a>	80%	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	1	1	6	0	0	1	2	8		
Rapid Factice	<a href="https://rapidfactice.com/de/">https://rapidfactice.com/de/</a>	70%	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	3	1	1	5	0	0	1	2	7		
Salect	<a href="https://www.salect.de/de/index.htm">https://www.salect.de/de/index.htm</a>	40%	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	1	2	4		
spanflug	<a href="https://spanflug.de/">https://spanflug.de/</a>	10%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	-1	0	0	1	2	1		
techpilot	<a href="https://www.techpilot.de/">https://www.techpilot.de/</a>	90%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	7	0	0	1	2	9		
tech2select	<a href="http://tech2select.com/">http://tech2select.com/</a>	40%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	3	1	1	6	0	0	0	-2	4		
V-Industry	<a href="https://v-industry.com/">https://v-industry.com/</a>	80%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	0	1	0	6	1	0	1	2	8
xometry Europe	<a href="https://xometry.de/de">https://xometry.de/de</a>	20%	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1		2		

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 19: Excel-Darstellung der Ergebnisse der Plattformbefragung

### 2.6.4 Softwaredemonstrator und KapShare-Leitfaden

Für die Integration der Ergebnisse in einen Softwaredemonstrator werden sowohl die Informationen aus der Betreiberanalyse (Kapitel 2.6.3) als auch die Entscheidungsunterstützung in

Form der morphologischen Kästen aus Kapitel 2.4.1 und 2.4.2 als Grundlage herangezogen. Zur aufwandsarmen Nutzung wird der Softwaredemonstrator in Excel bereitgestellt, um jedem Unternehmen einen einfachen Zugriff bereitzustellen. In einem ersten Tabellenblatt (Abbildung 23) wird die Anbieter-Morphologie aus Kapitel 2.4.1 abgebildet. Die Ausprägungsformen wurden mit einer Punktzahl gleichgesetzt, um eine Eignung prozentual abbilden zu können.

- Spalte 1: Antworten in dieser Spalte zeigen tendenziell eine geringe Eignung zum Kapazitätssharing
- Spalte 2: Antworten in dieser Spalte sind insbesondere Selektionskriterien, welche Kapazitätssharing Plattform genutzt werden sollte
- Spalte 3: Antworten in dieser Spalte zeigen tendenziell günstige Rahmenbedingungen zum Kapazitätssharing

Der Nutzer vergibt so mit der Auswahl einer Ausprägung indirekt eine Punktzahl für die Eignung zur Nutzung des Kapazitäten-Sharing. Die Darstellung in dem Softwaredemonstrator, sowie eine beispielhafte Einordnung eines Unternehmens ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die ausgewählten Eigenschaften werden im Tool automatisiert gelb hinterlegt und hervorgehoben. Die Eingabe erfolgt über ein Drop Down Menü in der Spalte Eingabe.

Merkmal	Ausprägungsformen			Eingabe	
	1	2	3		
Führen Nachfrageschwankungen häufig zu einer temporären <b>Unterauslastung einzelner Produktionsmaschinen?</b>		Nein	Ja	2	
Verfügen Sie über Maschinen, deren Auslastung Sie allgemein steigern möchten?		Nein	Ja	3	
Sind Ihnen ihre Unternehmen die Auslastungsdaten der Produktion auf Maschinenebene bzw. Fertigungsverfahrensebene bekannt?	Unbekannt	Bekannt, nicht standardisiert	Standardisiert, digital verfügbar	3	
Auslastung einzelner Fertigungsbereiche	<b>Additive Fertigung (keramikbasiert;</b> LCM, SLA, RC, NPJ, LLM, LOM, SLS, BJ, 3DP)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	geringe bis mittlere Auslastung	1
	<b>Additive Fertigung (metallbasiert;</b> EBW, LMD, LPD, WAAM, LENS, PEM, DOD, NPJ, LLM, LOM, UAM, EBM, LBM, SLM, SLS, BJ, 3DP)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
	<b>Additive Fertigung (polymerbasiert)</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
	<b>Blechbearbeitung</b> (Laserschneiden, Biegen, Oberflächenbehandlung)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
	<b>CNC-Drehen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
	<b>CNC-Fräsen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
	<b>Urformen Kunststoff</b> (Spritzgießen, Extrudieren)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
	<b>Rohrbearbeitung / Rohrbiegen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
	<b>Schweißen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
Menge und Vielfalt des verfügbaren vorgehaltenen Rohmaterials für die angegebenen Fertigungsbereiche mit geringer Auslastung.	gering		hoch	3	
Einstuern zusätzlicher Aufträge möglich (Infrastruktur)	nein		ja	1	
Wie hoch schätzen Sie die Flexibilität Ihrer Produktionsplanung und Steuerung ein?	gering		hoch	1	
Auslastung des Personals	Konstruktion	hoch	gering	1	
	Fertigung	hoch	gering	3	
	Montage	hoch	gering	3	
Unterstützende Bereiche	Besteht in der Lagerverwaltung die Möglichkeit zusätzliche Kleinstaufträge zu berücksichtigen?	nein	ja	3	
	Wie hoch ist der Aufwand zusätzliche Kleinstaufträge in den Materialfluss zu integrieren?	hoch	gering	1	
	Wie hoch ist der Aufwand, kurzfristige zusätzliche Kleinstaufträge im Warenausgang zu berücksichtigen?	hoch	gering	3	
Welches Szenario bevorzugen Sie? Hohe Anzahl an Ausschreibungen mit geringer Erfolgschance oder wenige Ausschreibungen mit hoher Erfolgschance?	viele Angebote große Konkurrenz		wenige, individuelle Angebote	3	
Wünschen Sie sich möglichst viel Transparenz und Vergleichbarkeit über die Prozesse und Leistungen der Plattform (bspw. durch FAQs)?	nein		ja	3	

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 20: Softwaredemonstrator Anbietersicht

Für die Nachfragersicht wird das beschriebene Vorgehen wiederholt und folgende Darstellung (Abbildung 24) ergibt sich für das zweite Tabellenblatt.

Merkmal	Ausprägungsformen			Daten- eingabe	
	1	2	3		
Kernkompetenzen/Erfolgskritischer Vorgang	ja		nein	1	
<b>Auslastung Personal Indirekte Bereiche</b> Einkauf	gering		hoch	3	
Möchten Sie die Einkaufsautonomie und Flexibilität einzelner Fachbereiche (bspw. Prototypenbau, Versuch) steigern?	Nein		Ja	3	
Benötigen Sie häufig externe Partner um Produktionsspitzen Auftragsspitzen zu kompensieren?	Nein		Ja	3	
<b>Konstruktions- daten</b>	Digitale Verfügbarkeit	nein	ja	3	
	Qualität der Konstruktionsdaten	gering	hoch	3	
	Die Daten werden <b>standardmäßig als step-Datei</b> übermittle. Sollen auch Aufträge mittels Zeichnung (bspw. PDF) vergeben werden?	Teilweise Aufträge via PDF		Nein	1
Umweltschutz und CO <sub>2</sub> -Bilanz des Produktionspartners		Unwichtig	Wichtig	3	
Geografische Distanz der Produktionspartner		geografische Distanz von Bedeutung	geografische Distanz irrelevant	2	
<b>Eigenschaften potenziell zu vergebender Aufträge</b>	Material der Aufträge	Spezialmaterial	Standardmaterial	3	
	Produkttyp	Produkt	Baugruppe	Einzelteil	3
	Wird spezielles Vormaterial benötigt?	Bereitstellung Halbzeug		kein Vormaterial/ initialer Prozessschritt	1
	Heterogenität der Aufträge	gering		Hoch	1
	Durchschnittlicher Auftragswert zu vergebender Aufträge	> 10.000€	2.000 - 9.999 €	< 2.000 €	2
Bevorzugen Sie einen verbindlichen Sofortpreis oder benötigen Sie mehrere Vergleichsangebote?	Sofortpreis		Vergleichsangebote	3	
<b>Datenschutz/ Datensicherheit</b>	Gewünschter Serverstandort der Plattform	Deutschland	Europa	Weltweit	1
	Zertifizierung nach ISO/IEC 27001 oder 27002 (Informationssicherheits-Managementsysteme)	Erforderlich	Wünschenswert	Nicht notwendig	2
Wie schätzen Sie allgemein die Flexibilität und Innovationsbereitschaft in Ihrer Einkaufsabteilung ein?	gering		hoch	1	
Rechtliche Rahmenbedingungen (bspw. zu erfüllende Standards und Zertifikate)	stark vorhanden		weniger vorhanden	3	

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 21: Softwaredemonstrator Nachfragersicht**

Zudem wird bei der Evaluation jeweils auf eine ausgeblendeten Korrektur- und Verrechnungsspalte zurückgegriffen. Diese dienen der standardisierten Evaluation der Ergebnisse des Demonstrators sowie der Interpretation, inwiefern eine Dimension für die Plattformnutzung oder die Plattformauswahl relevant ist. Zudem ermöglichen diese Spalten die Gewichtung negativer Einflüsse durch die Berücksichtigung eines individuell einstellbaren Straffaktors, der für die Feinjustierung des Tools eingesetzt werden kann. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn die Gewichtung einzelner Dimensionen gesteigert werden soll. Aufgrund der hohen Komplexität der verwendeten Formeln im Tool sind diese Spalten im Regelfall ausgeblendet. Eine Veränderung dieser Dimensionen sollte ausschließlich von fachkundigen Nutzern vorgenommen werden.

Aus den ausgefüllten Tabellenblättern ergibt sich anschließend im Ergebnis-Tabellenblatt ein Anbieter- und Nachfragerscore, welcher beschreibt, zu wie viel Prozent Kapazitäten-Sharing für ein Unternehmen geeignet ist. Zudem werden dazu Beschreibungen bereitgestellt, was die sich ergebende Prozentzahl bedeutet.

- **Fall 1** (<30 % Anbieterscore und <30 % Nachfragerscore): Aktuell bietet Kapazitätensharing sowohl als Nachfrager als auch als Anbieter nur geringe Potenziale für Ihr Unternehmen. Im Abschlussbericht des Forschungsprojekts können Sie nachlesen, welche Gründe ausschlaggebend für Ihre Bewertung sind.
- **Fall 2** (>30 % Anbieterscore und <30 % Nachfragerscore): Kapazitätensharing bietet Potenzial, um die Auslastung Ihrer Produktionsmaschinen zu erhöhen. Eine Fokussierung auf die Auslastungssteigerung ist vollkommen ausreichend.
- **Fall 3** (<30 % Anbieterscore und >30 % Nachfragerscore): Kapazitätensharing bietet für Sie insbesondere Vorteile als zusätzliches Einkaufstool, um Überlastungen in der Produktion durch das jeweilige Produktionsnetzwerk abzufangen.
- **Fall 4** (>30 % Anbieterscore und >30 % Nachfragerscore): Ihr Unternehmen bietet großes Potenzial für ein ganzheitliches Kapazitätensharing. Achten Sie bei der Auswahl der Anbieter auf die Rollenverteilung auf der Plattform und wählen Sie eine Plattform, auf der Sie sowohl in der Anbieter- als auch Nachfragerrolle auftreten können.

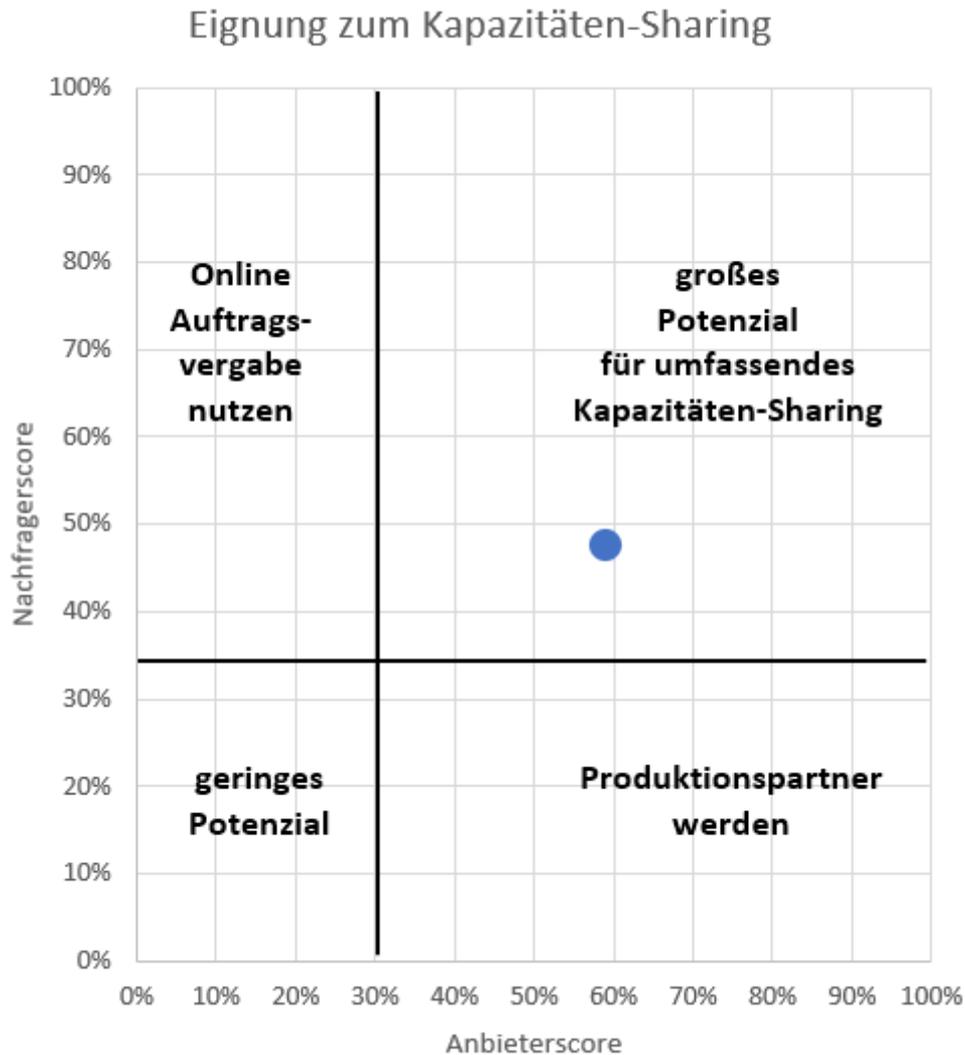
Für das Beispiel, welches auch in Abbildung 23 und 24 dargestellt wurde, ergibt sich folgendes Ergebnis (Abbildung 25):

Eignung zum Kapazitäten-Sharing		
Anbieterscore	★ 59%	Ihr Unternehmen bietet großes Potenzial für ein ganzheitliches Kapazitätensharing. Achten Sie bei der Auswahl der Anbieter auf die Rollenverteilung auf der Plattform und wählen Sie eine Plattform auf der Sie sowohl in der Anbieter als auch Nachfragerrolle auftreten können
Nachfragerscore	★ 48%	

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 22: Softwaredemonstrator Ergebnis**

Zudem wird die Eignung in einem Diagramm (Abbildung 26) anschaulich dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 23: Softwaredemonstrator Diagrammdarstellung Ergebnis**

Neben der Eignung zum Kapazitäten-Sharing wurde zudem ein Matching zu den Plattformbetreibern durchgeführt. Dazu wurden die Betreiberdaten in einem weiteren Tabellenblatt bereitgestellt und mit den einzelnen ausgewählten Ausprägungen verglichen. Zur Evaluation wird die kumulierte Summe der Punktwerte der einzelnen Dimensionen zur Betreiberanalyse gebildet. Diese Summe stellt die maximal zu erreichende Punktzahl für einen spezifischen Anwendungsfall dar. Gleichzeitig werden die ausgewählten Eigenschaften und Dimensionen für jede Plattform im Datensatz mit den Eigenschaften der Plattform abgeglichen und ein plattformspezifischer kumulierter Punktwert berechnet. Das Verhältnis aus dem maximalen Punktwert und dem plattformspezifischen Punktwert wird daraufhin zur Bewertung der Eignung der einzelnen Plattformen eingesetzt. Eine Eignung von 100% bedeutet hierbei, dass alle ausgewählten An-

forderungen an eine Kapazitätssharingplattform von einem spezifischen Anbieter erfüllt werden. Die Kosten der Plattform werden aufgrund der großen Varianz bei der Preissetzung nicht berücksichtigt. In dem Ergebnistabellenblatt kann somit stets die prozentuale Eignung der gelisteten Plattformen abgelesen werden. In dem Beispiel ergibt sich folgende Übereinstimmung.

**Tabelle 14: Softwaredemonstrator Eignung der Plattformen**

Neben dem Softwaredemonstrator wird auch ein grafisch aufbereiteter Handlungsleitfaden bereitgestellt, welcher weitere Informationen zu dem Kapazitäten-Sharing bereitstellt. Das Inhaltsverzeichnis ist dabei wie folgt aufgebaut:

1. Ressourcenverschwendung durch Auslastungsschwankungen in der Produktion
2. Forschungsprojekt KapShare
3. Sharing-Economy
4. Kapazitäten-Sharing
5. Potenzielle Nutzertypen
6. Nutzung von Kapazitäten-Sharing-Plattformen
7. Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Nachfrager
8. Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Anbieter
9. Auftrags-Matching
10. Auftragsdurchführung
11. Anforderungskatalog an eine Kapazitäten-Sharing-Plattform
12. Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitätssharing
13. Anwendungstool zur Eignung von Kapazitäten-Sharing
  - a. Anwendungstool aus Anbietersicht
  - b. Anwendungstool aus Nachfragersicht
14. Plattform-Anbieter
15. Informationen und Links
16. Literaturverzeichnis

Der gesamte Handlungsleitfaden ist im Anhang 6 zu finden und wie das Evaluationstool über die Projekthomepage zugänglich. Sowohl der Softwaredemonstrator als auch der Leitfaden werden zusätzlich über den Verband Südwestmetall als Verbreitungspartner zugänglich gemacht.

## 2.7 *Arbeitspaket 7: Dokumentation, Transfer und Projektmanagement*

AP 7: Dokumentation, Transfer und Projektmanagement	
Personaleinsatz	IPH: 1,50 Personenmonate IPRI: 1,47 Personenmonate

Die erzielten Ergebnisse wurden während der Projektlaufzeit dokumentiert und veröffentlicht. Die Veröffentlichungen erfolgten durch Artikel in Fachzeitschriften sowie bei der Vorstellung auf unterschiedlichen Veranstaltungen und mittels weiterer Kanäle wie Podcasts sowie über die Social-Media-Kanäle der Forschungsinstitute. Die Dokumentation unterstützt die Anwendung des Softwaredemonstrators und hilft damit bei der Verbreitung der Ergebnisse über den projektbegleitenden Ausschuss hinaus. Eine Auflistung der Veröffentlichungen sowie der Transfermaßnahmen ist in Kapitel 4 zu finden.

### 3 Innovativer Beitrag und Nutzen für kmU

#### 3.1 Innovativer Beitrag der erzielten Ergebnisse

Das Forschungsvorhaben leistet zwei zentrale Innovationsbeiträge für das verarbeitende Gewerbe. Der erste innovative Beitrag besteht darin, kmU zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings zu befähigen. Als Ergebnis wird hier eine Entscheidungslogik für kmU entwickelt, welche die Unternehmen befähigt, unter Berücksichtigung der technischen (z.B. Maschinenzustand, Komplexität der Bauteile, geforderte Fertigungstoleranzen), organisatorischen (z.B. Liefertermin, geografische Distanz zwischen Anbieter und Nachfrager) und personellen (z.B. Kapazitätsmanagement, Kompetenzmanagement) Aspekte eine Teilnahme (Angebot und Nachfrage) am Kapazitäten-Sharing zu bewerten („Entscheidungslogik Kapazitäten-Sharing für kmU“).

Der zweite Innovationsbeitrag besteht darin, kmU zur Bewertung der Ausrichtung digitaler Plattformen hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse zu befähigen, um das Kapazitäten-Sharing praxisgerecht umzusetzen. Digitale Plattformen gelten als Wirtschaftstreiber der Zukunft, insbesondere im deutschen produzierenden Gewerbe wie dem Maschinenbau (Rauen et al. 2018; Accenture 2016). Die Anforderungen an eine digitale Plattform (bspw. Zugänglichkeit zu Informationen, Datensicherheit, Transparenz, techn. Voraussetzungen an die Nutzer) werden für das Kapazitäten-Sharing kmU-gerecht aufgearbeitet, damit diese bestehende Marktplattformen auf ihre Eignung für das Kapazitäten-Sharing bewerten können. Abbildung 28 zeigt die Vorteile einer digitalen Plattform gegenüber klassischen Marktplätzen, i.S.v. selbstorganisierten, lokal rudimentären Austauschplattformen.

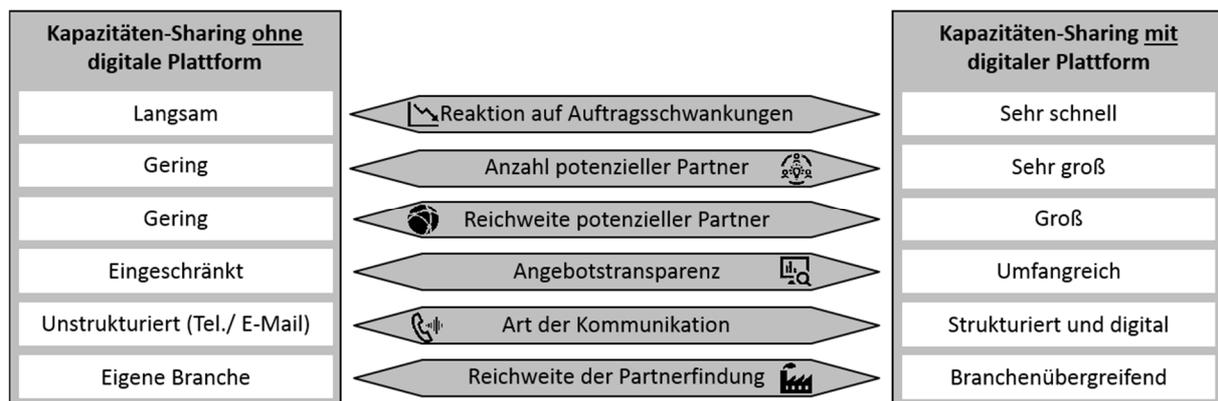


Abbildung 24: Vorteile der digitalen Plattform bei der Umsetzung des Kapazitäten-Sharings

Als Ergebnis wird damit ein Anforderungskatalog für die Ausrichtung digitaler Plattformen in Hinblick auf die Bedürfnisse von kmU im Kontext des Kapazitäten-Sharings entwickelt („Platt-

form-Anforderungskatalog für kmU“). Alternativ zur Bewertung bestehender Plattformen können kmU den Anforderungskatalog nutzen, um eigenständig eine Plattform zu gründen – jedoch setzt dies erhebliche Investitionen voraus, die kmU alleine i.d.R. nicht erfüllen können (Seiter et al. 2018). Denkbar wäre in diesem Kontext eher ein Zusammenschluss verschiedener mittelständischer Unternehmen, die als Verbund eine Plattform betreiben (vgl. IloT-Plattform „ADAMOS“). Zudem wurde eine Auswahlunterstützung für einen Plattformbetreiber entwickelt. Da die Auswahl am Markt sehr groß ist, wie auch die Unterschiede der Plattformen selbst, können die Unternehmen mit Hilfe des Tools eine quantifizierte Entscheidung für eine bestimmte Plattform treffen.

### **3.2 Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der erzielten Ergebnisse für kmU**

*KapShare* unterstützt diesen kmU-geprägten Wirtschaftszweig praxisnah bei der Umsetzung des Kapazitäten-Sharings durch digitale Plattformen. Hierdurch sollen einerseits Überkapazitäten ausgeglichen werden, wodurch Aufträge bei kmU langfristig gesichert werden. Andererseits sollen Unterkapazitäten als neues Geschäftsfeld genutzt werden, um Maschinenstunden zu verkaufen und damit eine zusätzliche Einnahmequelle zu generieren.

Einen maßgeblichen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kmU bietet *KapShare* durch eine Steigerung der Kompetenzen von kmU im Bereich digitaler Plattformen. Diese Stärkung von kmU erachten die Antragssteller in Hinblick auf das steigende Aufkommen plattformbasierter Geschäftsmodelle großer Unternehmen als besonders relevant. Deutlich wird dies insbesondere durch das hohe Aufkommen digitaler Plattformen in den USA und China, gegen die sich kmU der deutschen Wirtschaft zukünftig behaupten müssen. *KapShare* soll an dieser Stelle den Weg für eine Kapazitäten-Sharing-Lösung der deutschen Wirtschaft ebnen, bevor der Markt durch einen international-ansässigen Konzern besetzt wird. Kompetenzen im Bereich digitaler Plattformen müssen demnach auf lange Sicht in deutschen kmU verankert werden. Insgesamt soll somit die Wettbewerbsposition von kmU langfristig gestärkt und Arbeitsplätze gesichert werden.

### **3.3 Industrielle Anwendungsmöglichkeiten der erzielten Ergebnisse**

Der bereitgestellte Softwaredemonstrator sowie der Handlungsleitfaden bietet kmU die Möglichkeit aufwandsarm eine Entscheidung für oder gegen die Teilnahme an einer Kapazitäten-Sharing-Plattform zu treffen und zudem weitere Informationen zu dem Themenfeld bereitgestellt zu bekommen. Die Anwendung der entwickelten Ergebnisse ist für kmU einfach. Für die Nutzung sind keine zusätzlichen Investitionen (z. B. Gerätebeschaffungen, Beratungsleistungen) nötig. Der in diesem Vorhaben entwickelte Softwaredemonstrator ermöglicht durch die

Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

Nutzung von Standardsoftware (Excel) eine aufwandsarme Anwendung der Ergebnisse. Auch der Handlungsleitfaden (als PDF-Dokument) birgt keinerlei Nutzungsbarrieren. Dies ist insbesondere für kmU mit begrenzten Ressourcen relevant.

## 4 Veröffentlichungen und Transfermaßnahmen

### 4.1 Projektbegleitender Ausschuss im Projekt

Durch die aktive Einbindung des PA wurde die Praxisrelevanz und die Verbreitung der Ergebnisse sichergestellt. Während der Projektlaufzeit wurden die Ergebnisse auf den Sitzungen des PA präsentiert und durch mediale Auftritte sowie Veröffentlichungen weiteren Firmen zugänglich gemacht. Die Mitglieder des PA sind die in Tabelle 17 bis Tabelle 19 aufgeführt.

**Tabelle 15: Projektbegleitender Ausschuss – Unternehmen des metallverarbeitenden Gewerbes**

Unternehmen	Branche	Rolle im Projekt	kmU
<b>3win Maschinenbau GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>Festo AG &amp; Co. KG</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	
<b>MFL-Leinetal GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>Reiser AG Maschinenbau</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>Rybak + Hofmann rhv-Technik GmbH + Co. KG</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>WISTRO Elektro-Mechanik GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>Schieferle Technology GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>Bochumer Eisenhütte GmbH &amp; Co.KG</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>TR Metallbearbeitung GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	<b>X</b>
<b>DMG Mori AG</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	
<b>Hch. Perschmann GmbH</b>	Maschinenbau	Anbieter/Nachfrager	

**Tabelle 16: Projektbegleitender Ausschuss – Plattformanbieter**

Unternehmen	Branche	Rolle im Projekt	kmU
<b>V-INDUSTRY GmbH</b>	Plattform	Plattformanbieter	<b>X</b>
<b>klickrent (Zeppelin Lab GmbH)</b>	Plattform	Plattformanbieter	
<b>Software AG</b>	Plattform	Plattformanbieter	
<b>Tech2select GmbH</b>	Plattform	Plattformanbieter	<b>X</b>
<b>InstaWerk</b>	Plattform	Plattformanbieter	<b>X</b>

**Tabelle 17: Projektbegleitender Ausschuss – Verbreitungspartner und Komplementoren**

Unternehmen	Branche	Rolle im Projekt	kmU
<b>WVIS - Wirtschaftsverband für Industrieservice e.V</b>	Verband	Verbreitungspartner	
<b>DPS Engineering GmbH</b>	Dienstleister	Komplementor	<b>X</b>
<b>GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH</b>	Dienstleister	Komplementor	<b>X</b>
<b>Infosim GmbH &amp; Co. KG</b>	Dienstleister	Komplementor	
<b>4c Business Service GmbH</b>	Dienstleister	Komplementor	<b>X</b>
<b>Südwestmetall</b>	Verband	Verbreitungspartner	
<b>WRS Region Stuttgart</b>	Verband	Verbreitungspartner	

Der projektbegleitende Ausschuss trat 4-mal zu gemeinsamen Sitzungen zusammen, in denen die bisherigen Ergebnisse diskutiert und das weitere Vorgehen abgestimmt wurde. Für jede dieser Sitzungen wurden inhaltliche Schwerpunkte festgelegt (vgl. Tabelle 18).

**Tabelle 18: Sitzungen des PA und inhaltliche Schwerpunkte der jeweiligen Sitzung**

Datum	Ort	Schwerpunkt
06.02.2020	Stuttgart	Projektstart und Referenzprozess
30.09.2020	Stuttgart	Diskussion über aktuelle Ergebnisse, speziell die Anforderungen
04.03.2021	Online (MS Teams)	Diskussion über aktuelle Ergebnisse, speziell die logistischen und wirtschaftlichen Kennzahlen und die Szenarien
06.07.2021	Online (Tricat)	Projektabschluss und Darstellung des Softwaredemonstrators und des Handlungsleitfadens

Zwischen den Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses fanden Arbeitstreffen bei den Unternehmen vor Ort sowie weiteren interessierten Unternehmen und in den Forschungseinrichtungen statt. Zudem wurden Telefoninterviews durchgeführt. In diesen wurden einzelne Fragestellungen vertiefend diskutiert und unter Einsatz von verschiedenen Moderationstechniken bearbeitet.

#### **4.2 Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft lt. Antrag (Maßnahmen während der Projektlaufzeit)**

**Tabelle 19: Durchgeführte spezifische Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit**

Maßnahme	Ziel	Ort / Rahmen	Zeitraum
<b>Organisation eines „KapShare-Planspiels“</b>	Vorstellung der Projektergebnisse in Vorträgen, Erprobung des Software-Demonstrators sowie Verbreitung der Ergebnisse bei interessierten kmU und Intermediären (IHKs, Verbände, Unis).	IPRI und IPH organisieren ein „KapShare-Planspiel“ im letzten PA-Treffen, an dem der Softwaredemonstrator mit interessierten kmU getestet wird. Ein nicht-	07/2021

		virtuelles Plan-Spiel konnte aufgrund der aktuellen Situation nicht durchgeführt werden.	
<b>Wissenschaftliche und praxisorientierte Veranstaltungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung der Umsetzbarkeit der Ergebnisse durch Praxisdiskussionen</li> <li>• Diskussion der Ergebnisse</li> <li>• „Tandem-Vorträge“ (Forschung/Unternehmen)</li> <li>• Verbreitung von (Teil-)Ergebnissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag bei Südwestmetall-Betriebsleitertagung 2020 (aufgrund von Corona abgesagt)</li> <li>• Vortrag bei Verbandsingenieurtagung am 22.09.2020</li> <li>• Aufgrund von Corona wurden keine weiteren Veranstaltungen besucht</li> </ul>	22.09.2020
<b>Integration in Industrie- Arbeitskreise</b>	Vorstellung des Projekts und erster Forschungsergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPRI-Arbeitskreis „Industrie 4.0“</li> </ul>	Q4 2019
<b>Vorstellung auf wissenschaftlichen Konferenzen</b>	Vorbereitung und Diskussion der Forschungsergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPSL Conference</li> </ul>	05/2022
<b>Präsenz im Internet</b>	Fortlaufende Information über das Forschungsprojekt und die (Teil-)Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Webpräsenz für das Forschungsprojekt bzw. Nennung auf den Institutsseiten</li> <li>• Forschungs-Blog: <a href="http://www.neues-aus-der-forschung.de">www.neues-aus-der-forschung.de</a></li> <li>• Plattform-Blog: <a href="http://www.plattformoekonomie.de">www.plattformoekonomie.de</a></li> <li>• Podcast-Beitrag im IPRI Podcast Forschung für den Mittelstand: Folge 1 KapShare</li> </ul>	Während der gesamten Projektlaufzeit
<b>Presse-/Öffentlichkeitsarbeit</b>	Bekanntmachung des Projekts und weitere Verbreitung der Projektinhalte und -ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsdienst der Wissenschaft, Presseverteiler IPH</li> <li>• Institutszeitschriften (IPRI-Journal; IPH-Produktionstechnik Hannover informiert)</li> <li>• Social Media-Beiträge</li> <li>• Radiobeitrag WDR5 Profit</li> </ul>	Während der gesamten Projektlaufzeit
<b>Veröffentlichung von Ergebnissen in wissenschaftlichen Medien</b>	Bekanntmachung und Diskussion der Ergebnisse in der Wissenschaft Ziel: min. zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen	CPSL Conference Development of a method for decision support on participation in capacity sharing for manufacturing SMEs Müller, M., Schüler, F., Stonis, M., Nyhuis, P.	In Review seit 11/2021
		Electronic Markets Network effect scorecard – Selecting the right KPIs to track and stimulate network effects in IIoT Platforms Schüler, F., Petrik, D., Müller, M.	In Review seit 08/2021
<b>Veröffentlichung der Projektergebnisse mit Fokus auf die Praxis</b>	Bekanntmachung der Ergebnisse in der Praxis, Aufzeigen von Anwendungsfällen Ziel: min. zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen	Müller, M., Schüler, F., Fritsch, B., & Stonis, M. (2020): Sharing von Produktionskapazitäten mittels digitaler Plattformen, in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115. Auflage, Nr. 4, S. 257-261.	04/2020
		BVL-Magazin: Kapazitäten-Sharing: Teile und vertraue!	10/2020

<b>Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses (PA)</b>	Validierung der Ergebnisse mit den Praxispartnern; Übertragung der Ergebnisse auf praxisrelevante Probleme Ziel: vier PA-Treffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPH/IPRI</li> <li>• Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses</li> </ul>	06.02.2020 30.09.2020 03.04.2021 06.07.2021
<b>Integration in die universitäre Lehre</b>	Angebot von Studienarbeiten sowie Dissertationsthemen, Integration von <i>KapShare</i> in die universitäre Lehre zur nachhaltigen Verbreitung und Weiterentwicklung der Projektergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universität Hannover</li> <li>• Universität Ulm: Integration in den Kurs „Management digitaler Plattformen“ (Modulgruppe: Wirtschaftswissenschaften), Universität Ulm</li> </ul>	Ab 2021
<b>Akademische Lehre und berufliche Weiterbildung</b>	Qualifizierung von Studierenden	Betreuung einer Masterarbeit: „Logistische Bewertung von Produktionskapazitäten-Sharing mittels digitaler Plattform“; A. Namneck, Leibniz Universität Hannover	03-09/2020
		Betreuung einer Masterarbeit: „Entscheidungsunterstützung für KMU zur Nutzung von Kapazitäten-Sharing aus Anbieter- und Nachfragersicht“; A. Schnieders, Leibniz Universität Hannover	03-09/2020
		Betreuung einer Studienarbeit: „Entwicklung einer Methode zur unternehmensindividuellen Bewertung der logistischen und wirtschaftlichen Kennzahlen bei Anwendung eines Kapazitätensharings“; E. Baykus, Leibniz Universität Hannover	04-10/2021
		Anstellung von studentischen Hilfskräften	Während der gesamten Projektlaufzeit

#### 4.3 Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft lt. Antrag (Maßnahmen nach Projektende)

Tabelle 20: Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach der Projektlaufzeit

Maßnahme	Ziel	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum
<b>Verbreitung des KapShare-Leitfadens</b>	Der im Projekt entwickelte <i>KapShare</i> -Leitfaden wird branchenübergreifend an produzierende kmU verbreitet, um nachhaltig auf die Projektergebnisse aufmerksam zu machen	Verbreitung über die Online-Präsenz der Institute sowie auf jeglichen Präsenz-Veranstaltungen, an denen die Institute teilnehmen (Messen, Symposien, Seminare, Workshops etc.) Verbreitung der Ergebnisse über die Verbreitungspartner (bspw. Südwestmetall)	11/2021
<b>Integration der Ergebnisse in das IPRI- „Plattform Lab“</b>	Verbreitung der Ergebnisse und deren Überführung in die praktische Anwendung; Unterstützung von kmU bei Problemstellungen	Das IPRI-„Plattform Lab“ ist ein jährliches Workshop-Angebot des IPRI mit jeweils 5 bis 10 Unternehmen	Für 2022 geplant

<b>Integration in die IPRI-Seminarreihe</b>	Integration von Kapazitäten-Sharing ins IPRI Seminar „Business Model Manager“	Stuttgart, IPRI	Für 2022 geplant
<b>Langfristige Integration in den Arbeitskreis „Industrie 4.0“</b>	Verbreitung der Ergebnisse und deren Überführung in die praktische Anwendung	Arbeitskreis des IPRI (tagt 3x jährlich); Stuttgart, IPRI	Seit Q4/2019 stetig mit neuen Ergebnissen erweitert
<b>Webinar</b>	Angebot eines Webinars für kmU	Internet, IPH und IPRI	Für 2022 geplant
<b>Angebot von unternehmensspezifischen Beratungsprojekten</b>	Unterstützung von kmU bei individuellen Problemstellungen durch Beratungsmandate	IPH, IPRI; vor Ort bei den jeweiligen Unternehmen	Seit 09/2022 möglich
<b>Akademische Lehre und beruflich Weiterbildung</b>	Qualifizierung von Studenten und Mitarbeitern	Integration der Ergebnisse in Lehrveranstaltungen des IPH	Für 2022 geplant
		Integration verschiedener Projektaspekte in Dissertationschriften wissenschaftlicher Mitarbeiter	2021 durch Fabian Schüler

#### 4.4 *Einschätzung zur Realisierbarkeit des vorgeschlagenen und aktualisierten Transferkonzepts*

Die wirtschaftlichen, wie technischen Erfolgsaussichten für eine zeitnahe Umsetzung durch die Unternehmen sind als sehr hoch einzuschätzen. Alle gewählten Methoden, Aktivitäten und Ergebnisbausteine im Forschungsprozess sind darauf ausgerichtet, praxisorientierte Lösungen zu liefern, die schnell und mit moderatem Ressourceneinsatz umgesetzt werden können. Konkrete Maßnahmen für eine zügige industrielle Umsetzung sind wie folgt:

- Der PA dient einerseits als Instrument der Qualitätssicherung und prüft andererseits die Forschungsergebnisse auf ihre praktische Relevanz sowie schnelle und aufwandsarme Umsetzbarkeit. Darüber hinaus wirken die Unternehmen des PA unmittelbar im Forschungsprozess mit. Als besonders relevant sind dabei u. a. die Mitwirkung der Unternehmen in der Beschreibung des Ökosystems einer digitalen Plattform, die Identifikation von kmU-spezifischen Anforderungen an das Kapazitäten-Sharing sowie die szenarienbasierten Fallstudien zu nennen.
- Alle Ergebnisse werden systematisch und strukturiert in einem Leitfaden aufbereitet, der allen interessierten Unternehmen zugänglich ist. Die Reichweite dieses Leitfadens wird dabei durch Integration relevanter Branchenverbände verstärkt
- Für die Umsetzung der organisatorischen Maßnahmen zum Aufbau eines Kapazitäten-Sharings sowie der technischen Umsetzung, sich an bestehende digitale Plattformen anzuschließen, wird innerhalb des Projekts mit moderaten technischen Voraussetzungen gerechnet.

- Das in Abschnitt 4.2 und 4.3 beschriebene Transferkonzept liefert eine Vielzahl an konkreten und erprobten Maßnahmen, um die Ergebnisse während und nach der Projektlaufzeit zu verbreiten und das Wissen kmU-zentriert einer Vielzahl von Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

## 5 Durchführende Forschungseinrichtungen

### 5.1 *Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH*

Das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung, die eng mit der Universität Hannover kooperiert. Die Gesellschafter des IPH, Prof. Behrens, Prof. Overmeyer und Prof. Nyhuis, sind gleichermaßen Inhaber produktionstechnischer Lehrstühle an der Universität Hannover. Die Gliederung des IPH in die drei Abteilungen „Prozesstechnik“, „Produktionsautomatisierung“ und „Logistik“ spiegelt die Ausrichtung dieser Lehrstühle wider.

Während die universitären Mutterinstitute des IPH hauptsächlich den Bereich der Grundlagenforschung abdecken, widmet sich das IPH hauptsächlich der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung. Das IPH wurde 1988 mit Unterstützung des niedersächsischen Wirtschaftsministeriums gegründet und ist besonders der technologischen Förderung mittelständischer Industriebetriebe verpflichtet. Der Technologietransfer von der Universität in die Industrie erfolgt dabei hauptsächlich über gemeinsam mit der Industrie durchgeführte, öffentlich geförderte Verbundforschungsprojekte sowie über Fortbildungsseminare und Arbeitskreise für spezielle Zielgruppen aus Industrie und Handel. Darüber hinaus stellt das IPH laufend in einer Vielzahl ausschließlich industriefinanzierter Beratungsprojekte seine Praxisorientierung und Wettbewerbsfähigkeit unter Beweis.

Forschungseinrichtung 1	IPH Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
Anschrift	Hollerithallee 6, 30419 Hannover
Leiter der Forschungseinrichtung	Dr.-Ing. Malte Stonis
Wissenschaftlicher Leiter	Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis
Projektleitung	M. Sc. Maren Müller
Kontakt	Tel.: 0511/ 279 76-443, mueller@iph-hannover.de

### 5.2 *International Performance Research Institute gemeinnützige GmbH*

Das International Performance Research Institute (IPRI) betreibt angewandte Forschung auf dem Gebiet des Performance Managements von Organisationen, Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. Der Bereich „Platform Economy“ ist einer der wesentlichen Forschungsschwerpunkte des IPRI. Hierzu existiert am IPRI u.a. eine breit aufgestellte Forschungsgruppe,

welche zu verschiedenen Plattform-Aspekten, von der Skalierung über spezifische Erlösmodelle (Pricing) bis hin zum Performance Measurement, forscht. Diese Kompetenzen ermöglichen es, spezifische Anforderungen von digitalen Plattformen an die kmU zur Umsetzung des Kapazitäten-Sharings zu identifizieren. Weiterhin entwickelt, bewertet und implementiert IPRI im Rahmen des „IPRI Plattform Lab“ innovative Plattform-Geschäftsmodelle mit Unternehmen des Mittelstands. Dieses Vorwissen, bestehend aus State-of-the-Art Methoden und Erfahrungen, kann auf die Zielsetzung eines plattformbasierten Kapazitäten-Sharings übertragen werden.

Aktuelle und abgeschlossene IGF-Projekte des IPRI umfassen u.a.: Das IGF-Projekt ScaleUp (FKZ: 19055 N). Im Projekt fokussierte IPRI die Überwindung von Ressourcenengpässen im Dienstleistungsgeschäft von kmU des Maschinenbaus durch Digitalisierung der Dienstleistungsprozesse. Im IGF-Projekt Plattform Hybrid (FKZ: 20178 N) entwickelte IPRI eine digitale Plattform für Produkte und Dienstleistungen von Unternehmen des Maschinenbaus. Ziel ist die Entwicklung einer praxisnahen Umsetzungs-Roadmap zum Aufbau eines hybriden Geschäftsmodells.

Forschungseinrichtung 2	IPRI International Performance Research Institute gGmbH
Anschrift	Königstraße 5, 70173 Stuttgart
Leiter der Forschungseinrichtung	Wissenschaftlicher Leiter: Prof. Dr. Mischa Seiter
Projektleiter	Prof. Dr. Mischa Seiter
Kontakt	Tel.: 0711/ 6203268-8005, <a href="http://www.ipri-institute.com">www.ipri-institute.com</a>

## **6 Förderhinweis**

Das IGF-Vorhaben 20801 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Für die Förderung und Unterstützung sei gedankt.

# 7 Anhang

## Anhang 1

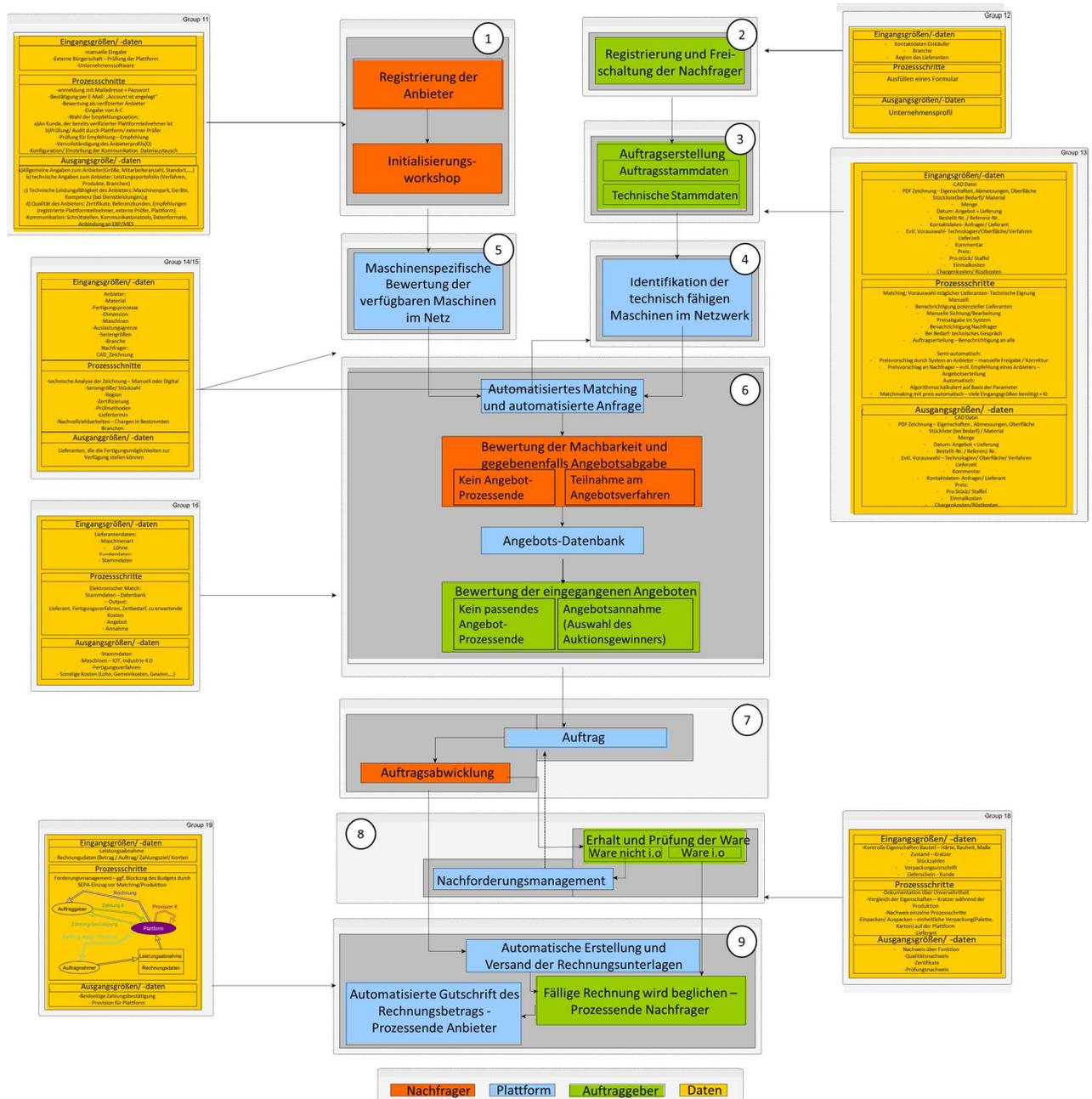


Abbildung 25: Referenzprozess detailliert (eigene Darstellung)

### Anhang 2: Vorläufiger Entscheidungsbaum

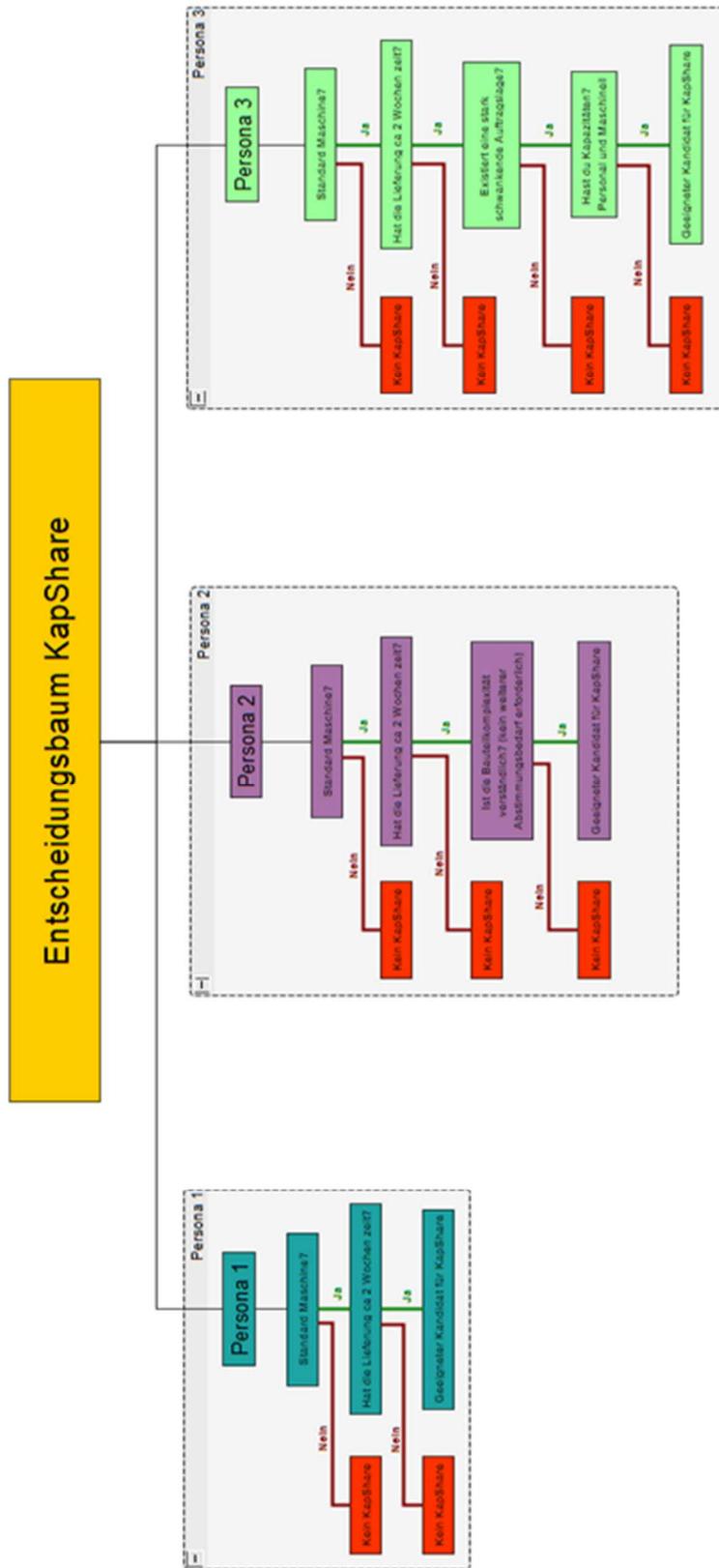
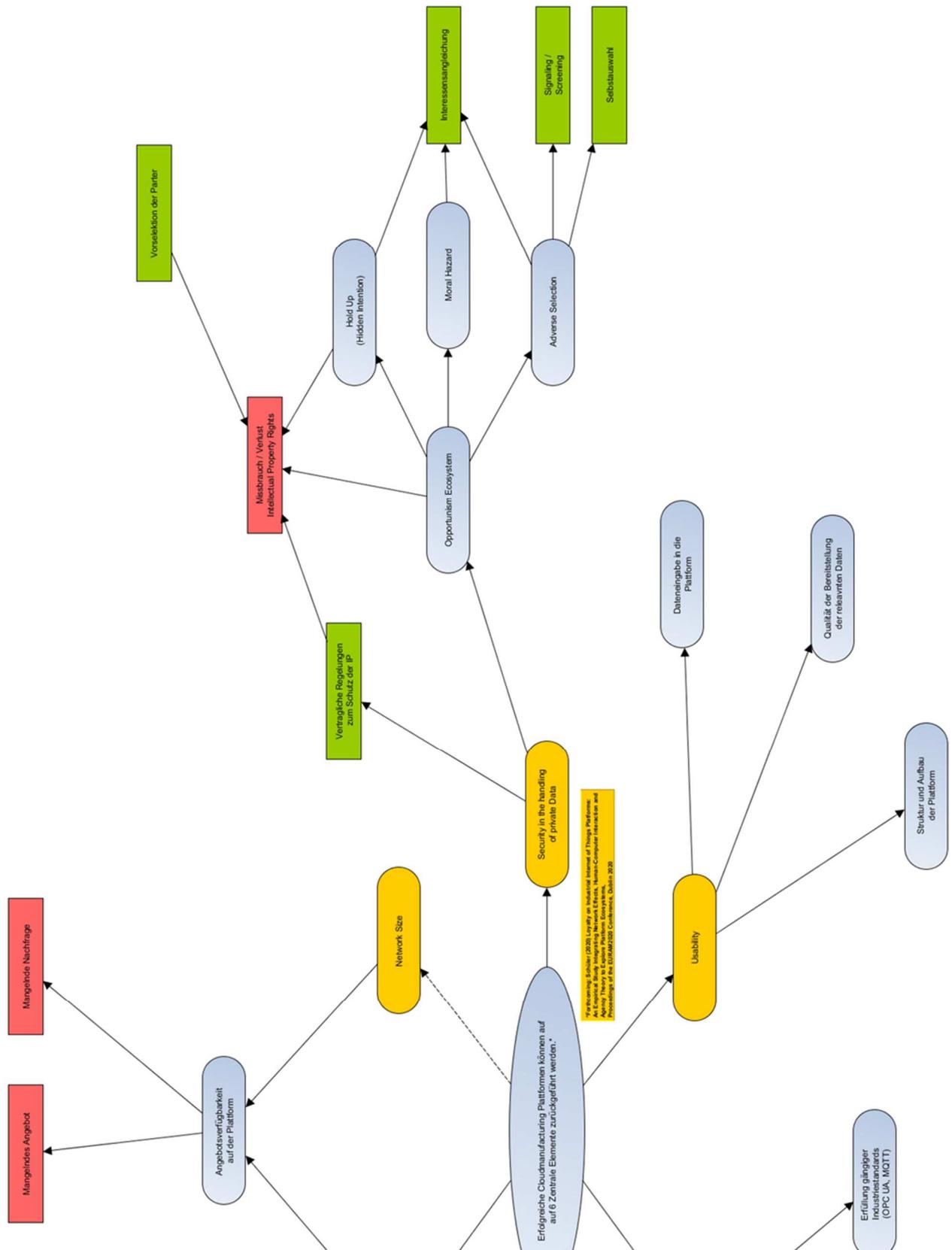
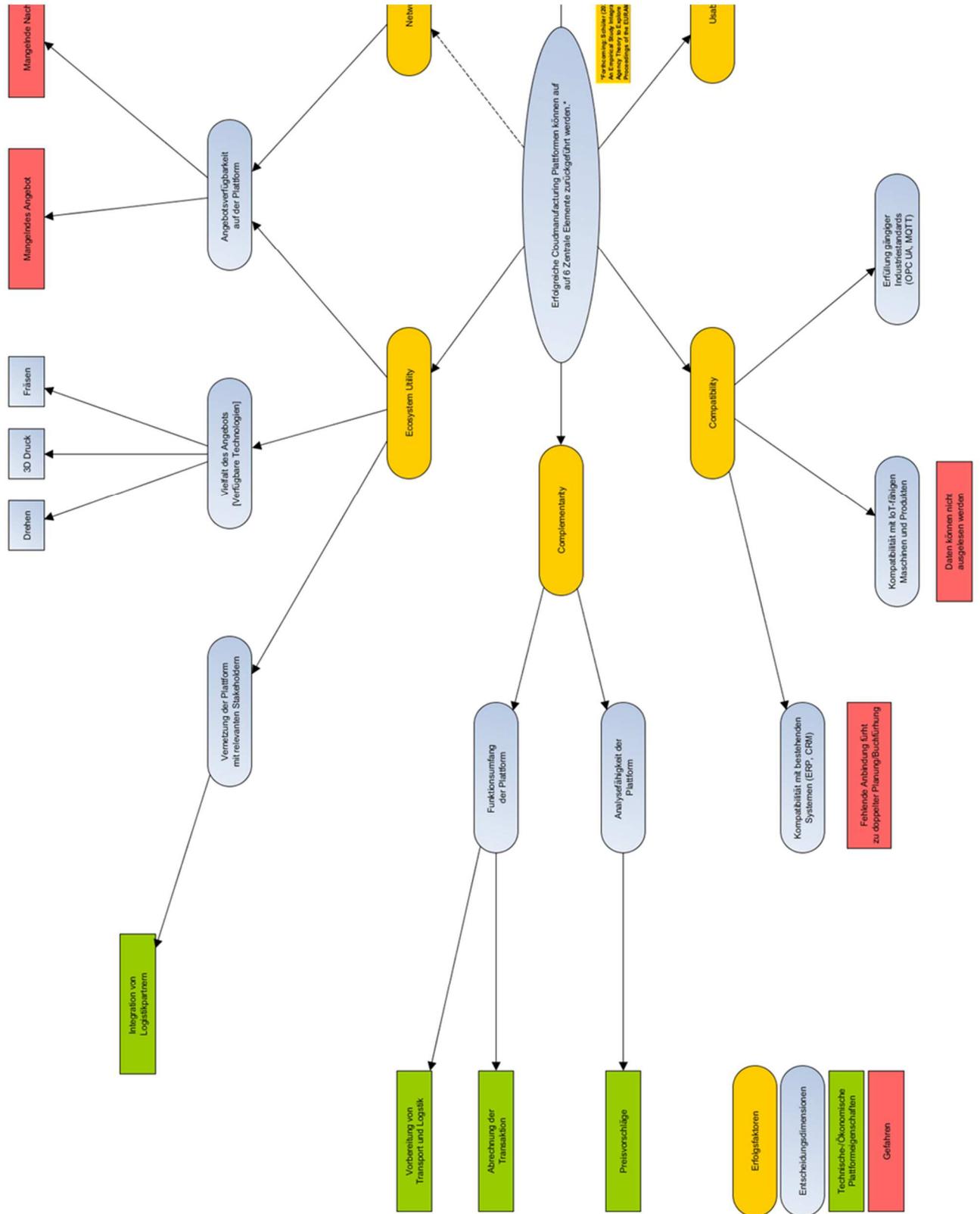


Abbildung 26: Vorläufiger Entscheidungsbaum (eigene Darstellung)

Anhang 3: Concept Map





Anhang 4: Plattform Canvas

VIII

<p><b>Projekt:</b> Erstellt von:</p>	<p><b>Unternehmen:</b></p>	<p><b>Datum:</b></p>	INTERNATIONAL PERFORMANCE RESEARCH INSTITUTE
<p><b>Plattform Canvas</b></p>	<p>Welche Transaktionskosten werden konkret durch die Plattform wie gesenkt?</p>		
<p>Was macht die Plattform?</p>	<p>Welchen Mehrwert bietet die Plattform?</p>	<p>Welche Teilnehmer im Ökosystem?</p>	
<p><b>Geschäftsmodell</b></p>	<p><b>Nachfrage und Monetarisierung</b></p>	<p><b>Angebot und Monetarisierung</b></p>	<p><b>USP</b></p>
<p>Existiert bereits eine vergleichbare Plattform?</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, die wichtigsten Wettbewerber sind: _____</p> <p>aber unsere entscheidenden Vorteile sind: _____</p>	<p><b>Marktreife:</b></p> <p>Akzeptanz der Nutzer vorhanden <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein   Hemmnisse: _____</p> <p>Zielmarkt und potenzielle Marktgröße: _____</p> <p>Wechselkosten der Nutzer bei Wechsel auf Plattform _____</p> <p>Gefahr des Envelopments? <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, durch: _____</p> <p><b>Entwicklung/Implementierung der Plattform:</b></p> <p>Sind ausreichende IT-Ressourcen vorhanden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein   Lösung: _____</p> <p>Benötigt die Plattform externe Ressourcen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein   Was: _____</p> <p>Prognostizierte Entwicklungsdauer bis zur Marktreife _____</p> <p>Prognostizierte Kosten zur technischen Umsetzung _____</p> <p>Können bestehende Vertriebskanäle genutzt werden? <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja   Welche: _____</p>		
<p><b>USP</b></p>	<p>Was ist unser unfair Advantage? Welche Stärken nutzen wir auf der Plattform?</p>		
<p><b>PoC</b></p>	<p>Stage 1 ILLI-Prototype</p>	<p>Stage 2 OLI-Prototype</p>	<p>Proof of Concept</p>
<p><b>Nutzen der Plattform im Unternehmenskontext</b></p> <p><i>Welche Ziele oder Wünsche haben Sie für die Plattform</i></p>			
<p><b>Fazit</b></p>			

## Anhang 5: Übersicht Prototyping Methoden

<p><b>Landing Page</b> A simple, digital web page that gives customers different pricing options.</p>  <p><b>Measurements:</b> unique views time spent on page call to action clicks email sign ups</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Wizard of Oz</b> Creating a customer experience and delivering value manually, with people instead of solely using technology. The interaction with the person and customer is invisible.</p>  <p><b>Measurements:</b> acquisition activation cycle time customer feedback cost</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Survey</b> A questionnaire used in the collection of information from a sample of customers about a specific topic.</p>  <p><b>Measurements:</b> jobs ranking pains ranking gains ranking net promoter score sean ellis score</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Online Ads</b> An online advertisement that clearly articulates a value proposition for a targeted customer segment with a simple, call to action.</p>  <p><b>Measurements:</b> views click through rate cost</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Clickable Prototype</b> Digital interface representation with clickable zones to simulate the software's reactions to customer interaction.</p>  <p><b>Measurements:</b> time to complete task customer feedback</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Customer Interview</b> A customer interview that is focused on exploring customer jobs, pains and gains in an open-ended fashion.</p>  <p><b>Measurements:</b> jobs ranking pains ranking gains ranking quotes</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Search Trend Analysis</b> The use of search data to investigate particular interactions among online searchers, the search engine, or the content during searching episodes.</p>  <p><b>Measurements:</b> test</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Video</b> A short animated video that focuses on explaining a business idea in a simple, engaging and compelling way, by using a clear and concise language, appealing and attractive visuals that quickly grab the viewer's attention.</p>  <p><b>Measurements:</b> unique views number of replays number of shares comments</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Split Test</b> A/B testing (also known as split testing) is a method of comparing two versions of a webpage or app against each other to determine which one performs better.</p>  <p><b>Measurements:</b> unique views conversions</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>
<p><b>Email Campaign</b> Email messages that are deployed across a specific period of time to customers with the purpose of learning about an assumption.</p>  <p><b>Measurements:</b> emails sent emails opened links clicked email responses</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Link Tracking</b> A unique, trackable hyperlink to more detailed information about your value proposition.</p>  <p><b>Measurements:</b> unique clicks source traffic number of shares</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>	<p><b>Call to Action</b> A piece of content intended to induce a viewer, reader, or listener to perform a specific act, typically taking the form of an instruction or directive</p>  <p><b>Measurements:</b> unique views conversion</p> <p><b>Strength of Evidence:</b> weak → strong</p>

## Anhang 6: Handlungsleitfaden



**IPH** Institut für Integrierte Produktion Hannover

**IPRI** INTERNATIONAL PERFORMANCE RESEARCH INSTITUTE

# KAP SHARE

## Leitfaden

Befähigung von KMU zum branchenübergreifenden Sharing von Produktionskapazitäten mittels digitaler Plattformen

IGF-Vorhaben 20801 N

## Inhalt

Ressourcenverschwendung durch Auslastungsschwankungen der Produktion .....	3
KapShare .....	5
Sharing-Economy .....	7
Kapazitäten-Sharing .....	8
Potenzielle Nutzertypen .....	10
Nutzung von Kapazitätssharingplattformen .....	12
Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Nachfrager .....	12
Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Anbieter .....	13
Auftrags-Matching .....	14
Auftragsdurchführung .....	14
Anforderungskatalog an eine Kapazität - Sharing-Plattform .....	16
Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitätssharing .....	18
Veränderung der Kennzahlen durch die Kapazitätsbeteiligung .....	19
Anwendungstool zur Eignung von Kapazitäten-Sharing .....	21
Anwendungstool aus Anbietersichtweise .....	23
Anwendungstool aus Nachfragersichtweise .....	24
Plattform-Anbieter .....	25
Informationen und Links .....	27
Literaturverzeichnis .....	28

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 20801 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wurde über die AIF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert

### Ressourcenverschwendung durch Auslastungsschwankungen der Produktion

Kleine und mittelständische Unternehmen haben prozessbedingt oftmals das gleiche Problem: Fehlende Informationen über die reale Auslastung des Maschinenparks. Auf der Maschinenebene spiegelt sich dies durch fehlende oder unstrukturierte Auslastungsdaten sowie Auslastungsschwankungen wider. Dies führt häufig zu ineffizienten Prozessen innerhalb der Fertigung. Hierdurch kommt es zu einer Unter- bzw. Überauslastung der Maschinen, welche jeweils mit wirtschaftlichen Nachteilen für das produzierende Unternehmen verbunden sind.

Eine Lösung dieser Probleme kann die Nutzung oder Weitergabe von Maschinenkapazitäten sein. In der Realität gibt es hierfür jedoch häufig einige Hemmnisse:

Überauslastung führt dazu, dass Aufträge nicht mehr bedient werden können. Um möglichen Auftragsversäumnissen entgegenzuwirken, können externe Anbieter aufgesucht werden, welche die benötigten Teile produzieren können. Jedoch gibt es hierfür keinen standardisierten Auswahlprozess, sondern geschieht meist durch individuelle und unsystematische Kommunikation zwischen einzelnen Fertigungsunternehmen. Das Angebot bzw. der Markt der Unternehmen, die freie Kapazitäten anbieten, ist intransparent und potenzielle Anbieter sind meist unbekannt. Durch Unwissenheit über externe Kapazitätsmöglichkeiten wird von den suchenden Unternehmen selten der optimale Anbieter für die Aufträge ausgewählt. Die Auswahl der Fertigungsunternehmen basiert häufig auf Grundlage von Branchenkenntnis, Weiterempfehlungen oder bereits bestehenden Geschäftsbeziehungen.

Darüber hinaus besteht bei einer Auftragsvergabe an Dritte rechtliche Unsicherheit bei der Übertragung von „Intellectual Property“. Eigene Kompetenzen („Know-How“), wie technische Zeichnungen, könnten an Dritte weitergegeben und von diesen kopiert und imitiert werden. Zur Absicherung müssen Geheimhaltungsvereinbarungen zwischen den Unternehmen abgeschlossen werden. Jedoch gibt es diesbezüglich kein standardisiertes Verfahren. Unternehmen sind aus diesem Grund häufig eher zurückhaltend bei der Vergabe von Aufträgen an unbekannte Unternehmen oder Konkurrenten zum Schutz sensibler Daten.

Ein ähnliches Problem gibt es bei der Unterauslastung von Maschinen. Häufig kann eine Maschine aufgrund von Auftragschwankungen nicht effizient genutzt werden. Die Maschine wird oftmals nicht vollständig ausgelastet oder zeitweise gar nicht genutzt. Dies führt zu fehlender Fixkostendeckung und damit zu höheren Produktionskosten für das produzierende Unternehmen. Um die Maschinen trotz dessen optimal auszulasten und möglichen Kapazitätsschwankungen vorzubeugen besteht die Möglichkeit freie Maschinenstunden an externe Betriebe weiterzugeben. Jedoch fehlt auch in diesem Fall die Transparenz über externe Bedarfe, sodass Betriebe nicht wissen, wem sie die freien Kapazitäten zur Verfügung stellen könnten. Die freien Maschinenkapazitäten bleiben hierdurch häufig ungenutzt.

Die Annahme von zusätzlichen Aufträgen kann jedoch auch Probleme hervorrufen. Es besteht unter anderem die Gefahr, dass spontane eigene Aufträge nicht bearbeitet werden können. Weiterhin müssen freie Kapazitäten zur Verfügung stehen und es muss in den unterstützenden Bereichen, wie im Lager und Warenausgang die Möglichkeit bestehen Kleinstaufträge mitaufnehmen zu können.

Ebenso besteht bei der Annahme von Aufträgen rechtliche Unsicherheit. Da es auch für diesen Fall kein standardisiertes Verfahren gibt, müssen die rechtlichen Grundlagen hierzu selbst erarbeitet und umgesetzt werden. Es muss gewährleistet werden, dass die Daten der Aufträge sensibel behandelt werden und keine Weitergabe der Daten erfolgt. Dies ist zeit- und kostenintensiv. Durch fehlende Kenntnisse und Erfahrung auf diesem Gebiet scheuen sich Unternehmen häufig freie Kapazitäten weiterzugeben.

Ein weiteres Problem stellt die Unwissenheit über Maschinen und geeignete Stückzahlen zum Kapazitätserhalt bzw. -weitergabe dar. Für viele Unternehmen ist es unklar, ab welcher Menge und für welche Produkte, Maschinentypen und Anwendungsfälle sich das Kapazitäten-Sharing lohnt.

Diese Probleme stellen häufig große Hemmnisse für Unternehmen dar, weshalb das Thema des überbetrieblichen Kapazitäten-Sharings für Unternehmen häufig unberührt bleibt.

**Aktuelle Hemmnisse**

- Fehlende oder unstrukturierte Auslastungsdaten auf Maschinenebene
- Fehlende Transparenz verfügbarer externer Kapazitäten
- Fehlende Transparenz über externe Bedarfe
- Individuelle und unsystematische Kommunikation
- Rechtliche Unsicherheit durch Übertragung von Intellectual Property

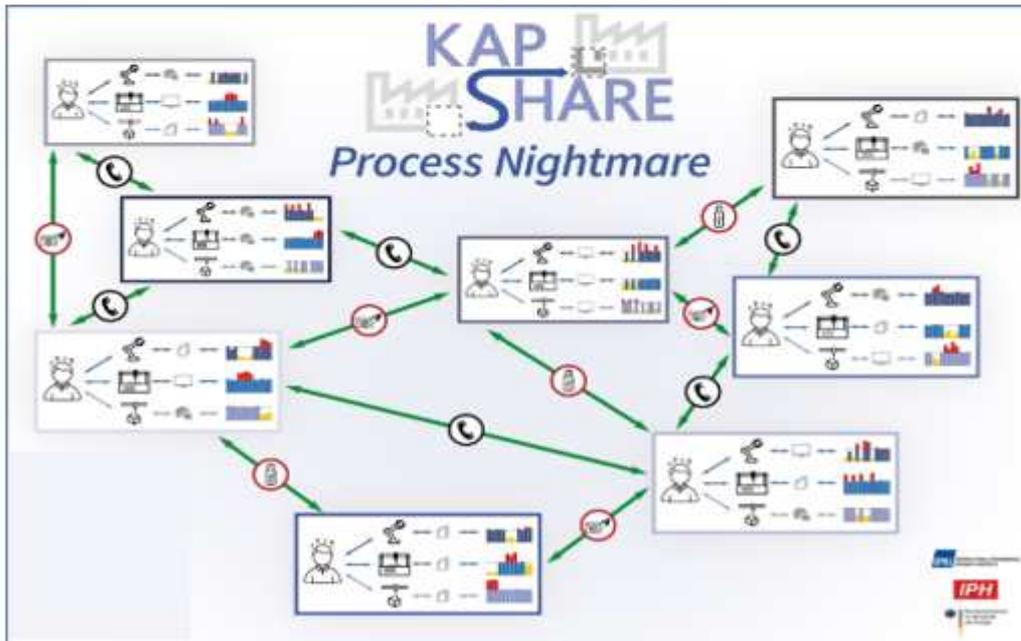


Abbildung 2: Prozess Nightmare, Quelle: KapShare (IPR) gmbH 2021

### KapShare

Das Forschungsprojekt „KapShare“ befasst sich mit ebendiesen Problemstellungen und versucht mittels digitaler Plattformen zum Kapazitäten-Sharing geeignete Lösungen zu finden.

Ziel des Projektes ist die Kompensierung von Kapazitätsschwankungen bei kleinen und mittelständischen Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe (KMU). Die KMU sollen befähigt werden Produktionskapazitäten branchenübergreifend mithilfe von „Kapazitäten-Sharing“ auszutauschen.

Das Forschungsprojekt befasst sich mit folgender übergeordneten Forschungsfrage:

Wie können kleine und mittelständische (KMU) Unternehmen mithilfe digitaler Plattformen Kapazitäten-Sharing nutzen, um Belastungsschwankungen zu kompensieren?

Abbildung 2 zeigt den Ablauf und die verschiedenen Arbeitspakete des Projektes.

Explizit wurden hierzu folgende weitere Forschungsfragen herausgearbeitet:

- Wie muss ein KMU-gerechter Referenzprozess für das Kapazitäten-Sharing ausgestaltet sein?
- Wann können KMU Maschinenstunden, unter Berücksichtigung der technischen, organisatorischen sowie ökonomischen Anforderungen, branchenübergreifend anbieten bzw. nachfragen?
- Welche Anforderungen müssen digitale Plattformen erfüllen, sodass KMU diese leicht verständlich und auf ihre Bedürfnisse ausgerichtet nutzen können?
- Welche Szenarien ergeben sich beim Kapazitäten-Sharing mittels digitaler Plattform und welche Beziehungen der Akteure (Anbieter, Nachfrager, Plattformbetreiber) bestehen hierbei?
- Wie lassen sich digitale Plattformen des Kapazitäten-Sharings aus Anwendersicht logistisch sowie ökonomisch bewerten?

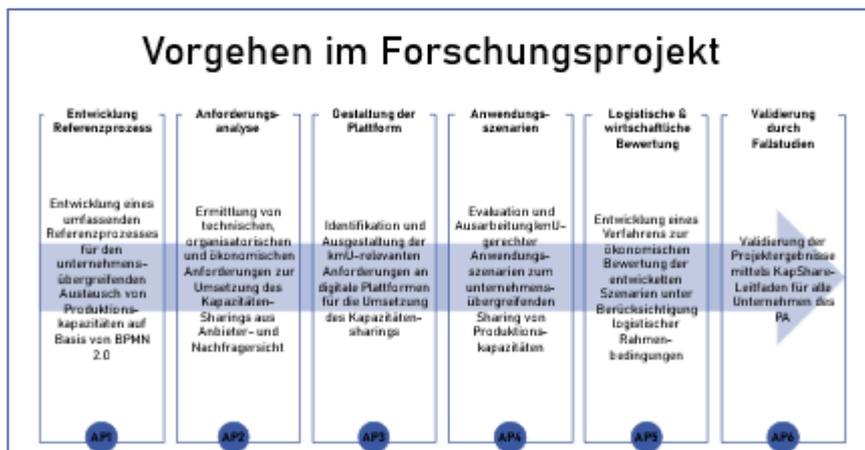


Abbildung 2: Projektablauf, Quelle: KapShare

Das Forschungsprojekt wurde vom International Performance Research Institute (IPRI) und dem Institut für integrierte Produktion Hannover (IPH) in Zusammenarbeit mit erfolgreichen Unternehmen aus dem Mittelstand erarbeitet. Gefördert wurde das Projekt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Das Projekt startete im Juli 2017 und endet im August 2021.

Durch die Zusammenarbeit mit folgenden Projektpartnern (Auswahl), konnten praxisnahe Lösungen gefunden werden:

- 3win Maschinenbau GmbH
- Bochumer Eisenhütte GmbH & Co. KG
- DMG Mori AG
- DPS Engineering GmbH
- Festo SE & Co. KG
- GTT - Gesellschaft für Technologie Transfer mbh
- Infocoin GmbH & Co. KG
- MFL-Leinetal GmbH
- Reiser AG Maschinenbau
- Rybak + Hofmann gvw-Technik GmbH & Co. KG
- Schieferle Technology GmbH
- Schuster-Engineering GmbH
- Software AG
- Südwestmetall
- Tech2 select GmbH
- TR Metallbearbeitung GmbH
- V-INDUSTRY GmbH
- WSTRO
- WRS Region Stuttgart
- WVS - Wirtschaftsverband für Industrieservice e.V.

Das **International Performance Research Institute (IPRI)** ist ein gemeinnütziges Forschungsinstitut auf dem Gebiet der Betriebswirtschaftslehre und betreibt angewandte Forschung auf dem Gebiet des Performance Management von Organisationen, Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. Dabei steht die Durchführung von öffentlich geförderten Forschungsprojekten und Studien im Vordergrund, außerdem die internationale Kooperation auf

dem Gebiet des Performance Management und die Kommunikation von wissenschaftlichen Ergebnissen in Form von Publikationen und Konferenzen.

Das Institut für **Integrierte Produktion Hannover (IPH) gGmbH** betrachtet die Produktion ganzheitlich. Von Computer Integrated Manufacturing (CIM) entwickelten sich die Themen hin zu Industrie 4.0 und Künstlicher Intelligenz. Das IPH forscht und entwickelt auf dem Gebiet der Produktionstechnik, berät Industrieunternehmen und bildet den ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchs aus. Gegründet wurde das IPH 1988 aus der Leibniz Universität Hannover heraus. Bis heute wird es als gemeinnützige GmbH von drei Professoren der Universität geleitet.

**Ihre Ansprechpartner:**

**IPRI - International Performance Research Institute gemeinnützige GmbH**



Fabian Schüler, M. Sc.  
Tel.+49 (0)711 62032 68-8005  
[fschueler@ipri-institute.com](mailto:fschueler@ipri-institute.com)  
<https://ipri-institute.com/>

**IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover**



Maren Müller, M. Sc.  
Tel. +49 (0)511 279 76-443  
[mueller@iph-hannover.de](mailto:mueller@iph-hannover.de)  
<https://www.iph-hannover.de/>

### Sharing-Economy

Seit Ihrer Entstehung vor mehr als 15 Jahren, wächst die Sharing Economy und breitet sich in immer weitere Bereiche aus. Neben dem linearen Vorgehen:

produzieren → vertreiben → einkaufen → behalten (über die gesamte Lebensdauer)

entstand ein neuer Denkansatz. Die Sharing Economy vertritt die Idee eines temporären Besitzes von Waren und Dienstleistungen. Es bezeichnet häufig die wirtschaftliche Aktivität von digitalen Plattformen. Durch diese wird es Kunden ermöglicht Zugang zu bestimmten Waren und Dienstleistungen zu erhalten. Außerdem werden die Transaktionen zwischen Nutzern und Anbietern durch ebensolche Plattformen erleichtert. Durch die Transaktionen auf den Plattformen findet in der Regel keine Übertragung von Eigentum statt. Der Fokus von Sharing Economy Plattformen liegt darin, das Kundenerlebnis zu steigern und Abwicklungsprozesse zu vereinfachen (Gesing 2017). Die Verbreitung der Sharing Economy ist bislang sehr stark auf den Consumer-Bereich (Consumer-to-Consumer) fokussiert. Nachfolgend in Abbildung 3 sind einige bekannte Plattformen aufgelistet die Sharing Economy betreiben.

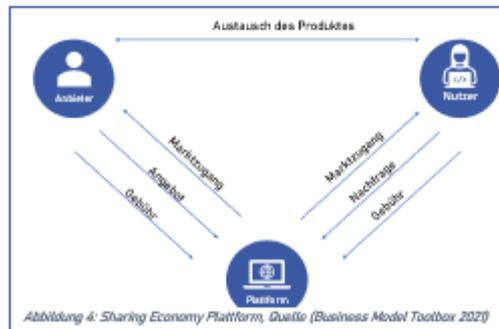
Die kollaborative Nutzung von Gütern erfährt eine stetig wachsende wirtschaftliche Bedeutung; Vertreter hierfür sind



Abbildung 3: Beispiele Sharing Economy; Quelle (Steinmetz 2019)

innovative Tausch- und Verleihplattformen oder Vermittlungsbörsen für geteilte Güternutzung. Ihr Kerngedanke ist das Teilen unterausgelasteter Ressourcen - Gegenstände, Räume, Fertigkeiten - gegen monetäre sowie nicht-monetäre Kompensation. Digitale Plattformen dienen als Enabler dieser Geschäftsmodelle und haben den Vorteil, dass die geteilte Nutzung materieller Güter wie bspw. Werkzeuge, Unterkünfte oder Fahrzeuge zu geringen Transaktionskosten ermöglicht wird.

Abbildung 4 beschreibt den typischen Aufbau einer Sharing Economy Plattform. Durch die Plattform erhalten sowohl Anbieter und Nutzer einen Marktzugang. Der Anbieter kann über die Plattform Angebote erstellen, der Nutzer seine Nachfrage befriedigen. Anbieter vermitteln an die Plattformen bspw. eine Mietgebühr, welche dann an die Nutzer weitervermittelt wird. Die Transaktionen werden durch die Plattform abgewickelt. Üblicherweise entrichten Anbieter darüber hinaus eine Servicegebühr an die Plattformbetreiber.



### Kapazitäten-Sharing

Nach dem Prinzip der Sharing Economy fokussiert sich das Forschungsprojekt **KapShare** auf branchenübergreifendes Sharing von Maschinenkapazitäten.

Ein volatiles, intransparentes Marktumfeld führt zu Belastungsschwankungen bei den Produktionskapazitäten im verarbeitenden Gewerbe, die sich innerhalb der Produktion in Über- bzw. Unterauslastung von Maschinen widerspiegeln. Überauslastung führt dazu, dass Aufträge nicht bedient werden können. Unterauslastung hingegen führt zu fehlender Fixkostendeckung und damit zu höheren Kosten. **KMU** leiden aufgrund ihres homogenen und fokussierten Angebots häufig unter diesen Schwankungen. Eine mögliche Lösung zur Kompensation dieser Schwankungen ist es, Produktionskapazitäten branchenübergreifend auszutauschen.

Speziell eignen sich hierfür Maschinenstunden von universellen Produktionsmaschinen, da diese zum einen eine höhere Variantenfertigung und zum anderen geringe Rüstkosten verursachen. Das Kapazitäten-Sharing erfolgt mittels einer digitalen Plattform.

Auf einer digitalen Plattform ist es möglich Maschinenstunden am Markt anzubieten, um eine optimale Auslastung der Maschinen zu gewährleisten. Bei Überbelastung der Maschinen können passende Kapazitäten eingekauft werden.

Im folgenden Beispiel sowie in Abbildung 5 wird dies genauer erläutert.

Zwei Unternehmen unterschiedlicher Branchen (A: Kolbenhersteller und B: Werkzeughersteller) sind auf einer gemeinsamen Plattform, um Kapazitäten zu teilen. Beide Unternehmen stehen nicht in direkter Konkurrenz. Durch die verschiedenen Branchenzugehörigkeiten sind beide Unternehmen von unterschiedlichen Branchenzyklen betroffen. Dies hat zur Folge, dass die Hoch- und Tiefphasen antizyklisch verlaufen. D.h. A hat in einer Phase hoher Auslastung Bedarf an Maschinenstunden für das Planfräsen von Oberflächen, B hingegen befindet sich aktuell in einem schwachen Marktumfeld, besitzt jedoch die gewünschte freie Maschinenkapazität. Die digitale Plattform bietet beiden die Möglichkeit, Angebot und Nachfrage zu finden.

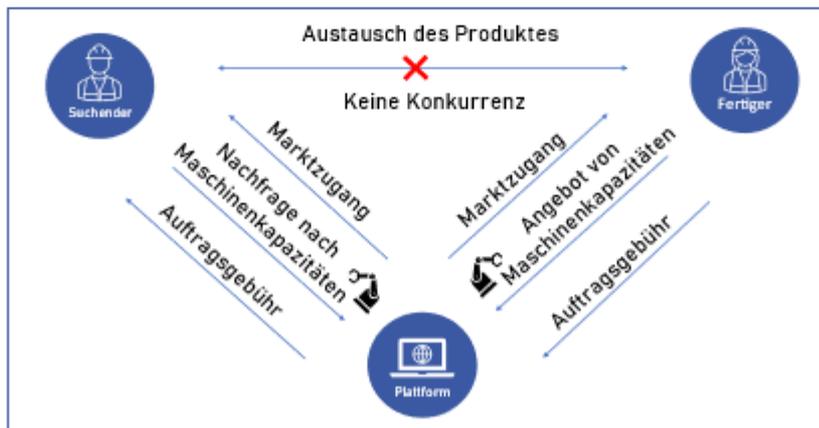


Abbildung 5: Vorgänge auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform, Quelle: **KapShare**

**Welchen Mehrwert bietet Kapazitäten-Sharing?**

- ✓ Generierung eines sehr breiten Markt-zugangs durch branchenübergreifende Kunden und Fertiger
- ✓ Mehr Geschwindigkeit bei Transaktionen durch direkte Abwicklung über die Plattform
- ✓ Hohe Transparenz bei der Auswahl der Kunden und Fertiger
- ✓ Feedbacksysteme zur Bewertung der Austauschpartner
- ✓ Austausch von **Know-How** auf verschiedenen Gebieten
- ✓ Ermöglichung neuer Fertigungsverfahren
- ✓ Vereinfachung von Angebotsvergleichen
- ✓ Digitale und strukturierte Kommunikation

**Welche Probleme gibt es derzeit noch beim Kapazitäten-Sharing?**

Derzeit gibt es unter anderem folgende Probleme bei der Entscheidung über die Nutzung von Kapazitäten-Sharing:

- Probleme bei der Annahme von Aufträgen (z.B. Risiko, dass eigene Aufträge nicht bearbeitet werden können)
- Probleme bei Vergabe von Aufträgen (z.B. Risiko, dass Know-how an Dritte weitergegeben werden muss)
- Ungewissheit: ab welcher Menge und für welche Anwendungsfälle (Produkte, Maschinentypen etc.) lohnt sich das Kapazitäten-Sharing?

Weiterhin gibt es Probleme bei der praktischen Umsetzung:

- **KMU** wissen nicht, welche anderen Unternehmen Kapazitäten benötigen oder anbieten, und wie bzw. unter

welchen Umständen digitale Plattformen für das Kapazitäten-Sharing genutzt werden

- Es sind bereits viele Lösungen zur digitalen Beauftragung von **Lohnfertigung** am Markt verfügbar
- Bislang kaum Plattformen mit Fokus auf **Kapazitäten-Sharing** verfügbar

**Für wen ist das Kapazitäten-Sharing geeignet?**

Der Fokus von **KapShare** liegt auf **KMU**, aus dem produzierenden Gewerbe wie Sachleistungsbetriebe, Handwerks- und Industriebetriebe. Diese Unternehmen haben oft eine Nachfrage nach kurzfristigen zusätzlichen Maschinenstunden oder ein Angebot an überschüssigen Kapazitäten. Weiterhin ist das Bearbeitungsverfahren entscheidend. Besonders zum Kapazitäten-Sharing eignen sich **Standardmaschinen**, welche ein breites Auftragsportfolio bedienen können (bspw. 5-Achs-Bearbeitungszentren). Alternativ eignen sich auch Spezialmaschinen (bspw. Hohnmaschinen, Drahterodieren), welche sonst ausschließlich für wenige geeignete Aufträge genutzt werden können. Folgende Bearbeitungsverfahren sind zum Kapazitäten-Sharing geeignet:

- **Additive Fertigung (keramikbasiert; LCM, SLA, RC, NPJ, LLM, LOM, SLS, BJ, 3DP)**
- **Additive Fertigung (metallbasiert; EBW, LMD, LPD, WAAM, LENS, PEM, DOD, NPJ, LLM, LOM, UAM, EBM, LBM, SLM, SLS, BJ, 3DP)**
- **Additive Fertigung (polymerbasiert)**
- **Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen, Stanzen, Tiefziehen)**
- **CNC-Drehen**
- **CNC-Fräsen**
- **Kunststoffverarbeitung (Spritzgießen, Extrudieren)**
- **Rohrbearbeitung / Rohrbiegen**
- **Schweißen**

### Potenzielle Nutzertypen

Im Rahmen von **KapShare** wurden 3 potenziell geeignete Nutzertypen für das Kapazitäten-Sharing identifiziert. Sie unterscheiden sich in ihren Voraussetzungen, Zielen und Problemstellungen und nehmen hierdurch unterschiedliche Rollen auf der Plattform ein. Der Fokus bei den Betrachtungen lag auf **kmU**, bei denen es sich um produzierende Unternehmen handelt.

Bei der **ersten Gruppe** handelt es sich um **kmU** mit Produktionsmöglichkeiten, die großen Auftragschwankungen unterliegen. Diese Gruppe kann abwechselnd die Rolle des **Anbieters oder Nachfragers** erfüllen. Durch Überstunden, Kurzarbeit und Maschinenüberbelastung oder Leerzeiten aufgrund von Auftragschwankungen können hohe Kosten entstehen. Ziel dieser Gruppe ist es, dieses Ungleichgewicht durch die Nutzung von **KapShare** ausgleichen zu können. Ebenso kann diese Persona-Gruppe das Kapazitäten-Sharing zum Testen neuer Ideen nutzen, muss sich dabei aber auch dem Risiko der Datenübermittlung und Verwendung durch andere Unternehmen stellen. Ein weiteres Risiko könnte darin bestehen, dass eigene Aufträge nicht bearbeitet werden können, da Maschinen schon mit externen Aufträgen belegt sind. Allgemein besteht bei der Nutzung des Kapazitäten-Sharing die Gefahr von entstehenden Abhängigkeiten zwischen den teilnehmenden Unternehmen der Plattform.

Bei der **zweiten Gruppe** handelt es sich um Kleinst- und Kleinbetriebe, wie Handwerksbetriebe, Heimwerker oder Handelsbetriebe. Bei dieser Gruppe besteht der Bedarf nach zusätzlichen Standardwerkzeugen. Die Möglichkeit zur Anschaffung einer Maschine und somit zur eigenen Produktion fehlt diesen Betrieben aufgrund von mangelndem Platz, zu geringen

Lagerkapazitäten oder zu geringen finanziellen Mitteln. Die Persona-Gruppe 2 ist somit nur als **Nachfrager** beim Kapazitäten-Sharing zu betrachten. Ihre Ziele liegen in einer einfachen, schnellen Produktion zur Verbesserung ihrer Möglichkeiten am Absatzmarkt. Durch **KapShare** besteht die Möglichkeit neue Kontakte zu Unternehmen oder Lieferanten zu knüpfen, möglicherweise ihr **Know-How** weiterzuentwickeln und ihr Wachstum zu fördern. Die Herausforderungen bei dieser Gruppe liegen bei der Bereitstellung der benötigten Daten und der möglichen mangelnden Qualität der Daten aufgrund von fehlendem Fachpersonal sowie der Teilnahme von Privatpersonen am Sharing.

Die **dritten Nutzergruppe** setzt sich aus **kmU** zusammen, die keine Möglichkeit zur eigenen Produktion besitzen. Sie agieren beim Kapazitäten-Sharing ebenfalls nur als **Nachfrager**. Diese Unternehmen können durch **KapShare** ihren Innovationsprozess beschleunigen, da sie über das Sharing neue Produkte mit geringem Kostenaufwand testen können. Sie können ihre Angebotsvielfalt erhöhen und mögliche Fehlinvestitionen in Maschinen vermeiden. Das Risiko der Persona-Gruppe 3 besteht darin, dass Konkurrenzunternehmen von den Ideen profitieren. Deshalb ist die Vertrauenswürdigkeit der Plattform bei dieser Gruppe von großer Bedeutung.

Im nachfolgenden Schaubild werden die Personengruppen nochmals zusammengefasst.



### Nutzung von Kapazitäts-sharingplattformen

Aktuell gibt es schätzungsweise 33 Unternehmen und Plattformen im deutschen Lieferraum, die das digitale Kapazitäts-sharing ermöglichen und entsprechende Lösungen anbieten. Basierend auf den Prozessen dieser Anbieter und mit Hilfe der Projektpartner des Kapshare-Forschungsprojektes wurde eine vollständige Übersicht aller notwendigen Arbeitsschritte für ein automatisiertes Kapazitäts-Sharing entwickelt. Diese werden nun vorgestellt und sollen interessierten Unternehmen dazu dienen, sich selbst ein Bild der relevanten Prozessschritte machen zu können und diese auch bei der Auswahl einer Plattform kritisch prüfen zu können. Dies ist insofern wichtig, da keine der bislang am Markt befindlichen Lösungen alle aufgeführten Prozessschritte berücksichtigt.

### Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Nachfrager

Der Nachfrager hat zunächst eine Registrierung auf der Plattform vorzunehmen. Dazu füllt er üblicherweise zu Beginn ein Formular aus, welches das Unternehmensprofil mit den Kontaktdaten, der Branche und der Region des Lieferanten

beinhaltet. Nach Sendung des Kontaktformulars überprüft der Plattformanbieter die Daten auf Korrektheit und legt ein Unternehmensprofil an.

Der Nachfrager kann nun ein Angebot erstellen. Danach kommt es zur Auftragsstellung durch den Nachfrager. Hierbei wird zwischen den Auftragsstammdaten und den technischen Stammdaten unterschieden.

Zu den Auftragsstammdaten zählt das Datum des Angebots und der Lieferung, die Bestell- oder Referenznummer, Stückzahl und möglicherweise eine Stückliste, wenn es sich bei dem Auftrag um mehrere Teile handelt. Auch Aussagen über die Lieferzeit, die Angabe der Kontaktdaten, der Stückpreis und die Stückzahl werden im Rahmen der Auftragsstammdaten abgefragt.

Zu den technischen Stammdaten gehört das Material, das gewünschte Fertigungsverfahren, die maximalen Abmessungen des Produkts, weitere fertigungsspezifische Daten sowie relevante Modelle und Zeichnungen. Des Weiteren kann der Nachfrager dem Anbieter meist ergänzende Kommentare hinterlassen. Bei Bedarf besteht häufig auch die Möglichkeit der Durchführung eines technischen Gesprächs. Nach der Aufnahme der Daten wird der Auftrag veröffentlicht. Sobald dies geschehen ist, erhält der Nachfrager eine Benachrichtigung.

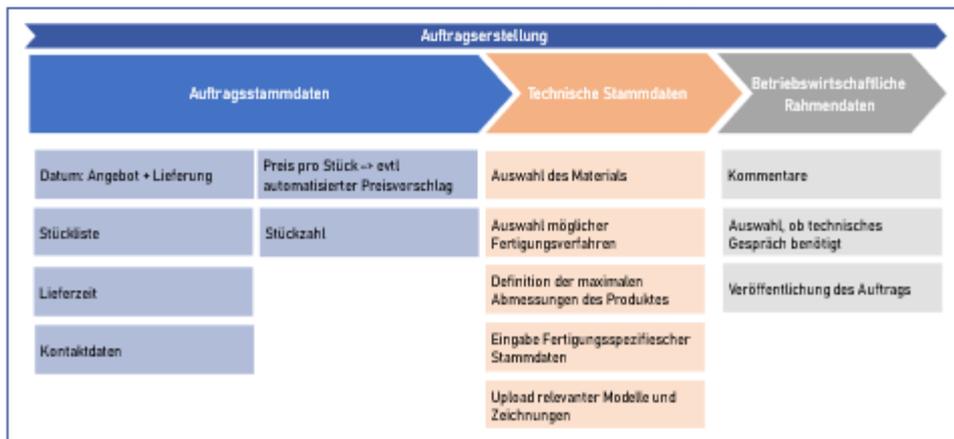


Abbildung 4: Auftragsstellung. Quelle: KapShare

### Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Anbieter

Als Anbieter von Maschinenkapazitäten wird von den Interessenten eine Registrierung und die Eingabe ihrer Daten gefordert. Der Anbieter registriert sich mit Hilfe seiner Mailadresse und eines Passworts. Darauf folgt meist ein umfangreicher Initialisierungsprozess, um die Anmeldung abzuschließen.

Im Initialisierungsprozess gibt der Anbieter allgemeine Daten zu seinem Unternehmen, wie die Größe, die Mitarbeiteranzahl und den Standort an. Im Anschluss daran werden die technischen Daten erhoben. Es wird festgehalten welche Produkte das Unternehmen im Regelfall produziert und welche Verfahren dabei verwendet werden. Im nächsten Schritt folgt die Eingabe der technischen Leistungsfähigkeit, der einzelnen Maschinen des Maschinenparks und der verwendeten Geräte. Der relevante Maschinenpark wird häufig direkt ausgewählt. Für einen Qualitätsnachweis kann das Unternehmen Zertifikate, Referenzkunden und Empfehlungen eintragen.

Wenn diese Schritte durchlaufen sind, wird das Unternehmen durch die Plattform ve-

rifiziert und das Anbieterprofil wird vervollständigt. Nach dem Initialisierungsprozess kommt es zur Aufnahme der betriebswirtschaftlichen Rahmendaten. Dabei handelt es sich zum einen um die Aufnahme des potenziell zu bearbeitenden Materials. Zum anderen um die Aufnahme der statischen Maschinenparameter je Maschine sowie der dynamischen Fertigungsparameter, wie z. B. des Stundensatzes für einen Programmierer oder Werker. Die eingegebenen Daten aus dem betriebswirtschaftlichen Rahmen werden zusammen mit allen relevanten Daten für das Kapazitäten-Sharing und den individuellen Auslastungsparametern in einer Cloud gesammelt.

Mit Hilfe der gewonnenen Daten kann darauffolgend die Bewertung des Anbieters vorgenommen werden. Die Bewertung bezieht sich auf die Seriengröße bzw. die Stückzahl, die der Anbieter produzieren kann, die Region, in der das Unternehmen ansässig ist, das Qualitätsniveau, die Prüfmethoden, die durchgeführt werden und auf den möglichen Liefertermin. Später im Prozess werden dieselben Kriterien auch auf die Anfragen der Nachfrager angewendet und die größtmögliche Schnittmenge identifiziert.

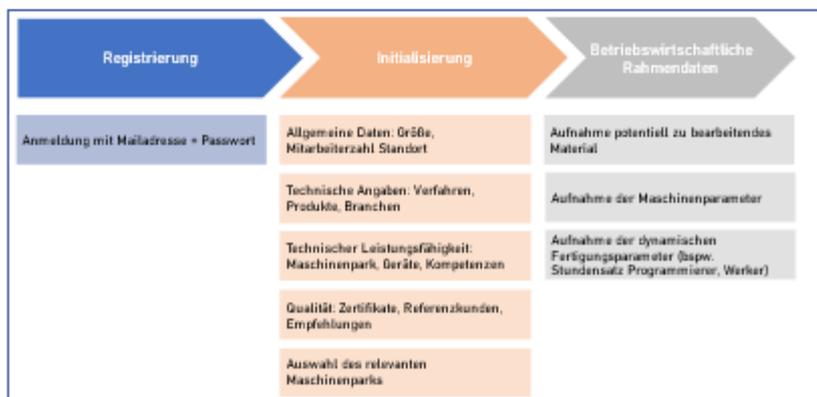


Abbildung 7: Registrierung auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform als Anbieter; Quelle: KapShare

### Auftrags-Matching

Haben Anbieter und Nachfrager ihre Daten eingegeben, kann die Plattform den Auftrag mit den in der Cloud gesammelten Daten vergleichen und passende Anbieter für den Auftrag auswählen. Dabei kommt es zu einem automatisierten **Auftragsmatching** zwischen Anbieter und Nachfrager. Im nächsten Schritt erhält der Anbieter eine Anfrage. Diese kann automatisiert oder manuell versendet werden. Handelt es sich um einen manuellen Prozess besteht die Möglichkeit des Direktkontakts zwischen Anbieter und Nachfrager, um den Auftrag zu realisieren.

Im Rahmen des **Auftragsmatchings** bewerten Anbieter die Machbarkeit und geben gegebenenfalls ein Angebot ab. Wenn sie ein Angebot abgeben möchten, sind sie dazu angehalten, genauere Daten wie die Stückzahl, den Zeitbedarf, die zu erwartenden Kosten und den Lieferanten anzugeben. Entscheidet sich der Anbieter dazu kein Angebot abzugeben, endet der Prozess für ihn an dieser Stelle. Die abgegebenen Angebote werden in einer Angebots-Datenbank gesammelt.

Aus dieser Datenbank kann der Nachfrager den für sich passenden Anbieter auswählen. Falls kein passender Anbieter vorhanden sein sollte, endet der Prozess an dieser Stelle für den Nachfrager. Das **Auftragsmatching** ist in Abbildung 8 dargestellt.

### Auftragsdurchführung

Nachdem der Nachfrager ein passendes Angebot ausgewählt hat, kommt es zur Auftragsdurchführung durch den Anbieter. Die Auftragsbearbeitung beim Anbieter beginnt mit dem Auftragseingang. Wurde ein Auftrag vergeben, erhält der Anbieter den Auftrag, bearbeitet diesen nach den bestehenden Voraussetzungen und dokumentiert dabei jeden seiner Produktionsschritte, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Nach der Fertigung kommt es zu einer Qualitätsprüfung beim Anbieter, der daraufhin einen Nachweis über die Unversehrtheit des Produktes erstellt. Das Produkt und die erstellten Nachweise werden im Anschluss versendet. Die Rechnung wird automatisch durch die Plattform erstellt und an den Nachfrager übermittelt.

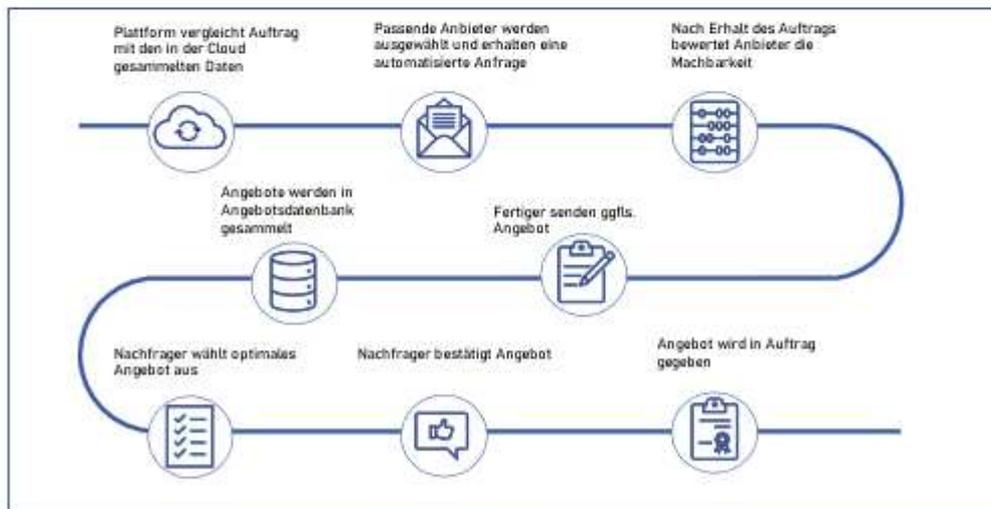


Abbildung 8: Auftragsdurchführung Quelle: KapShare

Daraufhin erhält der Nachfrager die Ware und überprüft diese. Dabei wird zunächst die Verpackung auf Beschädigungen untersucht. Danach werden Stückzahl und Zustand kontrolliert. Falls die Ware nicht in Ordnung ist, wird das Nachforderungsmanagement aktiviert und die Ware wird ggf. an den Anbieter zurückgesendet, der diese erneut bearbeitet.

Ist die Ware in Ordnung, wird die bereits erhaltene Rechnung durch den Nachfrager beglichen, wodurch der Prozess des Kapazitäten-Sharings für diesen endet. Der Nachfrager erhält von der KapShare-Plattform nach Bezahlung der Rechnung eine Zahlungsbestätigung. Die Plattform erstellt eine automatisierte Gutschrift des Rechnungsbetrags abzüglich der Provision für den Anbieter. Auch für diesen ist der Prozess nach Erhalt der Zahlung beendet.

### Exkurs: Weiterentwicklung der Kapazitäten-Sharing-Szenarien am Beispiel von V-Industry

Ein häufiges Problem bei dem Initialisierungsprozess des Anbieters sind unvollständige Informationen über die reale Auslastung des Maschinenparks. Um exakte Informationen über die Auslastung des Maschinenparks zu erhalten, hat die Plattform „V-Industry“ eine Kommunikationsbox zur Hardwarekonnektierung „V-OX“ entwickelt, die mit dem Maschinenpark verbunden werden kann. Diese Kommunikationsbox gibt die genauen Auslastungsdaten an das System weiter. Ist eine Maschine nicht vollständig ausgelastet werden die verfügbaren Kapazitäten automatisch auf der Plattform angeboten und den passenden Aufträgen zugeordnet. So kann gewährleistet werden, dass alle Unternehmen die gleichen Chancen bei der Vergabe von Aufträgen erhalten.

Die Auswahl des relevanten Maschinenparks wird im Initialisierungsworkshop

getroffen. Nach Prüfung erhalten die geeigneten Maschinen eine Kommunikationsbox, welche dann mit dem System verbunden wird. Wenn das Unternehmen diese Schritte erfolgreich durchlaufen hat, wird es durch die Plattform verifiziert und das Anbieterprofil wird vervollständigt.

#### Weitere Veröffentlichungen zu KapShare:

Müller, M., Schüler, F., Fritsch, B., & Stojnis, M. (2020): **Sharing von Produktionskapazitäten mittels digitaler Plattformen**, in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115. Auflage, Nr. 4, S. 257-261.

Dimitri, P., Schüler, F. (2021): **Einfluss plattformbasierter Ökosysteme auf unternehmensübergreifende integrierte Wertschöpfungsnetzwerke**, in: Schulz, T. (2021): **Wertschöpfungsnetzwerke mit digitalisierten Dienstleistungen etablieren: Mit Lean-Service-Zyklus und Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme zum Erfolg Industrie 4.0**, Beuth Verlag 2021.

Radiobeitrag WDR5 Profit: Kapazitäts-Sharing in der Produktion, 04.03.2020  
<https://www1.wdr.de/mediathek/audio/wdr5/wdr5-profit-aktuell/index.html>

IPRI Podcast:  
 Forschung für den Mittelstand: Folge 1 KapShare

## Anforderungskatalog an eine Kapazität – Sharing-Plattform

Um die praktische Umsetzung von Kapazitäten-Sharing Plattformen besser zu verstehen und herauszufinden, welche Eigenschaften eine solche Plattform erfüllen muss, um erfolgreich Kapazitäten-Sharing betreiben zu können, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes verschiedene Anforderungen herausgearbeitet:

### 1. Onlineanmeldung Anbieter:

Es muss eine freie, automatisierte online Registrierung für neue Anbieter möglich sein. Elementare Firmendaten hierfür sind:

- Unternehmensbezeichnung, Unternehmensgröße, Standort, Kontaktdaten, Ansprechperson(en)
- Branche
- Leistungsportfolio (Maschinenpark, Bearbeitungsverfahren, Materialien, Dimensionen)
- Qualifikationen (Zertifizierung, Referenzkunden, Empfehlungen, ...)
- Prüfmethoden
- Unternehmenssoftware, Schnittstellen, Kommunikationstools, Datenformate, Anbindung an ERP/ME
- Eingabefeld für sonstige Anmerkungen und Ergänzungen

### 2. Initialisierungsworkshop (optional):

Ein Initialisierungsworkshop ist stark zu empfehlen, um das notwendige Vertrauen der Nutzer zur Plattform und dem Plattformbetreiber als Intermediär aufzubauen.

### 3. EDV-Integration des Fertigungspartners

Nach der Freigabe des Partners, können die Maschinen in das Fertigungsnetzwerk integriert werden. Hierfür muss eine entsprechende Hardware verfügbar sein, die es ermöglicht die Auslastung einzelner Maschinen zu

messen. Ist diese Hardware nicht verfügbar, ist eine Nachrüstung vorzunehmen.

### 4. Automatisierte Preiskalkulation (optional)

Wird eine automatisierte Preiskalkulation im Fertigungsnetzwerk angestrebt, müssen neben den statischen Maschinenparametern, auch dynamische Fertigungsparameter aufgenommen werden (bspw. Rüstkosten und Rüstzeiten, Kalkulatorische Kosten der Mitarbeiter usw.).

### 5. Online-Anmeldung Nachfrager

Es sollte zudem eine aufwandsarme und freie online Registrierung für neue Nachfrager möglich sein.

Hierbei sollten mindestens die folgenden Daten erfasst werden:

- Unternehmensbezeichnung, Umsatzsteuer ID
- Kontaktdaten und Ansprechperson(en)
- Branche, gewünschte Region des Lieferanten

### 6. Auftragserstellung

Für die Auftragserstellung müssen genaue und vollständige Daten bezüglich des Auftrags vorliegen

- Kontaktdaten des Bestellers
- CAD-Datei in den unterstützten Dateiformaten (STEP, STL, DXF)
- Zeichnung im PFD Format und ergänzende Modelle
- gewünschter Liefertermin bzw. Lieferzeitraum & Stückzahl
- ggf. Preisvorstellung
- zusätzliche Anmerkungen (über Kommentarfeld)
- notwendige Zertifizierungen des potenziellen Auftragnehmers

### 7. Machbarkeitsprüfung des Auftrags

Hinsichtlich des Auftrags ist vorab eine Machbarkeitsprüfung der angegebenen Teile notwendig und damit einher-

gehend ggf. ein entsprechendes Feedback (Produktionsempfehlungen oder Warnungen) an den Auftragssteller.

#### 8. Überprüfung der technischen Eignung der Maschinen im Netzwerk

Auf Basis der vollständigen und validierten Daten des Auftrags sowie der registrierten Maschinen im Netzwerk, erfolgt ein Abgleich der notwendigen Maschinenparameter des Auftrags mit den hinterlegten statischen Maschinenparametern des Netzwerks.

Wird beim ~~Matching~~ kein Treffer erzielt, müssen die ausgewählten Fertigungsverfahren sowie die Auftragsparameter geprüft werden.

#### 9. ~~Matching~~

Im Anschluss an die Identifikation der fähigen Maschinen im Produktionsnetzwerk müssen die potenziell wirtschaftlichsten Anbieter automatisiert ausgewählt und angesprochen werden, um die manuelle Angebotserstellung auf das nötige Mindestmaß zu reduzieren. Für optimale ~~Matchingergebnisse~~ sollten die Finanzkennzahlen der jeweiligen Produktion berücksichtigt werden.

#### 10. Angebot erstellen bzw. Anfrage ablehnen

Für die Angebotsgenerierung existieren verschiedene Optionen, die in Abhängigkeit des jeweiligen Anwendungsfalls gewählt werden können:

- Manueller Prozess: Manuelle Sichtung und Bearbeitung der Anfragen durch den Produktionspartner
- Semi-automatisierter Prozess: Die Freigabe erfolgt im semi-automatischen Prozess analog zum manuellen Prozess. Zentraler Unterschied: Der Produktionspartner erhält auf Basis vorangegangener Aufträge im Netzwerk einen Preisvorschlag.

- Automatisierter Prozess: Angebotsgenerierung mit automatisierter Preiskalkulation. Insbesondere bei komplexen Bauteilen mit vielen Eingangsgrößen wird in diesen Fällen zunehmend auf künstliche Intelligenz zurückgegriffen.

#### 11. Angebotsselektion und Annahme/Ablehnung der Angebote

Zur einfachen Bewertung der eingegangenen Angebote sollte sowohl eine Sortiermöglichkeit hinsichtlich des Preises sowie der Lieferzeit bereitgestellt werden. Für abgelehnte Angebote sollte ein Feedbacksystem implementiert werden. Nach Annahme des Angebots sollten alle relevanten Auftragsdokumente automatisiert an den Produktionspartner versendet werden.

#### 12. Auftragsabwicklung

Die Abwicklung, Qualitätsprüfung, Dokumentation und der Versand des Fertigungsauftrags erfolgt durch den Produktionspartner ohne Einfluss der Plattform.

#### 13. Erhalt und Kontrolle der Ware

Bei Wareneingang wird die Ware vom jeweiligen Kunden hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Härte, Rauheit, Maße) und ihres Zustandes überprüft. Zudem werden die Stückzahlen, die Einhaltung der Verpackungsvorschrift und die jeweiligen Dokumente sowie Nachweise (bspw. einzelner Prozessschritte) kontrolliert.

#### 14. Zahlungsabwicklung

Die Plattform generiert die Rechnung für den Auftrag und sendet diese an den Auftraggeber. Ebenso erhält sie den Rechnungsbetrag vom jeweiligen Auftraggeber. Nach Leistungsabnahme leitet die Plattform die Zahlung abzüglich der Provision an den Auftragnehmer weiter.

### Logistische und wirtschaftliche Bewertung des Kapazitäts-Sharing

Um Herauszufinden, ob die Teilnahme auf einer Kapazitäten-Sharing-Plattform für ein Unternehmen von Vorteil ist, sollten die Unternehmen wissen, wie sich ihre wirtschaftlichen und logistischen Indikatoren voraussichtlich verändern können. Zu diesem Zweck wurden mögliche relevante Indikatoren identifiziert und aufgelistet. In einem zweiten Schritt wurden je nach Szenario bzw. Ausgangssituation die Veränderungen für Lieferanten und Nachfrager herausgearbeitet. Dazu wurden mit Experten Standardszenarien für die jeweils zu erwartenden Veränderungen ermittelt. Folgende Liste mit relevanten Indikatoren für das Kapazitäten-Sharing wurde erstellt:

Logistische Kennzahlen	Wirtschaftliche Kennzahlen
Lieferzeiten	Transportkosten
Ausfallzeiten	PPS-Kosten
Durchlaufzeiten	Lagerkosten
Termintreue	Produktionskosten
Maschinenauslastung	Leerkosten
Personalauslastung	Qualitätskosten
Bestände	
Losgrößen	
Rüstzeiten	

- **Lieferzeit:** Zeitspanne von der Auftragserteilung bis zur Erfüllung
- **Stillstandszeiten:** technische Störungen und andere nicht eingeplante Stillstandszeiten
- **Durchlaufzeit:** Zeit, die vom Start der Produktion bis zur Fertigstellung benötigt wird. (Leerlauf-, Rüst- und Bearbeitungszeiten sowie die Transportzeit)

- **Liefertreue:** Einhaltung von zugesagten Lieferterminen
- **Maschinenauslastung:** Verhältnis der tatsächlichen Maschinenarbeitszeit zur gesamten verfügbaren Arbeitszeit
- **Personalauslastung:** in Anspruch genommene Personalkapazität im Verhältnis zur verfügbaren Arbeitszeit
- **Vorräte:** verursachen Kapitalbindungskosten und Lagerkosten
- **Losgröße:** Menge an Produkten oder Teilen, die ohne Produktionsunterbrechung direkt hintereinander produziert werden können
- **Rüstzeit:** Zeit, die benötigt wird, um eine Maschine für die Produktion einer anderen Variante vorzubereiten
- **Logistikkosten:** Bereitstellung einer logistischen Dienstleistung aus den Bereichen Transport, Lagerung und Produktionsplanung und -steuerung
- **Transportkosten:** Kosten, die durch den räumlichen Wechsel der Güter entstehen
- **Lagerkosten:** Ein-, Um- und Auslagerung sowie die Bereitstellung von Lagerflächen
- **PPS-Kosten** (Produktionsplanung und -steuerung): entstehen durch den Umpflichtungsaufwand bei der Annahme oder Vergabe von Fremdaufträgen
- **Produktionskosten:** direkte Kosten durch die Bearbeitung sowie die Wartungs-, Werkstatt- und Produktionsleistungskosten
- **Leerkosten:** Nichtauslastung vorhandener Kapazitäten und spiegeln somit auch einen gewissen Grad der Unterbeschäftigung wider
- **Qualitätskosten:** Die Qualitätssicherung beziehungsweise die Wiederherstellung der geforderten Qualität durch Nacharbeit

Nach der Identifikation der relevanten Indikatoren wurde im nächsten Schritt die potenzielle Veränderung der Indikatoren,

bei Verwendung von Kapazitäten-Sharing ermittelt. Diese Kennzahlen können sowohl zu einer positiven als auch zu einer negativen Veränderung führen. Durch Interviews mit Experten aus dem Bereich der Produktion und Plattformbetreibern konnten die Kennzahlen in die Bereiche: hoher, mittlerer und geringer Einfluss eingeteilt werden. Folgende Tabelle zeigt die Abbildung der Indikatoren in die drei Kategorien:

Hoch	Mittel	Gering
PPS-Kosten	Produktionskosten	Lagerkosten
Leerkosten	Termintreue	Bestände
Maschinen-auslastung	Losgrößen	
Personal-auslastung	Rüstzeiten	
Lieferzeiten	Qualitätskosten	
Ausfallszeiten		
Durchlaufzeiten		

### Veränderung der Kennzahlen durch die Kapazitätsbeteiligung

Für die Auswertung der Indikatoren wurde eine Tabelle entwickelt, die die jeweilige Veränderung für Anbieter und Nachfrager, je nach Szenario bzw. Ausgangssituation, darstellt. Die Kennzahlen wurden mit den Projektpartnern ermittelt und mithilfe einer Sensitivitätsanalyse untersucht. Des Weiteren wurde ein Simulationsmodell aufgebaut, um die Veränderungen der Kennzahlen darstellen zu können. Um die Veränderungen zu veranschaulichen, wird im Folgenden ein Standardszenario betrachtet, das ein produzierendes Unternehmen im einfachsten ~~Kapazitäts-sharing~~-Fall beschreibt. Das Unternehmen kann sowohl als Anbieter und Nachfrager auftreten. Das Unternehmen nutzt die Plattform, um seine saisonalen

Auftragsschwankungen auszugleichen. Zusätzlich werden unternehmensinterne Einflüsse beschrieben, die die Stärke der Veränderung beeinflussen können. Die Simulationsstudie wurde gewählt, um mit Hilfe eines Modells die Auswirkungen des Kapazitäten-Sharings aufzuzeigen. Durchgeführt wurde die Studie mit den Daten zweier für das Sharing geeigneten Fertigungsmaschinen eines Maschinenbauunternehmens. Die Ergebnisse wurden nach Fertigstellung nochmals mit Experten besprochen. Hieraus konnten folgende bereits erwartete Veränderungen bestätigt werden:

Kennzahl	Veränderung
PPS-Kosten	fällt
Leerkosten	fällt
Lagerkosten	gleichbleibend
Produktionskosten	gleichbleibend
Qualitätskosten	gleichbleibend
Rüstzeit	gleichbleibend/steigt
Transportkosten	steigt
Lieferzeit	steigt
Maschinenauslastung	steigt
Personalauslastung	steigt
Bestände	steigt
Losgröße	steigt

Die **Transportkosten** für den Lieferanten bzw. Käufer erhöhen sich durch die Entfernung des Partnerunternehmens und den zusätzlichen Transportaufwand. Die Sperrigkeit, das Volumen und das Gewicht eines Produktes sind entscheidende Faktoren. Ein weiterer Faktor ist die Transportinfrastruktur zwischen den Partnerunternehmen.

Bei den **PPS-Kosten** fallen sowohl im Lieferanten- als auch im Abnehmerprozess erhöhte Kosten an, da die Zusatzaufträge im PPS angepasst werden müssen. Ein Faktor für die Höhe dieses Einflusses ist das Vorhandensein von Systemunterstützung, z. B. ERP- oder ME-Systeme.

Das Verhalten der **Lagerkosten** selbst für Lieferant und Abnehmer unterscheidet sich in der Regel nicht von der ursprünglichen Situation, jedoch können die Kapitalbindungskosten optimiert werden.

Die **Produktionskosten** für den Lieferanten für zusätzliche Aufträge unterscheiden sich in der Regel nicht von den normalen Produktionskosten eines eigenen Auftrags, außerdem kann die Fixkostendeckung optimiert werden. Die Faktoren für die Stärke der Änderung ergeben sich aus der Anzahl der übernommenen Aufträge sowie den Abweichungen zum eigenen Produkt. Die Kosten für die Produktion werden im Vergleich zur eigenen Produktion höher sein.

Die **Leerkosten** der Zulieferer können drastisch gesenkt werden. Für einen Abnehmer sind die Leerkapazitätskosten bei einer Fremdvergabe bereits sehr gering, so dass keine weitere Veränderung angenommen werden muss.

Die **Qualitätskosten** für die Lieferanten bleiben in der Regel unverändert. Lediglich eine zusätzlich notwendige Kontrolle könnte die Kosten erhöhen, die aber entsprechend in Rechnung gestellt werden würden. Steigende Qualitätskosten werden wahrscheinlich beim Abnehmer anfallen, wenn die Produkte nicht direkt an den Kunden versandt werden.

Die Teilnahme kann sich unter Umständen negativ auf die **Lieferzeit** der eigenen Produkte auswirken. Daher sollten zusätzliche Aufträge nur angenommen werden, wenn der eigene Produktionsablauf dadurch nicht negativ beeinflusst wird. Abnehmer können die Produkte nicht oder nur mit langen Wartezeiten selbst herstellen, weshalb die Lieferzeit bei den Abnehmern auf die Ausgangssituation reduziert werden sollte. Die Durchlaufzeiten und die Liefertreue verhalten sich wie die Lieferzeiten.

Die **Maschinenauslastung** kann durch die Teilnahme an Kapazitätsplattformen mit

dem Lieferanten erhöht werden. Aus Sicht der Nachfrage ist die Auslastung bereits sehr gut, weshalb hier keine Änderung angenommen wird.

Die **Personalauslastung** verhält sich parallel zur Maschinenauslastung.

Die **Bestände** selbst werden in der Lieferantensicht höher sein. Bei saisonalen Schwankungen kann die Teilnahme an Kapazitätsplattformen die Bestände beim Lieferanten glätten, so dass über das Jahr hinweg ein konstantes Bestandsniveau besteht und der Bestellzyklus konstant bleiben kann. Die Bestände des Abnehmers bleiben unverändert, wenn keine zusätzlichen Schritte zum eigentlichen Prozess durchgeführt werden müssen, außer dem Material, das nun beim Partner verwendet wird bzw. dort vorhanden ist.

Der Lieferant kann die **Losgröße** optimieren und damit indirekt die Produktion optimieren. Ein interner Einflussfaktor ist die eigene aktuelle Auftragslage und das Potenzial, interne und externe Aufträge zu kombinierten Losgrößen zusammenzufassen. Für den Kunden ändert sich die Losgröße nicht.

Der letzte Indikator ist die **Rüstzeit**, die sich für den Lieferanten erhöhen kann, aber nicht muss. Hier spielt die Differenz zwischen Eigen- und Fremdbestellung eine entscheidende Rolle. Für den Kunden ändert sich in der Regel nichts.

## Anwendungstool zur Eignung von Kapazitäten-Sharing

Neben dem Anforderungskatalog und der Simulationsstudie wurde ein Anwendungstool entwickelt, um die Eignung von Unternehmen zum Kapazitäten-Sharing zu ermitteln. Das Anwendungstool betrachtet die wichtigsten Parameter, die es benötigt, um am Kapazitäten-Sharing teilnehmen zu können und ermittelt anhand eines Punktesystems die Eignung eines Unternehmens. Darüber hinaus kann mithilfe des Tools ermittelt werden, welche der bereits existierenden Plattformen sich individuell am besten für ein Unternehmen zum Kapazitäten-Sharing eignet. Hierfür wurde eine Marktrecherche der bereits existierenden Plattformen durchgeführt. Anhand verschiedener Kategorien wie Bearbeitungsverfahren, Datensicherheit, Auslastung etc. wurden Plattformen miteinander verglichen. Zur aufwandsarmen Nutzung wird das Anwendungstool in Excel bereitgestellt, um jedem Unternehmen einen einfachen Zugriff zu gewährleisten.

Das Anwendungstool betrachtet verschiedene Anwendungsfälle für Anbieter (Produzenten) und Nachfrager (Einkäufer). Für jede Sichtweise müssen Fragen beantwortet werden. Die zu beantwortenden Fragen entstanden aus den Erkenntnissen der Arbeitspakete des KapShare-Projektes in Rücksprache mit Experten. Jedem Anwendungsfall bzw. jeder Frage stehen 2-3 Antwortmöglichkeiten zur Verfügung. Die Antwortmöglichkeiten wurden mit einer Punktzahl gleichgesetzt, um eine Eignung prozentual abbilden zu können.

**Spalte 1:** Antworten in dieser Spalte zeigen tendenziell eine geringe Eignung zum Kapazitätensharing

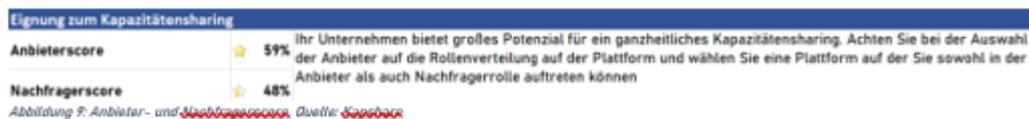
**Spalte 2:** Antworten in dieser Spalte sind insbesondere Selektionskriterien, welche Kapazitätensharing Plattform genutzt werden sollte

**Spalte 3:** Antworten in dieser Spalte zeigen tendenziell günstige Rahmenbedingungen zum Kapazitätensharing

Der Nutzer bzw. das Unternehmen vergibt so mit der Auswahl einer Ausprägung indirekt eine Punktzahl für die Eignung zur Nutzung des Kapazitäten-Sharings. Die ausgewählten Eigenschaften werden im Tool automatisiert gelb hinterlegt und hervorgehoben. Die Eingabe erfolgt über ein Drop Down Menü in der Spalte Eingabe.

Nach vollständigem Ausfüllen des Tools für beide Sichtweisen (Anbieter und Nachfrager) wird anhand der Kategorien eine Gesamtsumme ermittelt, welche Aufschluss über die Eignung zum Kapazitäten-Sharing gibt. Aus den ausgefüllten Tabellenblättern ergibt sich anschließend im Ergebnis-Tabellenblatt ein Anbieter- und Nachfragerscore, welcher beschreibt, zu wie viel Prozent Kapazitäten-Sharing für ein Unternehmen geeignet ist. Zudem werden dazu Beschreibungen bereitgestellt, wie die sich ergebende Prozentzahl interpretiert werden kann (Abbildung 9).

Die folgenden Grafiken zeigen den Anbieter- und Nachfragerscore, sowie die Ergebnismatrix am Beispiel eines internen Bereichs der Festo SE & Co. KG.



Folgende vier Ergebnisvarianten sind auf Basis der Gesamtsumme möglich. Abbildung 10 zeigt die exakte Einordnung eines Unternehmens innerhalb der vier Varianten.

<p><b>1. Online-Auftragsvergabe nutzen</b> (<i>&gt;30 % Anbieterscore und &gt;30 % Nachfragerscore</i>)</p> <p>Es wird empfohlen Kapazitäts-Sharing-Plattformen als Einkäufer zu nutzen, um Maschinenkapazitäten in Auftrag zu geben.</p>	<p><b>2. Großes Potenzial für umfassendes Kapazitäten-Sharing</b> (<i>&gt;30 % Anbieterscore und &gt;30 % Nachfragerscore</i>)</p> <p>Die Plattform kann sowohl genutzt werden, um Maschinenkapazitäten anzubieten, als auch zusätzlich benötigte Maschinenkapazitäten in Auftrag zu geben.</p>
<p><b>3. Produktionspartner werden</b> (<i>&lt;30 % Anbieterscore und &lt;30 % Nachfragerscore</i>)</p> <p>Es wird empfohlen verfügbare Maschinenkapazitäten auf der Plattform anzubieten.</p>	<p><b>4. Geringes Potential</b> (<i>&lt;30 % Anbieterscore und &lt;30 % Nachfragerscore</i>)</p> <p>Es wird nicht empfohlen Kapazitäts-Sharing Plattformen zu nutzen. Ausführliche Informationen hierzu können im Abschlussbericht nachgelesen werden.</p>



Abbildung 10: Ergebnisdarstellung Anwendertool, Quelle: [KapShare](#)

### Anwendungstool aus Anbietersichtweise

Um als Anbieter auf einer Plattform auftreten zu können, muss das Unternehmen Kenntnis über die Auslastung der Maschinen, der einzelnen Fertigungsbereiche sowie des Fertigungspersonals verfügbar haben. Hierzu müssen unter anderem folgende Fragen beantwortet werden:

- Führen Nachfrageschwankungen häufig zu einer temporären Unterauslastung einzelner Produktionsmaschinen?
- Sind Ihnen ihre Unternehmen die Auslastungsdaten der Produktion auf Maschinenebene bzw. Fertigungsverfahrensebene bekannt?
- Auslastung einzelner Fertigungsbereiche
- Verfügbarkeit des Fertigungsmaterials

Weiterhin müssen freie Kapazitäten zur Verfügung stehen und es muss in den

unterstützenden Bereichen, wie im Lager und Warenausgang die Möglichkeit bestehen Kleinstaufträge mitaufnehmen zu können. Hierzu werden im Tool folgende Informationen abgefragt:

- Wie hoch schätzen Sie die Flexibilität Ihrer Produktionsplanung und Steuerung ein?
- Besteht in der Lagerverwaltung die Möglichkeit zusätzliche Kleinstaufträge zu berücksichtigen?"
- Wie hoch ist der Aufwand zusätzliche Kleinstaufträge in den Materialfluss zu integrieren?
- Wie hoch ist der Aufwand, kurzfristige zusätzliche Kleinstaufträge im Warenausgang zu berücksichtigen?

Darüber hinaus werden noch zusätzliche Kriterien, wie mögliche Wettbewerbszenarien, Wünsche nach Transparenz und Kenntnisse/Kompetenzen abgefragt.

Merkmale	Betreiberwissen			Ergebnis
	Betreiberwissen + Plattformwissen			
	Ausprägungsformen			
	1	2	3	
Führen Nachfrageschwankungen häufig zu einer temporären Unterauslastung einzelner Produktionsmaschinen?		Nein	Ja	2
Verfügen Sie über Maschinen, deren Auslastung Sie allgemein eingetrag machen?		Nein	Ja	3
Sind Ihnen Ihre Unternehmen die Auslastungsdaten der Produktion auf Maschinenebene bzw. Fertigungsverfahrensebene bekannt?	Unbekannt	Bekannt, nicht standardisiert	Standardisiert, digital verfügbar	3
<b>Additive Fertigung (spannwerkzeuglos)</b> LCK,SLA,RC,RP,SL,SLM,SLB,SLD,SLP	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	geringe bis mittlere Auslastung	1
<b>Additive Fertigung (metallbasiert: EBM, LMD,LPD,WAAM, LENS,PEM,DDO,NP,SL,SLM,SLB,SLD,SLP)</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
<b>Additive Fertigung (polymerbasiert)</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
<b>Auslastung einzelner Fertigungsbereiche</b> Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen, Oberflächenvorbereitung)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
CNC-Drehen	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
CNC-Fräsen	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	3
Urformere Kunststoffe (Spritzgießen, Extrudieren)	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
<b>Rotbearbeitung / Rotfräsen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
<b>Schweißen</b>	hohe Auslastung/ Verfahren nicht relevant	Überlastung bei Auftragspitzen	gering	1
Menge und Vielfalt des verfügbaren vorgefertigten Rohmaterials für die angegebenen Fertigungsbereiche mit geringer Auslastung	gering		hoch	3
Einstreuen zusätzlicher Aufträge möglich (Intraktat)	nein		ja	1
Wie hoch schätzen Sie die Flexibilität Ihrer Produktionsplanung und Steuerung ein?	gering		hoch	1
Auslastung des Personals	Konstruktion	hoch	gering	1
	Fertigung	hoch	gering	3
	Montage	hoch	gering	3
Unterstützende Bereiche	Besteht in der Lagerverwaltung die Möglichkeit zusätzliche Kleinstaufträge zu berücksichtigen?	nein	ja	3
	Wie hoch ist der Aufwand zusätzliche Kleinstaufträge in den Materialfluss zu integrieren?	hoch	gering	1
	Wie hoch ist der Aufwand, kurzfristige zusätzliche Kleinstaufträge im Warenausgang zu berücksichtigen?	hoch	gering	3
Welches System bevorzugen Sie? Hohe Anzahl an Ausschreibungen mit geringer Einpreisbremse oder wenige Ausschreibungen mit hoher Einpreisbremse?	wird Angewendet		wenige, Individualisierte Ausschreibungen	3
Wünschen Sie sich möglichst viel Transparenz und Vergleichbarkeit über die Prozesse und Leistungen der Plattform (Bspw. durch FAQs)?	nein		ja	3

Abbildung 11: Anwendungstool Anbietersichtweise Quelle: [Bspoke.com](#)

### Anwendungstool aus Nachfragersichtweise

Bei der Nachfrager Sichtweise ist eine zentrale Unterscheidung, ob es sich bei dem zu vergebenden Teil um einen erfolgskritischen Vorgang bzw. eine Kernkompetenz des Unternehmens handelt. In diesen Fällen sind die Vorbehalte gegenüber Plattformen zum Kapazitätssharing deutlich größer als bei der Vergabe von Ersatzteilen, Prototypen oder Spezialanfertigungen aus dem Sondermaschinenbau. Weiterhin muss Personal in betroffenen Bereichen verfügbar sein. Die benötigten Konstruktionsdaten müssen digital zur Verfügung stehen, um auf die Plattform hochgeladen werden zu können. Weiterhin muss eine gewisse Flexibilität in der Lieferzeit bestehen. Im Tool wird hierzu unter anderem abgefragt:

- Konstruktionsdaten (Digitale Verfügbarkeit, Qualität der Konstruktionsdateien, Dateiformat – STEP und PDF)

- Lieferzeiten flexibel?

Weitere wichtige Kriterien sind die Eigenschaften der potenziell zu vergebenden Aufträgen sowie Datenschutz und Datensicherheit.

- Material der Aufträge
- Produkttyp
- Wird spezielles Material benötigt?
- Besteht Heterogenität innerhalb der Aufträge?
- Wie hoch ist der durchschnittliche Auftragswert?
- Gewünschter Serverstandort der Plattform
- Zertifizierungen nach ISO 27001/2

Zusätzliche Entscheidungskriterien sind unter anderem die Lieferdistanz, Umweltschutz und CO<sub>2</sub>-Bilanz, sowie rechtliche Rahmenbedingungen.

Betrachter Usecase		Betriebsmittelbau + Prototypenbau			
Merkmal		Ausprägungsformen			Datenanfrage
		1	2	3	
Kernkompetenzen/Erfolgskritischer Vorgang		ja		nein	1
Auslastung Personal Indirekte Bereiche	Einkauf	gering		hoch	3
	Möchten Sie die Einkaufsautonomie und Flexibilität einzelner Fachbereiche (bzw. Prototypenbau, Versuch) steigern?		Nein		Ja
Benötigen Sie häufig externe Partner um Produktionsspitzen Auftragszeiten zu kompensieren?		Nein		Ja	3
Konstruktionsdaten	Digitale Verfügbarkeit	nein		ja	3
	Qualität der Konstruktionsdaten	gering		hoch	3
	Die Daten werden standardmäßig als step-Datei überreicht. Sollen auch Aufträge mittels Zeichnung (bzw. PDF) vergeben werden?	Technische Aufträge via PDF			Nein
Umweltschutz und CO <sub>2</sub> -Bilanz des Produktionspartners			Unwichtig	Wichtig	3
Geografische Distanz der Produktionspartner			geografische Distanz von Bedeutung	geografische Distanz irrelevant	2
Eigenschaften potenziell zu vergebender Aufträge	Material der Aufträge	Spezialmaterial		Standardmaterial	3
	Produkttyp	Produkt	Baugruppe	Einzelteil	3
	Wird spezielles Vormaterial benötigt?	Bereitstellung Halbausg		kein Vormaterial/initialer Prozessschritt	1
	Heterogenität der Aufträge	gering		hoch	1
	Durchschnittlicher Auftragswert zu vergebender Aufträge	< 10.000 €	2.000 - 9.999 €	> 2.000 €	2
Bevorzugen Sie einen verbindlichen Sofortpreis oder benötigen Sie mehrere Vergleichangebote?		Sofortpreis		Vergleichangebote	3
Datenschutz/ Datensicherheit	Gewünschter Serverstandort der Plattform	Deutschland	Europa	Weltweit	1
	Zertifizierung nach ISO/IEC 27001 oder 27002 (Informationssicherheits-Management-Systeme)	erforderlich	wünschenswert	nicht notwendig	2
Wie schätzen Sie allgemein die Flexibilität und Innovationsbereitschaft in Ihrer Einkaufsfunktion ein?		gering		hoch	1
Rechtliche Rahmenbedingungen (bzw. zu erfüllende Standards und Zertifikate)		stark vorhanden		weniger vorhanden	3

Abbildung 12: Anwendungstool Nachfragersichtweise. Quelle: Koerber

## Plattform-Anbieter

Das Anwendungstool zeigt zusätzlich, welche bereits existierende Plattform sich individuell am besten für ein Unternehmen zum Kapazitäten-Sharing eignet.

Um einen Überblick zu erhalten, welche Anbieter-Plattformen aktuell bereits die Idee des Kapazitäten-Sharings nutzen, wurde eine umfangreiche Marktrecherche durchgeführt. Ziel dieser Recherche war es die Potentiale, Unterschiede und Gemeinsamkeiten der bereits auf dem Markt vorhandenen Anbieter zu analysieren und diese miteinander zu vergleichen, sowie generelle Trends und Entwicklungen zu erkennen und ableiten zu können. Um dies gewährleisten zu können, wurden die öffentlich zugänglichen Daten und Fakten des Wettbewerbsumfelds (hier: Anbieter-Plattformen) über mehrere Wochen beobachtet, kategorisiert und evaluiert (Seidler-de Alwis 2013). **Für die zukünftige Anwendung des Tools sollte stets geprüft werden, ob die aufgeführten Informationen über die Wettbewerber noch aktuell sind (Stand August 2021).**

Die Informationsbeschaffung erfolgte online über verschiedene Fachzeitschriften und Suchmaschinen. Verwendete Suchbegriffe waren unter anderem „Auftragsfertigung“, „Auftragsfertigungsplattform“, „Auftragsplattform“, „Kapazitätensharing“, oder „Sharing B2B Produktion“. Ebenfalls wurden Beiträge in Zeitschriften und Magazinen mit industriellem sowie wirtschaftlichen Schwerpunkt zur Recherche verwendet.

Um eine bessere Vergleichbarkeit der Anbieter gewährleisten zu können wurde eine Tabelle angefertigt, welche die Informationen in insgesamt 19 Kategorien untergliedert. Aus diesen wurden bestimmte

Kategorien zur Bewertung für das Anwendungstool eingesetzt.

Die Recherche ergab 33 Kapazitätensharing-Plattformen, bei denen es sowohl Einkaufs- als auch Fertigungsmöglichkeiten gibt. Alle zur auswahlstehenden Plattformen haben ihren Standort in Deutschland oder gewährleisten eine Lieferung nach Deutschland.

Folgende Plattformen wurden ermittelt:

<https://3dcompare.com/>  
<https://capacity.maiki.io/>  
<https://de.industryarena.com/>  
<https://dwk-metall.de>  
<https://fertigungs.team/>  
<https://flex-prototyping.com/de/>  
<https://fraesteile-marktplatz.de/>  
<https://heisig.com/>  
<https://instawerk.de/>  
<https://kreatize.com/de/>  
<https://laserhub.com/>  
<https://rapidfactory.com/de/>  
<https://spanflug.de/>  
<https://v-industry.com/>  
<https://www.3yourmind.com/de/>  
<https://www.auftragsbank.de>  
<https://www.batchforce.com/de/>  
<https://www.catch.direct/>  
<https://www.cncteile24.de/>  
<https://www.dimanex.com/>  
<https://www.easy2parts.com/>  
<https://www.facturee.de>  
<https://www.fictiv.com/>  
<https://www.hubs.com/de/>  
<https://www.industryleads.com/>  
<https://www.mfg.com/>  
<https://www.mything.com/>  
<https://www.orderfox.com>  
<https://www.partfactory.com/>  
<https://www.protiq.com/>  
<https://www.protoandgo.com/de/>  
<https://www.salect.de/de/index.htm>  
<https://www.techpilot.de/>  
<https://xometry.de/de>

Die Plattformen wurden unter anderem anhand der folgenden Kriterien miteinander verglichen:

- Bearbeitungsverfahren (Additive Fertigung, Blechbearbeitung, CNC-Drehen, CNC-Fräsen, Kunststoffverarbeitung, Rohrbearbeitung / Rohrbiegen, Schweißen)
- Fokussierung
- FAQ vorhanden
- Fertigung von Baugruppen/Produkten
- Sofortangebote/ Ausschreibungsplattform
- Auftragsvergabe
- CO<sup>2</sup>-Neutralität
- Serverstandort/Datensicherheit

Die Kategorien wurden aufgrund von allgemeiner Vergleichbarkeit ausgewählt. Ähnlich wie bei der Eignung der Unternehmen wurde ein Punktesystem festgelegt, welches Aufschluss darüber gibt, welcher Kapazitäten-Sharinganbieter sich auf Grundlage der Individuellen Angaben im Anwendertool am ehesten eignen könnte.

Abbildung 12 zeigt das reale Beispiel eines Projektpartners. Auf der rechten Seite befinden sich die potenziellen Plattformen, sowie die Angabe der prozentualen Eignung der Plattformen. Auf der linken Seite befindet sich die bereits erwähnte Matrix zur Eignung des Unternehmens am Kapazitäten-Sharing teilzunehmen.

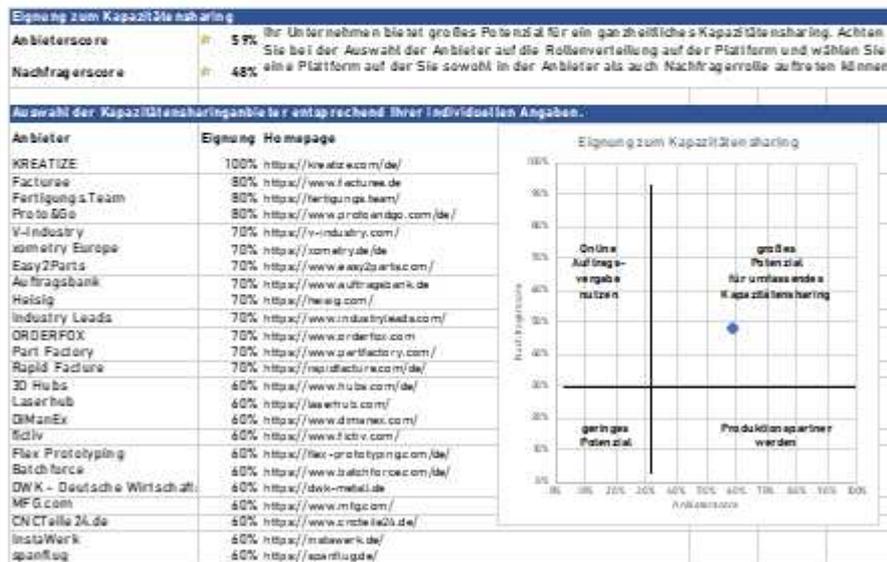


Abbildung 12: Anwendungstool, Quelle: KapShare

## Informationen und Links

Weiterführende Informationen zum Thema Kapazitäten-Sharing gibt es im freizugänglichen **Kapshare-Abschlussbericht** unter:

[https://ipri-institute.com/wp-content/uploads/2021/09/KapShare\\_Abschlussbericht.pdf](https://ipri-institute.com/wp-content/uploads/2021/09/KapShare_Abschlussbericht.pdf)

Sie wollen herausfinden, ob sich ihr Unternehmen eignet? Testen Sie das **Kapshare-Anwendungstool**:

[https://ipri-institute.com/wp-content/uploads/2021/09/KapShare\\_Anwendungstool.xlsm](https://ipri-institute.com/wp-content/uploads/2021/09/KapShare_Anwendungstool.xlsm)

Für weitere Informationen oder Fragen zum Projekt, kontaktieren Sie gerne

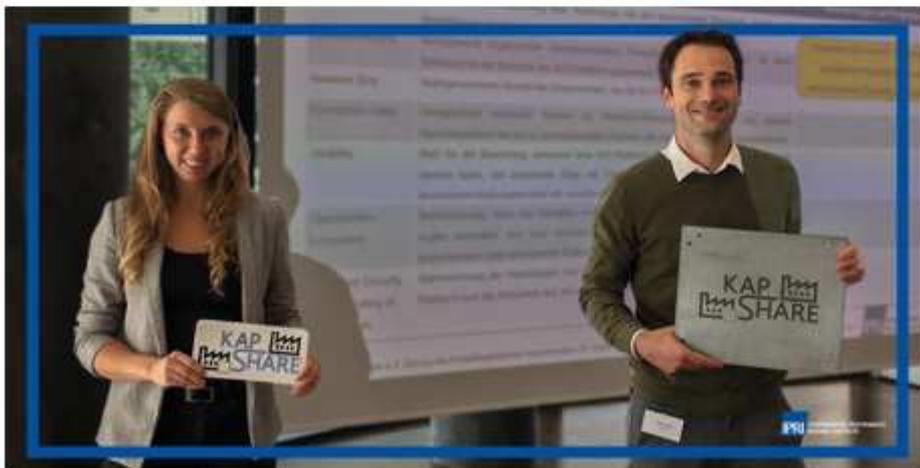
**Fabian Schüler, M. Sc.**  
Telefon: +49 (0)711 62032 68-8005  
E-Mail: [fschueler@IPRI-Institute.com](mailto:fschueler@IPRI-Institute.com)

**Maren Müller, M. Sc.**  
Telefon: +49 (0)511 279 76-443  
E-Mail: [mueller@iph-hannover.de](mailto:mueller@iph-hannover.de)

Sie haben Interesse an **weiteren Forschungsprojekten** für kleine und mittlere Unternehmen? Besuchen Sie unsere Homepages für weitere Forschungsprojekte.

<https://ipri-institute.com/>

<https://iph-hannover.de/>



## Literaturverzeichnis

Accenture (Hg.) (2016): Platform Economy: Technology-driven business model innovation from the outside in (Technology Vision 2016, Trend 3). Online verfügbar unter [https://www.accenture.com/fr-fr/\\_acnmedia/pdf-2/accenture-platform-economy-technology-vision-2016-france.pdf](https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/pdf-2/accenture-platform-economy-technology-vision-2016-france.pdf)

Gesing, Ben (2017): Sharing economy logistics. Rethink logistics with access over ownership. Hg. v. DHL Customer Solutions & Innovation. Online verfügbar unter [https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/DHL-Trend\\_Report\\_Sharing\\_Economy.pdf](https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/DHL-Trend_Report_Sharing_Economy.pdf), zuletzt geprüft am 02.07.2021.

Seidler-de Alwis, Ragna (2013): Die Markt- und Wettbewerbsanalyse – ein betriebswirtschaftliches Instrument zur Anwendung in Bibliotheken. In: Bibliothek Forschung und Praxis 37 (2), S. 182–190. DOI: 10.1515/bfp-2013-0023.

Steinmetz, Nicole (2019): Sharing Economy – Modelle und Empfehlungen für ein verändertes Konsumverhalten. In: Gerrit Heinemann (Hg.): Handel mit Mehrwert. Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler, S. 229–255.

Winkelmann, Axel; Flath, Christoph; Thiesse, Frédéric (2021): Sharing Economy in der Industrie. Unternehmensübergreifende Auslastung von Produktionskapazitäten am Beispiel der additiven Fertigung. 1st ed, 2021. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler.

Wertmann, Fabio (2019): Typisierung und Strukturierung digitaler Plattformen im Kontext Business-to-Business. In: 15. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung

Van Alstyne, Marshall W.; Parker, Geoffrey G.; Choudary, Sangeet Paul (2016): Plattform statt Pipeline. Uber, Airbnb und Facebook fordern etablierte Unternehmen heraus. Nur wer das Prinzip versteht und sein Geschäftsmodell transformiert, wird überleben. In: *Harvard Business Manager* 6, S. 23–33

**Abbildung 3:** Steinmetz, Nicole (2019): Sharing Economy – Modelle und Empfehlungen für ein verändertes Konsumverhalten. In: Gerrit Heinemann (Hg.): Handel mit Mehrwert. Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler, S. 229–255.

**Abbildung 4:** Business Model Toolbox (2021): Sharing Economy – Business Model Toolbox. Online verfügbar unter <http://bmtoolbox.net/patterns/sharing-economy/>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2021, zuletzt geprüft am 02.07.2021.



**IPRI – International Performance Research Institute**

Königstraße 5  
70173 Stuttgart

[info@ipri-institute.com](mailto:info@ipri-institute.com)

Homepage: <https://ipri-institute.com/>

**IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover**

Hollerithallee 6  
30419 Hannover

[info@iph-hannover.de](mailto:info@iph-hannover.de)

Homepage: <https://iph-hannover.de/>

## Literaturverzeichnis

- Accenture (Hg.) (2016): Platform Economy: Technology-driven business model innovation from the outside in (Technology Vision 2016, Trend 3). Online verfügbar unter [https://www.accenture.com/fr-fr/\\_acnmedia/pdf-2/accenture-platform-economy-technology-vision-2016-france.pdf](https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/pdf-2/accenture-platform-economy-technology-vision-2016-france.pdf).
- Ashnai, Bahar; Henneberg, Stephan C.; Naudé, Peter; Francescucci, Anthony (2016): Interpersonal and inter-organizational trust in business relationships: An attitude–behavior–outcome model. In: *Industrial Marketing Management* 52, S. 128–139.
- Baums, Ansgar; Schössler, Martin; Scott, Ben (Hg.) (2015): Industrie 4.0. Wie digitale Plattformen unsere Wirtschaft verändert - und wie die Politik gestalten kann (Kompendium Digitale Standortpolitik). Online verfügbar unter <http://plattform-maerkte.de/wp-content/uploads/2015/11/Kompendium-High.pdf>, zuletzt geprüft am 06.07.2020.
- Benlian, Alexander; Kettinger, William J.; Sunyaev, Ali; Winkler, Till J.; Guest Editors (2018): Special Section: The Transformative Value of Cloud Computing: A Decoupling, Platformization, and Recombination Theoretical Framework. In: *Journal of Management Information Systems* 35 (3), S. 719–739. DOI: 10.1080/07421222.2018.1481634.
- Bitkom e.V. (Hg.) (2016): Digitale Plattformen sind vielen Top-Managern kein Begriff. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitale-Plattformen-sind-vielen-Top-Managern-kein-Begriff.html>, zuletzt geprüft am 24.01.2020.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Grünbuch. Digitale Plattformen. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020): Den digitalen Wandel gestalten. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html>, zuletzt geprüft am 24.01.2020.
- Bundesregierung (2021). Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/bregde/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174>, zuletzt geprüft am 04.05.2021.
- Chiu, Chao-Min; Cheng, Hsiang-Lan; Huang, Hsin-Yi; Chen, Chieh-Fan (2013): Exploring individuals' subjective well-being and loyalty towards social network sites from the perspective of network externalities: The Facebook case. In: *International Journal of Information Management* 33 (3), S. 539–552.

Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

Cusumano, Michael A.; Gawer, Annabelle (2002): The Elements of Platform Leadership. In: *MIT Sloan Management Review* 43 (3), S. 51–58.

de Reuver, Mark de; Sørensen, Carsten; Basole, Rahul C. (2018): The digital platform: a research agenda. In: *Journal of Information Technology* 33 (2), S. 124–135.

Drewel, Marvin; Gausemeier, Jürgen; Kluge, Andre; Pierenkemper, Christoph (2017): Erfolgsgarant digitale Plattform – Vorreiter Landwirtschaft. In: Eric Bodden, Falko Dressler, Roman Dumitrescu, Jürgen Gausemeier, Meyer auf der Heide, Friedhelm, Christoph Scheytt und Ansgar Trächtler (Hg.): Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme (WInTeSys) 2017, Band 369: Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn, S. 53–66.

Eisenmann, Thomas R.; Parker, Geoffrey; van Alstyne, Marshall (2009): Opening platforms: how, when and why? In: Annabelle Gawer (Hg.): *Platforms, markets and innovation*. Cheltenham, U.K, Northampton, Mass: Edward Elgar, S. 131–162.

Enke, Margit; Geigenmüller, Anja; Leischnig, Alexander (2014): Commodity Marketing – Eine Einführung. In: Margit Enke, Anja Geigenmüller und Alexander Leischnig (Hg.): *Commodity Marketing. Grundlagen - Besonderheiten - Erfahrungen*, Bd. 30. 3., aktual. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3–26.

European Commission (2015): Public consultation on the regulatory environment for platforms, online intermediaries, data and cloud computing and the collaborative economy. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/digital-single-market/news/public-consultation-regulatory-environment-platforms-online-intermediaries-data-and-cloud>, zuletzt geprüft am 29.06.2020.

Evans, David S.; Schmalensee, Richard (2016): *Matchmakers. The New Economics of Multi-sided Platforms*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.

Evans, Peter C.; Gawer, Annabelle (2016): *The Rise of the Platform Enterprise. A Global Survey*.

Flavián, Carlos; Guinalfú, Miguel (2006): Consumer trust, perceived security and privacy policy. Three basic elements of loyalty to a web site. In: *Industrial Management & Data Systems* 106 (5), S. 601–620.

Gawer, Annabelle; Henderson, Rebecca (2007): Platform owner Entry and Innovation in Complementary Markets: Evidence from Intel. In: *Journal of Economics & Management Strategy* 16 (1), S. 1–34.

Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

- Gemünden, Hans Georg; Walter, Achim (1996): Förderung des Technologietransfers durch Beziehungspromotoren. In: *Zeitschrift Führung und Organisation* 65 (4), S. 237–245.
- Gottmann, Juliane (2019): Produktionscontrolling. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hagiu, Andrei; Rothman, Simon (2016): Network Effects Aren't Enough. The hidden traps in building an online marketplace. In: *Harvard Business Review* 94 (4), S. 64–71.
- Hagiu, Andrei; Wright, Julian (2015): Multi-sided platforms. In: *International Journal of Industrial Organization* 43, S. 162–174. DOI: 10.1016/j.ijindorg.2015.03.003.
- Heiserich, Otto-Ernst; Helbig, Klaus; Ullmann, Werner (2011): Logistik. Eine praxisorientierte Einführung. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Herlyn, Wilmjakob (2012): PPS im Automobilbau. Produktionsprogrammplanung und -steuerung von Fahrzeugen und Aggregaten. 1. Aufl. s.l.: Carl Hanser Fachbuchverlag. Online verfügbar unter <http://www.hanser-elibrary.com/action/show-Book?doi=10.3139/9783446428485>.
- Hofmann, Adrian; Freichel, Chiara; Drochner, André (2021): Plattform-Demonstrator zum Handel von Produktionskapazitäten. In: Axel Winkelmann, Christoph Flath und Frédéric Thiesse (Hg.): *Sharing Economy in der Industrie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 251–268.
- John, George (1984): An empirical investigation of some antecedents of opportunism in a marketing channel. In: *Journal of Marketing Research* 21 (3), S. 278–289.
- Lin, Chieh-Peng; Bhattacharjee, Anol (2008): Elucidating individual intention to use interactive information technologies: The role of network externalities. In: *International Journal of Electronic Commerce* 13 (1), S. 85–108.
- Maessen, Andrea; Strasmann, Bert Sebastian; Haemer, Jan (2014): Commodity Pricing Was beliebig austauschbare Produkte einzigartig macht. In: Margit Enke, Anja Geigenmüller und Alexander Leischnig (Hg.): *Commodity Marketing. Grundlagen - Besonderheiten - Erfahrungen*. 3., aktual. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 157–166.
- Moore, Gary C.; Benbasat, Izak (1991): Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. In: *Information Systems Research* 2 (3), S. 192–222.

- Namneck, Antonia; Böning, Christian; Stonis, Malte (2021): Reifegradbasierte Bewertung der Anforderungen einer erfolgreichen MES-Einführung. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 116 (3), S. 175–179. DOI: 10.1515/zwf-2021-0035.
- Naumann, Antje; Turgut, Nergiz; Reitenbach, Victoria; Staar, Henning; Janneck, Monique (2011): Beziehungspromotoren in Netzwerken und ihre Auswirkungen auf die Interaktionsqualität. In: Klaus Meißner und Martin Engeli (Hg.): *GeNeMe '11 - Gemeinschaften in Neuen Medien*, 07./08.09.2011. Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften GmbH; Sächsische Landesbibliothek - Staats- und Universitätsbibliothek Dresden, S. 163–173.
- Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter (2012): *Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen*. 3. Aufl. 2012. Berlin, Heidelberg: Springer (VDI-Buch). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10583325>.
- Parker, Geoffrey G.; Van Alstyne, Marshall W.; Choudary, Sangeet Paul (2016): *Platform Revolution. How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. New York: WW Norton & Company.
- Parsons, Clark; Leutiger, Philipp; Lang, Andreas; Born, David (2016): Fair Play in der digitalen Welt. Wie Europa für Plattformen den richtigen Rahmen setzt. In: *Roland Berger, München*.
- Petersen, Thieß (2018): Auswirkungen der Digitalisierung auf Preisbildung und Wohlfahrt. In: *Wirtschaftsdienst* 98 (5), S. 340–346. DOI: 10.1007/s10273-018-2296-5.
- Petrik, Dimitri; Schüler, Fabian (2021): Einfluss plattformbasierter Ökosysteme auf unternehmensübergreifende integrierte Wertschöpfungsnetzwerke. In: Thomas Schulz (Hg.): *Wertschöpfungsnetzwerke mit digitalisierten Dienstleistungen etablieren. Mit Lean-Service-Zyklus und Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme zum Erfolg Industrie 4.0*. 1. Auflage. Berlin: Beuth (Beuth Innovation), S. 85–106.
- Plinke, Wulff; Rese, Mario; Utzig, Bernhard Peter (2015): *Industrielle Kostenrechnung. Eine Einführung*. 8. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Springer-Lehrbuch).
- proLogistik (2021): Losgröße. Online verfügbar unter <https://www.prologistik.com/logistik-lexikon/losgroesse/>, zuletzt aktualisiert am 19.07.2021, zuletzt geprüft am 19.07.2021.
- Rauen, Hartmut; Glatz, Rainer; Schnittler, Volker; Peters, Kai; Schorak, Markus H.; Zollenkop, Michael et al. (2018): *Plattformökonomie im Maschinenbau. Herausforderungen – Chancen – Handlungsoptionen*. Hg. v. Roland Berger.

Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

Reimann, Martin; Schilke, Oliver; Thomas, Jacquelyn S. (2010): Toward an understanding of industry commoditization: Its nature and role in evolving marketing competition. In: *International Journal of Research in Marketing* 27 (2), S. 188–197.

Rochet, Jean-Charles; Tirole, Jean (2006): Two-sided markets: a progress report. In: *The RAND Journal of Economics* 37 (3), S. 645–667.

Rysman, Marc (2009): The economics of two-sided markets. In: *Journal of Economic Perspectives* 23 (3), S. 125–143.

Sauerwein, Elmar (2000): Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit. Reliabilität und Validität einer Methode zur Klassifizierung von Produkteigenschaften. Zugl.: Innsbruck, Univ., Diss., 1998. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. (Gabler Edition Wissenschaft). Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-322-90890-2.pdf>, zuletzt geprüft am 19.07.2021.

Savoia, Alberto (2019): Right It. How to Beat the Law of Market Failure: HarperCollins Publishers.

Schüler, Fabian: Loyalty on Industrial Internet of Things Platforms: An Empirical Study Integrating Network Effects, Human-Computer Interaction and Agency Theory to Explore Platform Ecosystems. In: *Proceedings of the EURAM2020 Conference, Dublin 2020*.

Seidler-de Alwis, Ragna (2013): Die Markt- und Wettbewerbsanalyse – ein betriebswirtschaftliches Instrument zur Anwendung in Bibliotheken. In: *Bibliothek Forschung und Praxis* 37 (2), S. 182–190. DOI: 10.1515/bfp-2013-0023.

Seiter, Mischa; Ohmer, Carolina; Schüler, Fabian (2018): Aufbauen oder Integrieren? Wie Familienunternehmen die Chancen der Plattformökonomie nutzen - 1. Teil. In: *FuS - Zeitschrift für Familienunternehmen* 8 (4), S. 112–116.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020): Konjunkturindikatoren. Auftragseingangsindex. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Auftragseingang/kae211\\_x13a.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Auftragseingang/kae211_x13a.html), zuletzt aktualisiert am 08.01.2020, zuletzt geprüft am 24.01.2020.

Tropp, Jörg (2014): Moderne Marketing-Kommunikation. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Van Alstyne, Marshall W.; Parker, Geoffrey G.; Choudary, Sangeet Paul (2016): Plattform statt Pipeline. Uber, Airbnb und Facebook fordern etablierte Unternehmen heraus. Nur

Abschlussbericht Forschungsprojekt KapShare (IGF-Nr. 20801 N)

wer das Prinzip versteht und sein Geschäftsmodell transformiert, wird überleben. In: *Harvard Business Manager* 6, S. 23–33.

Venkatesh, Viswanath; Ramesh, Venkataraman (2006): Web and Wireless Site Usability: Understanding Differences and Modeling Use. In: *MIS Quarterly* 30 (1), S. 181–206.

Walter, Achim (1998): Der Beziehungspromotor. Ein personaler Gestaltungsansatz für erfolgreiches Relationship Marketing. Wiesbaden: Gabler Verlag (Neue betriebswirtschaftliche Forschung, 236). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-94608-9>.

Wegner, Ullrich; Wegner, Kirsten (2017): Einführung in das Logistik-Management. Prozesse - Strukturen - Anwendungen. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler (Lehrbuch).

Weill, Peter; Woerner, Stephanie L. (2015): Thriving in an increasingly digital ecosystem. In: *MIT Sloan Management Review* 56 (4), S. 27–34.