
Netzwerkbasierte Geschäftsmodellinnovationen – Das Beispiel der Industrie 4.0-Anlage *SmartFactory^{KL}*



Gordon Müller-Seitz, Detlef Zühlke, Timo Braun, Dominic Gorecky und Tobias Thielen



Industrie 4.0 stellt ein facettenreiches und für faktisch alle Industrieunternehmen relevantes Phänomen dar. Aufgrund unterschiedlicher Unwägbarkeiten, wie etwa technologischer Unsicherheit oder finanziellen Risiken, finden in diesem Zusammenhang vielfach Zusammenschlüsse von Organisationen statt, die basierend auf interorganisationaler Komplementarität Geschäftsmodellinnovationen vorantreiben. Wie diese Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene zu handhaben sind, ist jedoch bis dato weitgehend unerforscht. Anhand der Industrie 4.0-Anlage *SmartFactory^{KL}* wird dokumentiert, wie netzwerkbasierte Innovationsplattformen als eine Basis von digitalen Geschäftsmodellinnovationen entwickelt werden können, welche Limitationen existieren und was dabei die Industrie 4.0-Spezifika sind.



*Industrie 4.0 represents a multifaceted phenomenon which is, in effect, relevant for all industrial organizations. Due to various imperfections, such as technological uncertainties or financial risks, organizations collaborate based on interorganizational complementarity in order to generate business model innovations. How these network-based business model innovations can be managed, remains largely underexplored as of to date. Based upon the example of the Industrie 4.0 facility *SmartFactory^{KL}*, we show how networked innovation platforms can be developed as a basis for digital business model innovations, what limitations have to be faced and what the respective Industrie 4.0 specific features are.*



Industrie 4.0, Digitalisierung, Netzwerkmanagement, Innovationsnetzwerk, Geschäftsmodellinnovation, *SmartFactory^{KL}*



*Industry 4.0, Digitalization, Network Management, Innovation Network, Business Model Innovation, *SmartFactory^{KL}**

1. Problemstellung

Das Schlagwort *Industrie 4.0* beschreibt eine neue Art der Produktion, die sich durch eine Digitalisierung der Arbeitsprozesse und die

zunehmende innerbetriebliche und überbetriebliche Vernetzung und technologischen Modularisierung intelligenter Maschinen, Produkte und Betriebsmittel auszeichnet (Kagermann et al. 2013; 2015). Für viele europäische Staaten, die als Hochlohnstandorte einzu-stufen sind und weltweit konkurrenzfähige Industriestandorte aufrechterhalten wollen, ist die Vision Industrie 4.0 von zentraler Bedeutung. Von dieser Entwicklung sind nicht nur weltweit agierende Großkonzerne, wie beispielsweise Volkswagen, Linde oder Siemens, betroffen, sondern auch kleine und mittlere Unternehmen (Kagermann et al. 2013; Greengard 2015).

Trotz dieser Verbreitung und der daraus resultierenden hohen Managementrelevanz von Industrie 4.0 ist zu beobachten, dass vor allem technisch-naturwissenschaftliche Beiträge den Diskurs prägen. Aus dem Bereich der betriebswirtschaftlichen Forschung entspringende Fragestellungen stellen in diesem Zusammenhang eher den Ausnahmefall dar. Dies verwundert, da sich Unternehmen im Zuge der Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 naturgemäß nicht nur mit technologischen Veränderungen konfrontiert sehen, sondern bspw. auch ihre Geschäftsmodelle weiterentwickeln müssen (Kaufmann 2015)¹. Als Geschäftsmodellinnovation wird dabei für den vorliegenden Kontext das Modifizieren oder die Neukonzeption existierender, zumeist intraorganisationaler Geschäftsmodelle verstanden (exemplarisch Chesbrough 2010; Teece 2010; Baden-Fuller/Haeffliger 2013). Dies wiederum führt vielfach zu dem Bedarf, neue interorganisationale Kooperationsformen einzugehen (Kagermann et al. 2013; 2015; Kaufmann 2015). So zeichnet es sich ab, dass Organisationen durch die Digitalisierung zunehmend in interorganisationalen Netzwerken kooperieren und ihre ehemals ausschließlich intraorganisational konzipierten Geschäftsmodelle neu überdenken müssen (Zott/Amit 2007; Adelhelm 2013; Baden-Fuller/Haeffliger 2013; Sydow et al. 2016).

Geschäftsmodellbetrachtungen, die explizit an interorganisationalen Netzwerken orientiert sind, existieren bisher jedoch kaum (Calia et al. 2007)². Dabei bietet die Forschung im Bereich der Interorganisationsbeziehungen (Sydow/Duschek 2011), gerade mit Blick auf die Komplementarität von organisationsspezifischen Ressourcen und Fähigkeiten, Ansatzpunkte für erfolgreiche Unternehmenskooperationen (Dyer/Singh 1998; Hagedoorn 1993; Schmidt/Braun 2015). Im Sinne der Fokussierung auf Kernkompetenzen beschränken sich Unternehmen auf ihr Kerngeschäft, wohingegen alle weiterführenden Aktivitäten auf Märkte – oder eben in hybrider Form auf Netzwerke (Powell 1990) – ausgelagert werden. Dies ist möglich, wenn ein funktionierender Markt besteht und die Leistungen abgrenzbar sind (Teece 1992). Bei innovativen und komplexen Prozessen, wie auch im Falle von Geschäftsmodellinnovationen im Lichte der Digitalisierung, liegen jedoch mitunter komplementäre Fähigkeiten und Ressourcen zwischen den Partnern vor oder werden von diesen in einem Prozess der Ko-Spezialisierung gemeinsam entwickelt (siehe z. B. die partnerschaftliche Entwicklung des Cloud-Geschäfts von SAP mit seinen externen Partnern, Schmidt/Braun 2015). Vor diesem Hintergrund ist der vorliegende Beitrag durch die folgende Forschungsfrage angeleitet: *Wie kann interorganisationale Komplementarität und Ko-Spezialisierung genutzt werden, um partnerschaftliche Geschäftsmodelle im Zuge der Digitalisierung zu entwickeln?*

- 1 Für illustrative Fallbeispiele. Der Autor dokumentiert jedoch keine eigene konkrete empirische Untersuchung und leitet keine theoretisch-konzeptionellen Handlungsempfehlungen ab.
- 2 Für eine Ausnahme. Die Autoren betrachten allerdings lediglich den Aspekt der Geschäftsmodellrekonfiguration egozentrisch aus der Sicht einer *einzelnen* Unternehmung innerhalb eines Netzwerks.

Um diese Forschungsleitfrage zu beantworten, wird auf eine Einzelfallstudie zurückgegriffen: die Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V. in Kaiserslautern (*SmartFactory^{KL}*). Die *SmartFactory^{KL}* ist eine herstellerunabhängige Demonstrations- und Forschungsplattform für Industrie 4.0-Aktivitäten und wurde 2005 in Kaiserslautern am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz ins Leben gerufen. Insgesamt rund 40 Organisationen arbeiten hier an der Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten und entwickeln neue Geschäftsmodelle auf Basis des Industrie 4.0-basierten Innovationsnetzwerks *SmartFactory^{KL}*.

Hiermit werden drei zentrale *Beiträge zum bisherigen Kenntnisstand* geliefert: Erstens wird das Phänomen Industrie 4.0 aus dezidiert betriebswirtschaftlicher Perspektive am Beispiel der *SmartFactory^{KL}* erörtert und aufgezeigt, wie die Kooperationspartner von der Verfolgung der Vision einer Industrie 4.0 profitieren, indem sie ihre komplementären Kompetenzen einbringen. Zweitens wird dargelegt, wie Geschäftsmodellinnovationen im Umfeld von Industrie 4.0 aussehen können. Drittens wird gezeigt, wie diese Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene verfolgt werden können, womit nicht nur isoliert einzelne Organisationen im Fokus stehen.

Das weitere *Vorgehen im Rahmen dieses Beitrags* ist wie folgt: Im zweiten Kapitel erfolgt eine Definition der zentralen Begriffe der Komplementarität und Ko-Spezialisierung vor dem Hintergrund interorganisationaler Beziehungen sowie Geschäftsmodellinnovation. Darauf aufbauend präsentieren wir im dritten Kapitel die *SmartFactory^{KL}* als Untersuchungskontext und begründen den gewählten Einzelfallstudienansatz. Im vierten Kapitel werden aktuelle Aktivitäten der SmartFactory skizziert, bevor künftige Projekte und Ambitionen zur Verfolgung der Vision von Industrie 4.0 am Beispiel der *SmartFactory^{KL}* erörtert werden. Der Beitrag schließt mit dem Fazit im fünften Kapitel.

2. Interorganisationale Komplementarität und Ko-Spezialisierung als Quelle von modular-partnerschaftlichen Geschäftsmodellinnovationen

Zur Verortung des vorliegenden Beitrags in der Diskussion um betriebswirtschaftliche Ansätze von Industrie 4.0 soll zunächst das theoretisch-konzeptionelle Gerüst aus dem Bereich der Managementforschung skizziert werden. Dabei steht zu Beginn eine Erörterung des Begriffs der Komplementarität und Ko-Spezialisierung (2.1). Anschließend werden modular-partnerschaftlichen Geschäftsmodellinnovationen näher vorgestellt (2.2), woraufhin dann auf die Besonderheiten von Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene eingegangen wird. Dadurch wird zugleich die Grundlage für die empirische Fallstudie zur Industrie 4.0-Anlage der *SmartFactory^{KL}* geschaffen (2.3).

2.1 Komplementarität und Ko-Spezialisierung als konzeptionelle Basis

Interorganisationale Kooperationsformen versprechen ein hohes Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an neue Umweltbedingungen (*Prahalad/Hamel 1990*), weshalb diese Kooperationsform besonders vor dem Hintergrund der digitalen Transformation von Interesse ist. Die Notwendigkeit bzw. der Reiz einer interorganisationalen Zusammenarbeit lässt sich dabei vor allem aus der Komplementarität von Ressourcen ableiten. Insbesondere wenn es um die Generierung von Innovationen geht, verfügen Unternehmen mitunter nicht alleine über alle notwendigen Ressourcen. Daher sind die Unternehmen auf ko-spezialisierte Leistungen angewiesen, um für sich einen Wert generieren und diesen auch ab-

schöpfen zu können (u.a. *Chung et al.* 2000; *Colombo et al.* 2006; *Hess/Rothaermel* 2011).

Diesem Verhalten liegt die Annahme zugrunde, dass durch die Kombination von Elementen ein zusätzlicher Wert entsteht, beispielsweise durch ein Zusammenspiel der technischen Innovation mit einer spezifischen Marketing-Kompetenz. *Teece* (1992) betont dabei die Richtung der Komplementaritätsbeziehung. So sei ein Gut im Falle einer einseitigen Abhängigkeit spezialisiert, wohingegen im Falle einer beidseitigen Abhängigkeit eine echte Ko-Spezialisierung bestünde. *Jacobides et al.* (2006) unternehmen in diesem Zusammenhang eine konzeptionelle Unterteilung entlang der Dimensionen Komplementarität und Mobilität von Gütern. Die Komplementarität sehen die Autoren als Basis für “superior returns to a combination of two or more assets, i.e. complementarity in products, services, and processes” (*Jacobides et al.* 2006: 1206). Demgegenüber zielt der Begriff der Mobilität darauf ab, dass ein Gut nicht nur durch das spezifische Gut eines bestimmten Partners ergänzt werden kann, sondern dass es zahlreiche Alternativen gibt. In diesem Punkt unterscheidet sich der Ansatz von *Teece* (1992), der betont, dass ein ko-spezialisiertes Gut komplett unzureichend bzw. wertlos wird ohne dessen Komplementär. *Pitelis/Teece* (2010: 1256) spitzen diese Erkenntnis mit Blick auf die Marktfähigkeit solcher Güter noch weiter zu: „With co-specialization, joint use is not only value enhancing; it also will be asset specific (i.e. the co-specialized assets do not have a market in which they can be sold for their full value)“.

Teece leitet daraus ab, dass Unternehmen – besonders im Falle eines starken Wettbewerbs und hohen Spezialisierungsgrads – auf eine vertikale Integration von kritischen, ko-spezialisierten Gütern setzen sollten. Demgegenüber folgern *Jacobides et al.* (2006), dass Unternehmen nicht nur in einer spezifischen dyadischen Beziehung von der Komplementarität profitieren, sondern oft in mehreren verschiedenen interorganisationalen Beziehungen (*Sydow/Duschek* 2011). Dies gelingt besonders dann, wenn Unternehmen bereit sind, einen Teil der Wertschöpfungskette aufzugeben bzw. anderen Kooperationspartnern Teile der Wertschöpfungskette bewusst zu überlassen. Auf dieser Überlegung fußt letztlich auch die Forschung zu Plattformen, Ökosystemen (*Gawer* 2011; *Iansiti/Levien* 2004) und strategischen Netzwerken (*Jarillo* 1988; *Sydow* 1992). Diese Art der koordinierten interorganisationalen Ko-Spezialisierung ist ein weit verbreitetes Phänomen vor allem in Branchen mit kurzen Innovationszyklen und technologischen Komplementaritäten wie beispielsweise im Bereich der Mikroelektronik oder auch der Hard- und Softwareindustrie (*Hagedoorn* 1993).

Damit wird das Konzept der Komplementarität von der ursprünglich dyadischen Betrachtung auf eine breitere Analyseebene gestellt. Bei einer hohen Mobilität von Gütern finden Ko-Spezialisierungsprozesse also nicht nur zwischen zwei Unternehmen statt, sondern vielmehr auf der Ebene eines interorganisationalen Netzwerks (*Provan et al.* 2007). Für das einzelne Unternehmen ist es dann anreizkonform, das fokale Gut in verschiedene Beziehungen innerhalb des Netzwerks einzubringen und damit die Komplementaritätseffekte zu maximieren. Die Steuerung der Komplementarität in Netzwerkbeziehungen stellt jedoch hohe Anforderungen, insbesondere die Aufgabenstrukturierung und -integration betreffend (*Schmidt/Braun* 2015). Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden zunächst ein modular-partnerschaftlicher Ansatz zur Generierung von Geschäftsmodellinnovationen vorgestellt und dieser im Anschluss auf die Netzwerkebene bezogen. Sofern im Folgenden nicht explizit technologische Modularität adressiert wird, wird der Begriff modular bzw.

Modularität stets als modular-partnerschaftlich mit Blick auf modulare Geschäftsmodellinnovationen (*Aversa et al.* 2015) verwandt.

2.2 Modular-partnerschaftliche Geschäftsmodellinnovationen zur Nutzung von Komplementarität und Ko-Spezialisierung

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass durch die Verbreitung des Internets Geschäftsmodelle vermehrt Aufmerksamkeit erhalten haben, etwa hervorgerufen durch die Krise der klassischen Zeitungsbranche oder des Buchhandels durch online-basierte Angebote von Amazon (für einführende Überblicke s. *Chesbrough* 2010; *Zott/Amit* 2010; *Adelhelm* 2013). Für den Begriff der Geschäftsmodelle existiert die typische Definitionsvielfalt, die auch bei anderen Phänomenen üblich ist, die sowohl von wissenschaftlichem Interesse als auch praxiswirksam sind. Zusammenfassend lassen sich *Geschäftsmodelle* für den vorliegenden Beitrag als eine abstrahierende, die wesentlichen Elemente und Prozesse einer Unternehmung abdeckende Konzeption begreifen, wie eine Unternehmung am Markt reüssieren kann (*Amit/Zott* 2001; *Teece* 2010; *Baden-Fuller/Haefliger* 2013).

Nach aktuellem Stand in Wissenschaft und Praxis werden Innovationen nicht mehr nur isoliert in geschlossenen Innovationsprozessen (*Closed Innovation*) organisationsintern hervorgebracht, sondern zunehmend in Kooperation mit Partnern in Form so genannter offener Innovationsprozesse (*Open Innovation*; *Chesbrough* 2003). Eine Öffnung der Innovationsprozesse mit Blick auf Produkte und Dienstleistungen erweist sich jedoch zunehmend als nicht mehr ausreichend, um im Wettbewerb nachhaltig erfolgreich zu sein. Je komplexer und dynamischer das Organisationsumfeld ist, desto wichtiger wird es, das eigene organisationsinterne Geschäftsmodell zu hinterfragen und kontinuierlich wettbewerbsfähig zu halten, weshalb zunehmend Geschäftsmodellinnovationen mit interorganisationalem Bezug erforderlich werden (*Chesbrough* 2010). Komplementarität und Ko-Spezialisierung (*Colombo et al.* 2006; *Hess/Rothaermel* 2011; *Pitelis/Teece* 2010) scheinen dabei geeignete Anknüpfungspunkte zu bieten, um über interorganisational modular-partnerschaftlich generierte Geschäftsmodellinnovationen zu reflektieren.

Basierend auf den Ausführungen von *Jacobides et al.* (2006) sowie *Teece* (1992) und *Pitelis/Teece* (2010) lässt sich somit die Komplementarität von Gütern sinngemäß auch auf komplementäre betriebswirtschaftliche Kompetenzen übertragen, welche in der Folge das Potential für überlegene Geschäftsmodelle bergen. Die Innovation besteht dabei nicht zuletzt in der Kooperation selbst: durch die gemeinsame Exploration organisationaler Schnittstellen und daraus abgeleitet sich ergänzender Kompetenzen kann die Basis für neue, kooperative Geschäftsmodelle geschaffen werden. Die kooperative Entwicklung gemeinsamer Standards spielt dabei eine zentrale Rolle, stecken diese doch die Rahmenbedingungen der künftigen Innovation ab, wodurch sie zudem den Kooperationspartnern eine Richtung vorgeben. Die Modularität der Innovationen bietet den Partnern dabei zudem die Möglichkeit, ihre eigenen Kernkompetenzen in die Innovation einzubringen ohne dabei sensible Bereiche des eigenen Geschäftsmodells bei der Entwicklung eines kooperativen Geschäftsmodells offen legen zu müssen.

Abhängig von der Art der Modifikation lassen sich sechs generische Formen solcher *modulareren Geschäftsmodellinnovationen* unterscheiden (*Aversa et al.* 2015):

1. Beim „*Splitting*“ wird ein Element des Geschäftsmodells in mindestens zwei Elemente aufgeteilt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine Softwareapplikation zusätzlich

zum einmaligen käuflichen Erwerb alternativ auch als Abonnement für die Kunden bereitgestellt wird (z. B. Microsofts Abonnementangebote für Office-Produkte bei Tablets). Dabei ließe sich die Abonnement-Variante beispielsweise auch modular durch einen komplementären, externen Partner abbilden.

2. Beim „*Substituting*“ wird ein Geschäftsmodellelement durch ein anderes Element ersetzt, das die gleiche Aufgabe erfüllt. Hier könnte etwa die betriebswirtschaftliche Entscheidung, Vorprodukte zu externalisieren anstatt die Produktion organisationsintern durchzuführen, als Beispiel herangezogen werden oder auch das Auslagern von Teilarbeitsschritten wie bei Amazons Mechanical Turk.
3. Beim „*Augmenting*“ werden neue Geschäftsmodellelemente zum bestehenden Geschäftsmodell hinzugefügt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn ein Unternehmen neben dem etablierten Geschäftskundengeschäft nun zusätzlich auch private Endkunden mit seinen Produkten anspricht. Hierfür könnte eine Partnerschaft mit einem Unternehmen aufgebaut werden, das im Privatkundenvertrieb komplementäre Fähigkeiten aufweist.
4. Das „*Inverting*“ impliziert, dass ein Geschäftsmodell ‚gedreht‘ bzw. ein Teil des Geschäftsmodells extrahiert wird. Dies ist regelmäßig der Fall bei Spin-offs oder Lizenzierung an externe Partner. Oft handelt es sich dabei um Partner, die bereits eine gewisse Ko-Spezialisierung mit dem betrachteten Unternehmen aufweisen.
5. Im Falle von „*Excluding*“ wird eine Komponente des Geschäftsmodells entfernt. Dies lässt sich etwa am Beispiel von Fluggesellschaften erkennen, die Service-Leistungen an Bord, die oft von ko-spezialisierten Catering-Partnern bzw. Tochterunternehmen erbracht werden, zunehmend zugunsten niedriger Flugpreise streichen.
6. Mit „*Porting*“ ist die Verschiebung eines Elements oder sogar eines gesamten Geschäftsmodells in einen anderen Bereich gemeint. Hier kann beispielsweise die Übertragung des ‚Rasierklingen-Prinzips‘ (Verkauf unverhältnismäßig preiswerter Nassrasierer und separater Verkauf von sehr teuren Rasierklingen) auf andere Bereiche wie elektrische Zahnbürsten oder Tintenstrahldrucker zur Illustration angeführt werden. Aufgrund der fehlenden Kompetenzen in dem neuen Bereich bieten sich auch hier Formen der modularen bzw. ko-spezialisierten Zusammenarbeit an.

Die Modularität in der Zusammensetzung dieser Bausteine von Geschäftsmodellen kann so die Basis für weitere Geschäftsmodellinnovationen legen. Der durch Kooperation ergründete Standard bietet darüber hinaus die Schnittstelle zwischen sensiblen Organisationskompetenzen und der Komplementarität des Geschäftsmodells.

Eingedenk der vorangestellten Erörterung von Komplementaritäten und Ko-Spezialisierungen (2.1) liefern die sechs, ursprünglich intraorganisational konzipierten modularen Geschäftsmodellinnovationen von *Aversa et al.* (2015), wie oben skizziert, Anregungen für Überlegungen auf interorganisationaler Netzwerkebene. Denn die zentralen Parameter von Geschäftsmodellen liegen regelmäßig an den Schnittstellen zwischen Organisationen bzw. an den Schnittstellen der Wertschöpfungskette (*Baden-Fuller/Haeffliger* 2013), weshalb eine dezidiert *an Netzwerken orientierte Betrachtung von Geschäftsmodellen* betriebswirtschaftlich relevant erscheint.

2.3 Geschäftsmodellinnovation im interorganisationalen Netzwerk

In Anlehnung an Sydow (1992, 79) soll für den vorliegenden Beitrag ein *interorganisationales Netzwerk*³ als ein Verbund von drei oder mehr rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch oftmals voneinander abhängigen Organisationen verstanden werden. Diese Organisationen koordinieren dabei über einen gewissen Zeitraum hinweg einen Teil ihrer Aktivitäten in Zeit-Raum, wobei sie eher kooperativ denn wettbewerblich miteinander im Austausch stehen (Powell 1990; Dhanaraj/Parkhe 2006; Müller-Seitz 2012; Sydow et al. 2016).

Während das Gros der Literatur dabei die Aktivitäten eines einzelnen Netzwerkpartners aus dessen organisationsinterner Sicht heraus isoliert adressiert – etwa wie eine einzelne Organisation am meisten durch die Teilnahme an den Aktivitäten eines Netzwerks profitiert oder es anführt – mangelt es an Betrachtungen auf Ebene des *Gesamtnetzwerks* (Sydow et al. 2016). Provan et al. (2007) sprechen in diesem Zusammenhang daher treffend von den Aktivitäten auf *whole network*-Ebene.

Die Ebene des Gesamtnetzwerks (Provan et al. 2007) ist vor allem auch deshalb interessant und untersuchungsrelevant, weil vielfach interorganisationale Kooperationen nicht nur im Sinne des Open-Innovation-Ansatzes (Chesbrough 2003) Risiken reduzieren und Synergien ermöglichen. Vielmehr hat auch das Management des Gesamtnetzwerks einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg oder Misserfolg des gesamten Netzwerks und der daran beteiligten Partnerorganisationen – wie dies auch noch im Fall der *SmartFactory^{KL}* zu dokumentieren sein wird (Provan et al. 2007). Dies gilt es insbesondere zu berücksichtigen, wenn Komplementaritäten und Ko-Spezialisierung mit bedacht werden sollen, um Wettbewerbsvorteile generieren zu können.

Als *Zwischenfazit* auf Basis der Sichtung der Literatur zu Geschäftsmodellinnovationen sowie Innovationsnetzwerken lässt sich nunmehr festhalten, dass bis dato kaum eine Auseinandersetzung im Detail mit *Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene, insbesondere nicht vor dem Hintergrund von Industrie 4.0-Aktivitäten* stattgefunden hat. Dies ist jedoch insofern essenziell, als es derartiger Dokumentationen bedarf, um nicht nur die Relevanz, sondern vor allem auch die Erfolgsaussichten von Industrie 4.0 für die ‚klassische‘ Industrie vor dem Hintergrund zunehmender interorganisationaler Vernetzung zu verdeutlichen. Eine an Modularität ausgerichtete Auseinandersetzung mit Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene ist daher notwendig, um greifbar machen zu können, wie Komplementarität und Ko-Spezialisierung als Grundlage modularer Geschäftsmodellinnovationen fungieren.

3. Untersuchungskontext und Methodik

Zunächst wird die *SmartFactory^{KL}* als Innovationsnetzwerk präsentiert (3.1). Daraufhin kommt es zur methodischen Erörterung der gewählten Einzelfallstudie (3.2).

3.1 Die *SmartFactory^{KL}* als Plattform eines interorganisationalen Innovationsnetzwerks

Im Zentrum der Betrachtung steht die Technologieinitiative SmartFactory KL e.V. (*SmartFactory^{KL}*). Die *SmartFactory^{KL}* ist die weltweit erste herstellerunabhängige Demonstrati-

3 Aus Gründen der Lesbarkeit werden im Folgenden die Begriffe Netzwerk und interorganisationales Netzwerk synonym verwandt.

ons- und Forschungsplattform zur Umsetzung der Vision einer ‚intelligenten Fabrik‘ (Zühlke 2010). Wenngleich der Begriff Industrie 4.0 erst später geprägt wurde, so sind die Aktivitäten der 2005 gegründeten *SmartFactory^{KL}* seit jeher daran ausgerichtet. Aufgrund dieser Besonderheit bzw. Seltenheit und des direkten Zugangs zu den reichhaltigen Informationen von und über die *SmartFactory^{KL}* – ein Koautor leitet die *SmartFactory^{KL}* – kann die *Samplingstrategie* („Fallstudienauswahlstrategie“) als an einem ‚Intensitätsbeispiel‘ orientiert charakterisiert werden (Patton 1990, 169-170; s. auch Yin 2014). Es handelt sich insofern um eine Intensitätsfallstudie, als die *SmartFactory^{KL}* als erste herstellerunabhängige Innovationsplattform für Industrie 4.0-Anwendungen geschaffen wurde und dadurch bereits heute eine entsprechende Historie und Erfahrungen aus der netzwerkförmigen Zusammenarbeit vorliegen. Die Besonderheiten dieser Fallstudie können dazu dienen, generell Geschäftsmodellansätze, insbesondere jene zu SmartFactories, zu informieren.

In dem interorganisationalen Netzwerk kooperieren mehr als 40 Partner aus Industrie (Technologieanbieter und -anwender) und Forschungseinrichtungen. Hierzu zählen sowohl multinational tätige Großunternehmungen, wie beispielsweise CISCO, Huawei, IBM oder Siemens, als auch kleine und mittlere Unternehmen, wie etwa Arend Automation, Harting, Weidmüller oder proALPHA. Das Netzwerk hat sich die Herleitung und Erprobung praktikabler Lösungsmuster für die zukünftige Produktion zum Ziel gesetzt. Ein wichtiges Element der *SmartFactory^{KL}*-Mission ist es, Innovationen aus der Informations- und Kommunikationstechnologie gemeinsam mit den Partnern unter möglichst realistischen Bedingungen zu testen und so schnell wie möglich aus dem Labor in die Fabrik bzw. mithilfe von geeigneten, modular aufeinander abgestimmten Geschäftsmodellen auf den Markt zu bringen.

3.2 Einzelfallstudiendesign

Das Fallstudiendesign lässt sich als *Einzelfallstudie* in Anlehnung an die methodischen Ausführungen von Yin (2014) bezeichnen. Für die *Datensammlung und -analyse* wurde auf die klassischen *drei Datenquellen* zurückgegriffen:

- *Protokolle als Sekundärquellen* von rund 30 Arbeitsgruppensitzungen der *SmartFactory^{KL}* aus den letzten zwei Jahren sowie 25 Dokumente (u.a. Konzeptentwürfe und technische Spezifikationen) bildeten einen Teil der Datengrundlage.
- Des Weiteren wurden *47 intensive Narrativinterviews* mit allen an der *SmartFactory^{KL}* beteiligten Partnerunternehmungen geführt. Ziel dieser Gespräche war es, die unternehmensspezifischen Zielsetzungen und die präferierten Themenschwerpunkte für das Innovationsnetzwerk zu erkunden. Darüber hinaus fanden bei einzelnen Unternehmen über mehrere Wochen hinweg für diesen Beitrag fünf Folgeinterviews statt, bei denen mehrere Unternehmensvertreter (Geschäftsführer und Leiter von Fachabteilungen) involviert waren. Im weiteren Verlauf wurden auch multilaterale, themenspezifische Gespräche (z. B. mit Fokus auf mögliche Geschäftsmodelle) mit einzelnen Netzwerkpartnern geführt.
- Eine der an diesem Beitrag beteiligten Personen nahm zudem als *teilnehmender Beobachter* über ein Jahr lang an den Aktivitäten rund um die *SmartFactory^{KL}* im Rahmen des Kooperationsprojekts teil.

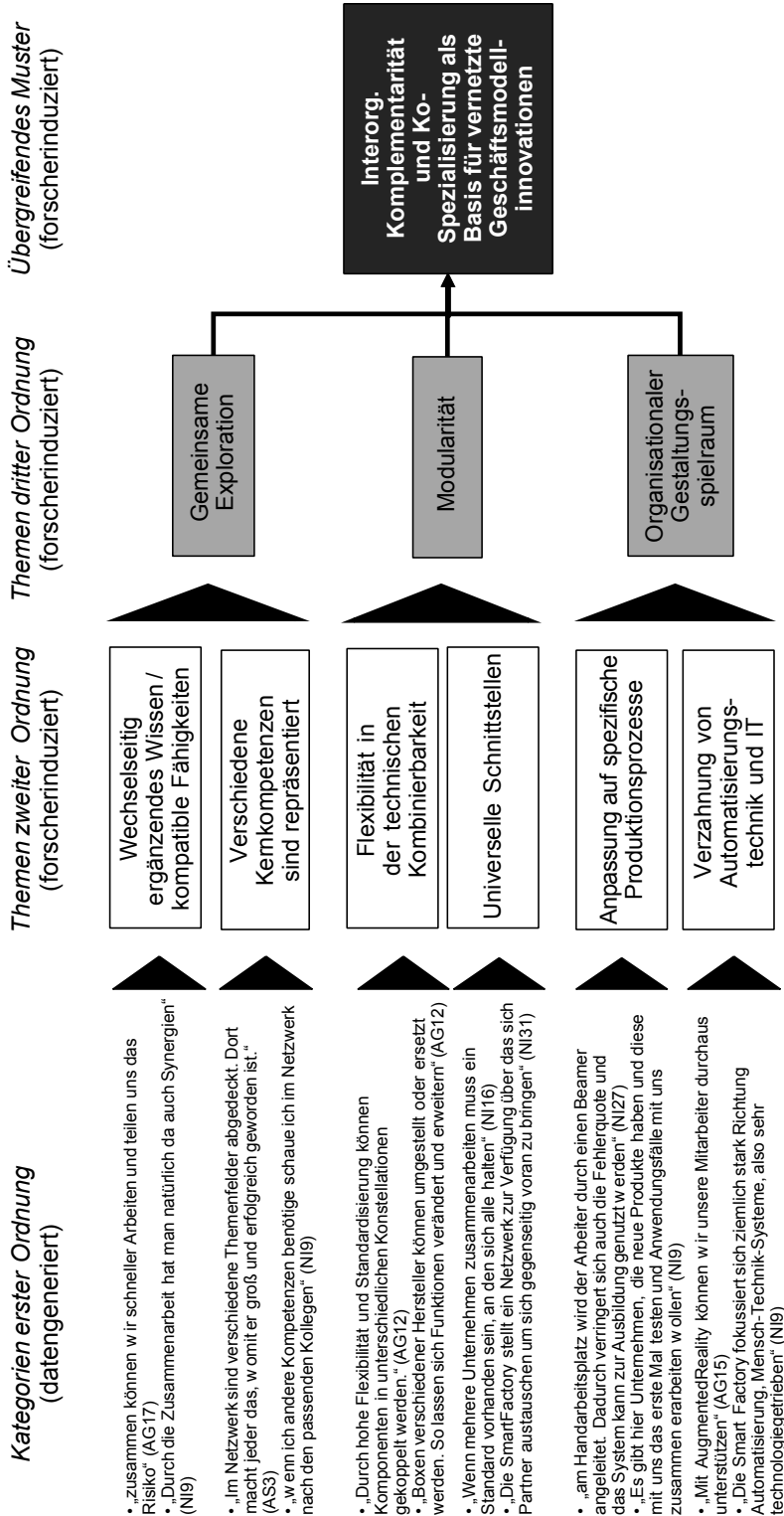
Überdies liegt dem Beitrag schließlich auch noch insofern ein Perspektivenabgleich, die so genannte *insider-outsider-Perspektivetriangulation* (Gioia/Chittipeddi 1991), zugrunde, als zwei beteiligte Personen aus dem Autorenkreis für die *SmartFactory*^{KL} tätig sind. Die Daten wurden in Summe von der Forschergruppe gesichtet und durch Triangulation ausgewertet, d.h. einerseits wurden die Daten aus den verschiedenen Quellen (Sekundärquellen, Interviews und teilnehmende Beobachtungen) miteinander verglichen und auf Stimmigkeit überprüft, andererseits wurden die von den Forschern durch konzeptgeleitete Abstraktion gewonnenen Befunde miteinander abgeglichen (Yin 2014).

Gängigen Ansätzen der qualitativen Sozialforschung folgend (s. exemplarisch die Analyse bei Jarzabkowski 2008), haben wir zunächst Kategorien gebildet, die sich unmittelbar aus dem Datenmaterial ergaben (datengenerierte Kategorien erster Ordnung). Die Kategorien wurden sodann möglichst überschneidungsfrei präzisiert und in forschenderinduzierte Themen zweiter Ordnung überführt.⁴ Zur Bildung übergreifender Themen dritter Ordnung wurden anschließend über- und untergeordnete Themen zwischen Themen zweiter und dritter Ordnung entwickelt. In der Folge wurden so die Themen zweiter Ordnung bei Themen dritter Ordnung eingruppiert, was schließlich in der Konzeption des forschenderinduzierten, übergreifenden Musters „interorganisationale Komplementarität und Ko-Spezialisierung als Basis für vernetzte Geschäftsmodellinnovationen“ resultierte. Nachstehende Darstellung gibt die emergente Datenstruktur im Rahmen der hier skizzierten Datenanalyse anhand illustrativer Belege wieder (*Abbildung 1*).

Befunde, die nicht von allen Forschern gleichermaßen geteilt wurden, konnten in Diskussionsrunden ausgeräumt bzw. einvernehmlich aufgelöst werden, so dass in diesem Beitrag lediglich wechselseitig abgeglichene Ergebnisse präsentiert werden.

4 Die Kategorienbildung folgt hierbei dem Anspruch, der im englischen Sprachgebrauch als ‚mutually exclusive‘ und ‚collectively exhaustive‘ bekannt ist.

Abbildung 1: Emergente Datenstruktur im Rahmen der Datenanalyse.



4. Interorganisationale Komplementarität und Ko-Spezialisierung für modulare Geschäftsmodellinnovationen anhand der Industrie 4.0-Anlage *SmartFactory*^{KL}

Im Folgenden werden die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der *SmartFactory*^{KL} als interorganisationales Innovationsnetzwerk (4.1) erläutert. Anhand dieser soll das Potential von vernetzten sowie gleichsam modularen Geschäftsmodellinnovationen im Kontext der Komplementarität und Ko-Spezialisierung aufgezeigt werden (4.2).

4.1 Die Industrie 4.0-Anlage *SmartFactory*^{KL} als Basis für modulare Geschäftsmodellinnovationen

Zunächst gilt es festzuhalten, dass es sich bei der *SmartFactory*^{KL} um ein *interorganisationales Innovationsnetzwerk* im Einklang mit der vorgelegten Definition handelt, welches gezielt die Idee interorganisationaler Komplementarität und Ko-Spezialisierung als Basis für vernetzte Geschäftsmodellinnovationen vorantreibt. Dies lässt sich damit begründen, dass die *SmartFactory*^{KL} aus 40 Organisationen besteht, die rechtlich selbständig, jedoch mit Blick auf einen Teil ihrer Industrie 4.0-Aktivitäten wirtschaftlich voneinander abhängig sind. Zudem koordinieren die Organisationen in Zeit-Raum einen Teil ihrer Aktivitäten auf eher kooperative denn kompetitive Weise. Zielsetzung ist es, Industrie 4.0-bezogene Innovationen auf Netzwerkbasis zu generieren und so beispielsweise Standards zu entwickeln. Die Entwicklung von Standards und anderen Industrie 4.0-Innovationen ließe sich aufgrund von Ressourcenknappheiten und zu hohen Forschungs- und Entwicklungsrisiken nicht durch eine einzelne Organisation bewältigen.

Organisationsinterne Unterlagen dokumentieren das Verständnis der *SmartFactory*^{KL} von Industrie 4.0 überdies als eine fundamentale Neuauslegung der Wertschöpfungskette auf Grundlage umfassend vernetzter Produktionssysteme bestehend aus technologisch-modularen und kommunikationsfähigen Fabrikgegenständen. Dazu gehören u.a. Feldgerät, Produktionsmodul/Maschine, Anlage, Werkzeug und Produkt.

Die unter Industrie 4.0 postulierten Paradigmen der mechatronischen Wandelbarkeit und der inner- und überbetrieblichen Vernetzung versprechen die neuauftretenden Anforderungen an eine flexible und wandelbare Produktion zu adressieren, die gerade im Zuge verkürzter Innovationszyklen und einer zunehmend kundenorientierten Wertschöpfung gestellt werden. Allerdings fehlt es bisher an Lösungsmustern für die Entwicklung und die praxisgerechte Einführung neuartiger Technologiebausteine, die in der Lage sind, das Potential der mechatronischen Wandelbarkeit und umfassenden Vernetzung im zukünftigen Fabrikumfeld auszuschöpfen.

Unter dieser Prämisse wurde in Kooperation mit 16 *SmartFactory*^{KL}-Netzwerkpartnern eine herstellerübergreifende Produktionsanlage realisiert, die die technologisch-modulare Vernetzung heterogener Fabrikgegenstände anhand gemeinsam gesetzter Spezifikationen demonstriert. Der Aktivität liegt das Verständnis zugrunde, dass die Potentiale der Industrie 4.0 nur durch herstellerübergreifende *Spezifikationen oder Standards* genutzt werden können. So bedarf es ähnlich wie bei der Entwicklung des *World Wide Web* allgemeingültiger Protokolle und Informationsmodelle, um Fabrikgegenstände miteinander digital zu vernetzen und die zwischen ihnen ablaufenden Prozesse für den Menschen verständlich und zugänglich zu machen. Insofern handelt es sich nicht um eine übliche, rein projektbezogene Kooperation von Partnern, sondern es wurde mit der *SmartFactory*^{KL} eine Plattform für Geschäftsmodellinnovationen geschaffen, auf der die Partner fortwährend für

sich geeignete Geschäftsmodellinnovationen schöpfen können. So können sich auf der einen Seite die Kooperationspartner im Netzwerk kennen lernen und gemeinsame Schnittstellen ergründen, aus welchen Geschäftsmodellinnovationen hervorgehen können. Auf der anderen Seite kann die herstellerübergreifende Produktionsanlage selbst als Geschäftsmodellinnovation verstanden werden: nimmt man sich beispielhaft den Business Model Canvas von *Osterwalder/Pigneur (2010)* zur Vorlage eines Geschäftsmodells so finden sich die Schlüsselpartner als einer der neun zentralen Bereiche wieder.

Das Modell der *SmartFactory^{KL}* vermag es ferner, diesen Bereich nicht nur für sich selbst zu nutzen, indem die Partner als Vereinsmitglieder eine Grundfinanzierung sicherstellen, sondern ebenfalls das Feld der Schlüsselpartner als zentrales Wertversprechen für eben jene zu transferieren. Als eine der Schlüsselaktivitäten lässt sich so die Aufrechterhaltung der Kooperation im Netzwerk zur Entwicklung gemeinsamer Standards identifizieren, welche im Gegenzug wiederum durch die *SmartFactory^{KL}* als Mehrwert offeriert wird. Die Standards wiederum bilden die Grundlage für die Konnektivität der organisationseigenen Technologien. Somit setzt sich das Netzwerk der *SmartFactory^{KL}* von üblichen Kooperationen ab, da hier nicht per se ein gemeinsames Produkt, sondern eine Innovation zur Konnektivität eigener Produkte und somit eine Plattform für innovative Prozesse entwickelt wird.

Mit der Zielsetzung entsprechende allgemeingültige Spezifikationen zu schaffen, wurde eine *hochgradig technologisch-modulare Produktionsanlage* (siehe *Abbildung 2*) als Test- und Demonstrationsobjekt konzipiert, in der die involvierten Netzwerkpartner gemäß ihrer Kernkompetenzen eine ‚Patenschaft‘ für spezifische Anlagenteile und Technologien übernommen haben. Dieses Patenschaftskonzept hat sich als sehr erfolgreich erwiesen. Als Folge hiervon haben die beteiligten Anbieter von Automatisierungstechnik, darunter *Bosch-Rexroth, Festo, Harting, Lapp Kabel, PhoenixContact* und *Pilz*, jeweils spezifische Produktionsmodule geliefert, die nach den vorgegebenen *SmartFactory^{KL}*-Spezifikationen umgesetzt wurden. Diese Spezifikationen betreffen den mechanischen Grundaufbau, die Modulversorgung sowie die informationstechnische Vernetzung einzelner Produktionsmodule (*Weyer et al. 2015*).

Trotz dieser Vorgaben bleibt den Anbietern ein hohes Maß an individuellem Gestaltungsfreiraum, zum Beispiel bei der Auswahl und Implementierung der konkreten Automatisierungslösung. Ferner ist jedes Produktionsmodul mit dedizierten Fertigungsfähigkeiten ausgestattet und kann einzeln oder im Verbund mit anderen Produktionsmodulen betrieben werden, sofern diese ebenfalls der *SmartFactory^{KL}*-Spezifikation entsprechen.

Abbildung 2: Test- und Demonstrationsanlage der Technologie-Initiative *SmartFactory^{KL}* e.V. mit den herstellereinspezifischen Produktionsmodulen



Quelle: Weyer et al. (2017).

Dank der technologisch-modularen Konzeption kann die Anlage je nach Auftragslage und Kundenwunsch mit zusätzlichen Produktionsmodulen – und damit mit neuen Fertigungsfunktionalitäten – nach dem ‚Plug&Play‘-Paradigma erweitert werden. Damit Produktionsmodule universell und mit minimalem Konfigurationsaufwand zu einem Produktionsprozess im Sinne der Komplementarität und Ko-Spezialisierung kombiniert werden können, ist eine leistungsfähige, flexible Infrastruktur notwendig, welche wesentliche Versorgungs- und Managementfunktionen für die Produktionsmodule übernimmt. Dazu gehören die Energieversorgung, das Daten-Routing und die übergreifende Steuerung der Sicherheitsfunktionen. Die Infrastruktur ist somit die verbindende Lebensader zwischen den Produktionsmodulen, die ansonsten vollkommen autonom agieren.

Die Infrastruktur selbst muss wiederum technologisch-modular und herstellerübergreifend aufgebaut sein, um die gewonnene Flexibilität im Aufbau einer Industrie 4.0-Anlage nicht durch eine aufwändige Infrastrukturplanung, beispielsweise für das Energienetz, einzubüßen. Entsprechend dieser Anforderung wurden vier *herstellereinspezifische Infrastrukturboxen* von den *SmartFactory^{KL}*-Netzwerkpartnern *Harting*, *PhoenixContact*, *TE Connectivity* gemeinsam mit *CISCO* sowie *Weidmüller* gemeinsam mit *Belden/Hirschmann* als erste marktfähige Produkte realisiert. Dabei ist hervorzuheben, dass sich die einzelnen Infrastrukturboxen herstellerübergreifend kombinieren und betreiben lassen, wobei sie sich in Aufbau und Zusatzfunktionalitäten durchaus vom Produkt des Wettbewerbers differenzieren können (vgl. *Abbildung 3*). Für den Fabrikbetreiber bietet dieses herstellerübergrei-

fende Infrastrukturkonzept zukünftig nicht nur mehr Flexibilität bei der Installation und (Re-)Konfiguration von Produktionsanlagen, sondern verringert auch die Abhängigkeit von einzelnen Technologieanbietern signifikant.

Abbildung 3: Die Infrastrukturbox der Firma *Harting* (links) und die Infrastrukturbox der Firmen *Weidmüller* und *Belden/Hirschmann* (rechts) sind miteinander kompatibel



Quelle: © *Harting* (2016), © *Weidmüller* (2016).

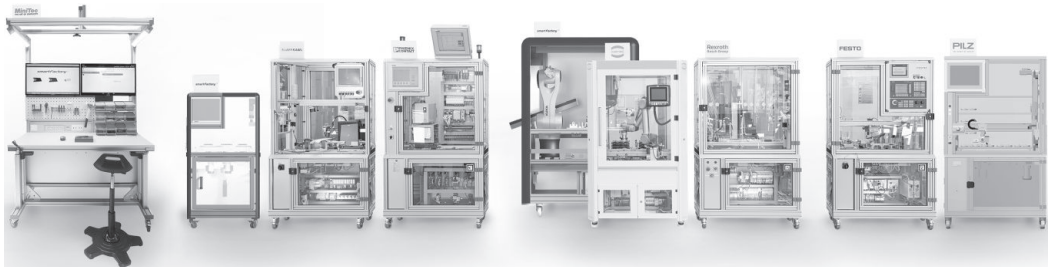
Ein weiteres Interessensgebiet der beteiligten Partner betrifft die möglichst enge Verzahnung von Automatisierungstechnik und IT-Systemen. Dahinter steht das Leitparadigma der Synchronisierung von realer und digitaler Welt zu Zwecken der Transparenz und computergestützten Optimierung, also das Konzept der *digitalen Fabrik*. Informationen zu den *Produktionsmodulen* und den zu fertigenden Produkten sollen durchgängig digital und in Echtzeit vorliegen, um sowohl innerhalb des produzierenden Unternehmens als auch zwischen den Unternehmen eine schnellere und präzisere Abstimmung und Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Mithilfe digital verfügbarer Informationen können neuartige, daten-

basierte Dienstleistungen für das Produktionsumfeld auf Basis von Komplementarität und Ko-Spezialisierung von den Netzwerkpartnern kooperativ entwickelt und angeboten werden, z. B. im Bereich der Ferndiagnose und -wartung. Es ist allerdings gleichzeitig ebenfalls weiterhin möglich, kompetitiv am Markt zu agieren.

Im Zusammenspiel von Automatisierungstechnikern und IT-Anbietern werden im *SmartFactory^{KL}*-Netzwerk u.a. folgende Konzepte erprobt:

- digitales Echtzeit-Abbild der *SmartFactory^{KL}* (vgl. *Abbildung 4*), gekoppelt mit *Big Data*-Anwendungen (z. B. *IBM*),
- durchgängiges Engineering und Zusammenführung der Steuerungs-Dokumentationen aus der Zulieferkette (z. B. *Bosch-Rexroth* und *eplan*),
- vertikale Integration vom Enterprise Resource Planning bis zur Anlagensteuerung (*pro-Alpha*) sowie
- technologisch-modulare, softwaregestützte Zertifizierungen von Produktionsanlagen (*TÜV Süd*).

Abbildung 4: Digitales Abbild der Industrie 4.0-Anlage SmartFactory^{KL}



Quelle: © Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V. (2015)

4.2 Die *SmartFactory^{KL}* als Vehikel zur Generierung modular-partnerschaftlicher Geschäftsmodellinnovationen vor dem Hintergrund von Komplementarität und Ko-Spezialisierung

Wie bereits angezeigt, eröffnet die *SmartFactory^{KL}* Wettbewerbern einerseits eine Plattform, auf der ein Austausch hinsichtlich aktueller Trends zu heterogenen Produktionsanlagen erfolgen kann und herstellerübergreifende Spezifikationen festgelegt und erprobt werden können, um somit die hauseigenen Technologien und Geschäftsmodelle auf eine Industrie 4.0 vorzubereiten. Hier können also Standards etabliert werden und dadurch Skaleneffekte verfolgt werden, wobei gleichzeitig eine Differenzierung im Sinne von Komplementarität und Ko-Spezialisierung stattfindet.

Andererseits nutzen Unternehmen, die bisher wenig inhaltliche Überschneidung aufweisen, das Netzwerk der *SmartFactory^{KL}*, um neue *Vernetzungspotentiale* im Zusammenhang mit netzwerkbasierenden Geschäftsmodellinnovationen technologisch und wirtschaftlich zu ergründen. Immense Chancen ergeben sich beispielsweise an der Schnittstelle zwischen klassischer Automatisierungstechnik und IT-Systemen, z. B. durch Einzug von *Big Data*-Anwendungen oder durch die zunehmende Digitalisierung von Instandhaltungsprozessen. Wie Puzzlesteine zusammengefügt, erschließt sich aus den im *SmartFactory^{KL}*-Netzwerk erforschten Innovationen ein Gesamtbild, wie zukünftige Produktionsanlagen

und darauf abgestimmte Geschäftsmodelle konzipiert werden können, damit sie die Anforderungen hinsichtlich Wandlungsfähigkeit und Flexibilität erfüllen. Aus betriebswirtschaftlicher (bzw. genauer: organisationaler) Sicht lassen sich in der Zusammenarbeit des Netzwerks bereits jetzt *drei Muster* identifizieren (vgl. erneut die drei Kernmuster in *Abbildung 1*), welche die *Komplementarität und Ko-Spezialisierung gewährleisten und damit die modularen Geschäftsmodellinnovationen erst ermöglichen*:

1. Gemeinsame Exploration

Die Netzwerkpartner verfügen über wechselseitig ergänzendes bzw. komplementäres Wissen und über kompatible Fähigkeiten. Dadurch sind verschiedene Kernkompetenzen im Netzwerk repräsentiert. Nur durch die organisationsübergreifende Bündelung dieser Kompetenzen wird eine Exploration von Geschäftsmodellinnovationen überhaupt ermöglicht. Über die gemeinsamen explorativen Prozesse gelingt es somit, die ko-spezialisierten und dadurch differenzierten Partner zu integrieren. Ein Interviewpartner stellte etwa fest: *“Wir nutzen die SmartFactory, um uns neue Möglichkeiten durch Kooperation zu erschließen, wo uns ganz einfach das Know-how fehlt”* (AG23).

2. Modularität

Die Koordination der Netzwerkpartner erfolgt hochgradig technologisch-modular und gleichsam aber auch eng verzahnt modular-partnerschaftlich, was u.a. durch nachstehende Einschätzung belegt wird: *“Man muss natürlich schauen, dass man sein eigenes Wissen für sich behält und trotzdem kompatibel ist. Im Endeffekt kann ja jeder Produktionsschritt einzeln ablaufen, alle Schritte zusammen ergeben dann den gesamten Prozess”* (AG17).

Das bedeutet, dass zusätzliche technische Komponenten, auf die sich andere Netzwerkpartner ko-spezialisiert haben, über standardisierte, universelle Schnittstellen sehr flexibel in die Anlage integriert werden können. Zudem kann die Reihenfolge von Modulen bzw. Produktionsabschnitten leicht variiert, an verschiedene Anforderungen angepasst und dadurch einzelne Netzwerkpartner – sofern dafür eine Notwendigkeit bestünde – ersetzt werden. Insgesamt ermöglicht die technologische Modularität also, dass technische Komponenten, die komplementäre Fähigkeiten unterschiedlicher Partner erfordern, sehr reibungslos integriert werden können.

3. Organisationaler Gestaltungsspielraum

Für die Netzwerkpartner besteht der Anreiz zur Teilnahme am Netzwerk insbesondere in der Wahrung der eigenen Handlungsspielräume. So bietet die Industrie 4.0-Anlage vielfältige Möglichkeiten der gemeinsamen Exploration. Dabei bleibt jedoch stets das Potenzial vorhanden, die Anlage im Sinne der eigenen, spezifischen Produktionsprozesse zu konfigurieren. Dies wird durch eine enge Verzahnung der Automatisierungstechnik und IT ermöglicht. Ein Unternehmensvertreter führt hierzu an: *“Jeder in unserem Netzwerk verfolgt ganz eigene Interessen. Die Kunst besteht darin, die gemeinsame Anlage so auszulegen, dass ein hohes Maß an Konfigurierbarkeit erhalten bleibt”* (NI16). Dieser organisationale Gestaltungsspielraum ist in neueren Ansätzen der Forschung zur interorganisationalen Komplementarität durchaus vorgesehen, damit die Partner sich nicht in ein „Lock-in“ gegenüber einem einzigen Kooperationspartner begeben, sondern sich vielmehr alternative Kooperationsmöglichkeiten offenhalten.

Als Resultat dieser Komplementarität und Ko-Spezialisierung zeichnen sich neuartige Geschäftsmodellinnovationen ab, die von den Netzwerkpartnern erkundet werden. Mit Blick

auf die Modifikation und Neuausrichtung von Geschäftsmodellen liefert die *SmartFactory^{KL}* bereits heute Ansatzpunkte. Diese betreffen drei der o.g. idealtypischen Geschäftsmodellinnovationen, das Substituting, Augmenting und Porting, die jedoch bisher nur intraorganisational ausgeleuchtet wurden:

Im Sinne des „*Substituting*“ gibt es etwa Überlegungen, Teile des bisher internen Wertschöpfungsprozesses in gemeinsame Industrie 4.0-Anlagen zu verlagern. Anwendungsoptionen wurden bereits über drei Demonstratoren getestet: „*Wir arbeiten daran, gemeinsam mit Netzwerkpartnern bestimmte Produktionsabschnitte, die bisher mit sehr großem Personalaufwand verbunden waren, zu automatisieren*“ (AS14).

Die Möglichkeiten des „*Augmenting*“ werden dahingehend ausgelotet, dass komplementäre Fähigkeiten der Partner gebündelt und dadurch kundenspezifische Lösungen gestaltet werden können (z. B. im Sinne einer individualisierten Massenproduktion): „*dadurch, dass der Kunde sein Produkt so online selbst zusammenstellen kann, können wir ihn mit der entsprechenden Software in den Produktionsprozess mit einbinden*“ (AS11).

Auch das „*Porting*“-Prinzip findet bereits heute Anwendung. So wurden die Erkenntnisse aus dem Betrieb der *SmartFactory^{KL}* um virtuelle Trainingsprogramme rund um Industrie 4.0 als eigenständige Dienstleistung entwickelt: „*Anstatt nur zu produzieren, können wir unsere Fähigkeiten nun auch in Beratungslösungen einbinden*“ (AG10).

Zwar gibt es auch einige IT- und Automatisierungstechnikunternehmungen, die eigene, herstellereigene Industrie 4.0-Anlagen zu Test- und Demonstrationszwecken aufbauen und betreiben, allerdings profitieren Partner des *SmartFactory^{KL}*-Innovationsnetzwerks neben dem hersteller- und disziplinübergreifenden Erfahrungsaustausch gerade auch von einer Minimierung der erheblichen Kosten, die mit Entwicklung, Betrieb und Wartung hochmoderner Anlagentechnik verbunden sind. Folgende *illustrative Kalkulation auf Basis interner Recherchen* soll dies verdeutlichen: So kostet beispielsweise die prototypische Realisierung eines Produktionsmoduls im Durchschnitt € 100.000, während für den Bau eines Infrastrukturbox-Prototyps mit € 25.000 gerechnet werden muss. Der Gesamtwert einer *SmartFactory^{KL}*-äquivalenten Anlage mit acht Produktionsmodulen und vier Infrastrukturboxen beläuft sich somit auf ca. € 900.000, die im Falle der *SmartFactory^{KL}* auf 16 Netzwerkpartner aufgeteilt werden, was somit deutliche Kostenvorteile mit sich bringt.

Es gilt also festzuhalten, dass sich das Potential modularer Geschäftsmodellinnovationen aufgrund von Komplementarität und Ko-Spezialisierung im Bereich von Industrie 4.0 aus der Neuartigkeit der durch die Technologie ermöglichten Leistungen (z. B. durch das Bereitstellen von Daten oder die Virtualisierung und Neukombination von Prozessen) und Produkte (z. B. mittels der Integration von mobilen Endgeräten) erschließen kann. Auch die Kooperationsform auf Netzwerkebene ist bei der *SmartFactory^{KL}* sichtbar, da Industrie 4.0-bezogene Aktivitäten die Grenzen von IT und physischer Produktion zunehmend verschwimmen lassen.

5. Diskussion

Wie lässt sich nun die eingangs gestellte Forschungsleitfrage nach der Rolle von interorganisationaler Komplementarität und Ko-Spezialisierung als Vehikel zur Nutzung partnerschaftlicher Geschäftsmodellentwicklung beantworten? Die Ergebnisse legen nahe, dass der inter- und transdisziplinäre Charakter bei dem vorgestellten, durch Industrie 4.0 geprägten Kontext das *Potential für modulare und gleichsam netzwerkbasierte Geschäftsmodellinnovationen* aufweist. Dies gilt es insbesondere vor dem Hintergrund zu berücksichtigen.

gen, dass sich die Vernetzung vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) als vorteilhaft erweist, da große Konzerne vielfach Geschäftsmodellinnovationen auch ohne Kooperationen vorantreiben können, KMU jedoch – wie in vielen anderen Bereichen auch – auf komplementäre bzw. ko-spezialisierte Fähigkeiten und Ressourcen von Netzwerkpartnern angewiesen sind (Teece 1992; Schmidt/Braun 2015). Gleichzeitig zeigt sich, dass zukünftig erforderliche Standards, wie etwa im Bereich der Versorgungsinfrastruktur, nur in konstruktiver Zusammenarbeit zwischen Wettbewerbern gesetzt werden können (ähnlich Browning et al. 1995; Müller-Seitz, Sydow 2012).

Überdies legen die Ergebnisse nahe, dass sich Fortschritte und Innovationen zu Industrie 4.0 vor allem herstellerübergreifend und im Netzwerk – hier verstanden als eigenständige Steuerungsform (Powell 1990; Sydow et al. 2016) – realisieren lassen. Insofern handelt es sich um eine Geschäftsmodellinnovation der beteiligten Partner auf Netzwerkebene (Provan et al. 2007). Diese Geschäftsmodellinnovationen werden durch die gemeinsamen Aktivitäten der Netzwerkpartner ermöglicht, die komplementäre und ko-spezialisierte Ressourcen in die *SmartFactory^{KL}* einbringen. Die Ko-Spezialisierung ist zwar durch einen hohen Standardisierungsgrad innerhalb der Industrie 4.0-Anlage gekennzeichnet, trotzdem hängt die Marktfähigkeit der zur Verfügung gestellten Ressourcen nicht ausschließlich von der ko-spezialisierten Beziehung ab. Die ko-spezialisierten Ressourcen verlieren ohne ihr Pendant, wie von Pitelis/Teece (2010) gemutmaßt, also nicht komplett ihren Wert. Vielmehr steht es den Netzwerkpartnern offen, die im Netzwerk erlangten Fähigkeiten und Technologie flexibel in eigene Produktionsprozesse zu übernehmen. Dadurch dürfte der Ansatz von Jacobides et al. (2006) mit Blick auf die Mobilität von ko-spezialisierten Gütern hier treffender anzuwenden sein. Demzufolge gelingt der *SmartFactory^{KL}* der Spagat zwischen einer hohen Komplementarität und Ko-Spezialisierung einerseits und einer flexiblen, modularen Handhabung der Geschäftsmodellkomponenten andererseits. Vor diesem Hintergrund lässt sich das modulare Geschäftsmodellverständnis von Aversa et al. (2015) auf die Netzwerkebene heben und weiter konkretisieren.

Abgeleitet aus der Literatur zu interorganisationalen Netzwerken, Geschäftsmodellen bzw. Geschäftsmodellinnovationen sowie auf Basis der vorgelegten Ergebnisse sollen nunmehr vorläufig identifizierte Treiber und Hindernisse vernetzter Geschäftsmodellinnovationen abgeleitet werden. Zunächst gilt es folgende *Treiber vernetzter Geschäftsmodellinnovationen* festzuhalten:

- Durch die Nähe der Partner untereinander im Netzwerk (gemeinsame Arbeitsgruppen, Meetings, informeller Austausch etc.) entstehen immer wieder Berührungspunkte im Rahmen der alltäglichen Arbeit. Dies wiederum erhöht das Potenzial, neue Produkte und Dienstleistungen gemeinsam zu entwickeln und diese auf der Ebene des Netzwerks („whole network“; Provan et al. 2007) auch gemeinsam zu produzieren und am Markt zu platzieren.
- Wettbewerbsvorteile erodieren aufgrund fehlender Möglichkeiten, eben diese Wettbewerbsvorteile auf Unternehmungsebene zu schützen (n.b.: dies gilt auch für Geschäftsmodelle selbst, die per se nicht patentierbar sind).
- Industrie 4.0-Aktivitäten ermöglichen Optimierungen von Geschäftsprozessen, die aber alleine nicht bewältigt werden können.
- Organisationsübergreifende Aktivitäten werden zunehmend erforderlich, um den Erwartungshaltungen von Kunden gerecht zu werden.

- Operative Aktivitäten können aufgrund großer und vernetzter Datenmengen nur in Kooperation mit Partnerunternehmen realisiert werden.

Überdies können grundsätzlich folgende *Hemmnisse vernetzter Geschäftsmodellinnovationen* unter Rekurs auf die Literatur zu Netzwerken sowie die Ergebnisse zu Industrie 4.0 konstatiert werden (Sydow 1992; Pisano 2006; Calia et al. 2007; Kagermann et al. 2013):

- Das Ausbeuten etablierter technologischer und organisatorischer Pfade schreckt Unternehmen ab, sich mit dem neuen Themenfeld Industrie 4.0 aus genuin betriebswirtschaftlicher Sichtweise zu beschäftigen,
- unklare Eigentumsrechte führen zu rechtlichen Imponderabilien sowie
- Cyberkriminalität stellt ein zentrales Hemmnis dar, das noch weite Teile der Unternehmenslandschaft, insbesondere KMU, von einem Einstieg in bzw. die Vertiefung von Industrie 4.0-Aktivitäten abhält.

Auf Basis dieser Anregungen sollen nunmehr noch – wenngleich aufgrund der Einzelfallstudie anhand der *SmartFactory^{KL}* nur sehr vorsichtig – möglichst generische *Handlungsempfehlungen* für vernetzte Geschäftsmodellinnovationen vorgelegt werden.

- Es gilt mögliche technologische und organisatorische Komplementaritäten sowie die Möglichkeit der Ko-Spezialisierung auszuleuchten.
- Eine Reflexion über intraorganisationale Geschäftsmodelle und Geschäftsmodellinnovationen (etwa mithilfe konzeptionell geleiteter Typologien und Canvas-Tools (s. exemplarisch Osterwalder/Pigneur 2010)) sollte den Ausgangspunkt für die Identifikation möglicher Kooperationspotentiale zur Entwicklung interorganisationaler Geschäftsmodellinnovationen bilden. Mit Blick auf den Business Model Canvas ist festzuhalten, dass die vorgestellten netzwerkbasierten Geschäftsmodellinnovationen in erster Linie den Aspekt der Schlüssel-Partner („key partnerships“) adressieren, wobei jedoch die Gesamtnetzwerkebene adressiert wird (Provan et al. 2007). Die restlichen Elemente des Business Model Canvas werden ebenfalls tangiert, jedoch nicht so stark, wie es im vorliegenden Beitrag für die Netzwerkpartner gilt. Indem wir also die Netzwerkebene in den Fokus rücken, weichen wir vom bisherigen Gros der Publikationen ab, indem wir nicht nur einzelne Organisationen und deren individuelle Sichtweise aufgegriffen haben.
- Technologische Modularisierung und Standardisierung bieten konkrete Ansatzpunkte und Anreize, um vernetzte Geschäftsmodellinnovationen voranzutreiben. Letztlich ähneln unsere Gedankengänge an dieser Stelle den Anregungen aus der Literatur zum in dieser Hinsicht Industrie 4.0 verwandten Phänomen der Entwicklung von Open Source Software (Benkler 2006). Auch dort stehen Aspekte der technologischen Modularisierung und Arbeitsteilung im Vordergrund, weshalb im vorliegenden Fall letztlich überraschenderweise Parallelen sichtbar werden.

6. Fazit

Zielsetzung des vorliegenden Beitrags war es, die Besonderheiten und Nutzungsmöglichkeiten modularer Geschäftsmodellinnovationen auf Basis von Komplementarität und Ko-Spezialisierung auf interorganisationaler Netzwerkebene am Beispiel einer Industrie 4.0-Anlage exemplarisch vorzustellen. Anhand der *SmartFactory^{KL}* konnte gezeigt werden, wie dies dadurch gelingt, dass heute (Stand Frühjahr 2017) mehr als 40 Partner in der *SmartFactory^{KL}* gemeinsam daran arbeiten, neue Industrie 4.0-Konzepte, -Standards und

-Lösungen zu entwickeln. In der vorliegenden Fallstudie wurde dabei die Entwicklung einer Industrie 4.0-Anlage betrachtet, die in einem herstellerübergreifenden Verbund von 16 Partnern der *SmartFactory^{KL}* vorangetrieben wird.

Dieser Beitrag weist naturgemäß *Limitationen* auf. Dies betrifft vor allem die gewählte Methodik. So handelt es sich bei dem Beispiel der *SmartFactory^{KL}* um eine Einzelfallstudie und zudem um eine vergleichsweise einmalige Demonstrationsanlage. Generalisierungen sind also nur eingeschränkt möglich. Allerdings war es auch nicht Anliegen dieses Beitrags, in erster Linie eine theoretische Generalisierbarkeit anzustreben. Vielmehr stand das Anliegen einer argumentativen Generalisierbarkeit im Vordergrund. So erscheint die Annahme durchaus plausibel, dass die vorgefundenen Geschäftsmodellinnovationsansätze auf Netzwerkebene durchaus auch auf andere empirische Kontexte übertragbar sind. In erster Linie kommen diesbezüglich andere Industrie 4.0-nahe Anwendungen und Anlagen in Betracht. Möglich scheint es jedoch auch, die vorgefundenen Annahmen weiter zu generalisieren, etwa auf wissensintensive Branchen (Pisano 2006; Sydow et al. 2016).

Eine weitere Limitation betrifft die Beobachtung, dass es im Nachhinein wünschenswert gewesen wäre, sich der Thematik auch auf Basis einer strukturellen Netzwerkanalyse anzunehmen. So hätten mögliche Kooperationsgeflechte und archetypische Kooperationsmuster identifiziert werden können. Denkbar wäre es beispielsweise, dass sich die Kooperationsaktivitäten bei vermeintlich eher inkrementellen Geschäftsmodellinnovationen, wie etwa dem Augmenting, von tendenziell eher radikalen Geschäftsmodellinnovationen, z. B. hinsichtlich des Porting, systematisch unterscheiden. Die bisher erhobenen Daten legen dies in Ansätzen nahe, weisen jedoch in diesem Stadium noch spekulativen Charakter auf.

Eingedenk dieser Limitationen ergibt sich vielfältiger Bedarf für weitere diesbezügliche Anstrengungen in Forschung und Praxis. Forschungsbezogen wären vergleichbare Untersuchungen von Geschäftsmodellinnovationen auf der Ebene interorganisationaler Netzwerke wünschenswert (Provan et al. 2007). Dies gilt es jedoch auch für die Praxis als relevantes Phänomen weiter zu beachten. Des Weiteren wäre es aus praxisorientierter Perspektive von Interesse, weitere Industrie 4.0-Anwendungen besser zu verstehen. Dies betrifft dabei nicht nur den Fokus auf Geschäftsmodellinnovationen auf Netzwerkebene, sondern generell vernetzte Innovationsprozesse im Sinne des Open-Innovation-Ansatzes (Chesbrough 2003). Natürlich kann dieser Beitrag nur erste Anregungen liefern, sich dieses Phänomens weiter anzunehmen. Die betriebswirtschaftliche Relevanz und Verbreitung von Industrie 4.0 sowie der Innovationsnetzwerk- und Geschäftsmodellinnovationsthematik lassen die Auseinandersetzung mit diesen Themenkomplexen in jedem Fall sehr dringlich erscheinen.

Literaturverzeichnis

- Adelhelm, S. (2013): Geschäftsmodellinnovationen: Eine Analyse am Beispiel der mittelständischen Pharmaindustrie, Lohmar – Köln: Eul.
- Amit, R./Zott, C. (2001): Value creation in e-business, in: Strategic Management Journal, Vol. 22, No. 6-7, S. 493-520.
- Aversa, P./Haefliger, S./Rossi, A./Baden-Fuller, C. (2015): From Business Model to Business Modelling: Modularity and Manipulation, in: Advances in Strategic Management, Vol. 33, S. 151-185.
- Baden-Fuller, C./Haefliger, S. (2013): Business Models and Technological Innovation, in: Long Range Planning, Vol. 46, S. 419-426.

- Benkler, Y.* (2006): *The Wealth of Networks. How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven, CT, Yale University Press.
- Braun, T./Schmidt, T.* (2016): *Netzwerkentwicklung bei veränderten Unsicherheitswahrnehmungen: Dynamiken eines Partnernetzwerks im Angesicht von Cloud Computing*, in: *Managementforschung*, Vol. 26, No. 1, S. 121-160.
- Browning, L. D./Beyer, J. M./Shetler, J. C.* (1995): *Building Cooperation in a Competitive Industry: SEMATECH and the Semiconductor Industry*, in: *Academy of Management Journal*, Vol. 38, No.1, S. 113-151.
- Calia, R. C./Guerrini, F. M./Moura, G. L.* (2007): *Innovation networks: From technological development to business model reconfiguration*, in: *Technovation*, Vol. 27, S. 426-432.
- Chesbrough, H.* (2003): *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Boston/Massachusetts, Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H.* (2010): *Business Model Innovation: Opportunities and Barriers*, in: *Long Range Planning*, Vol.43, No. 2-3, S. 354-363.
- Chung, S./Singh, H./Kyungmook, L.* (2000): *Complementarity, Status Similarity and Social Capital as Drivers of Alliance Formation*, in: *Strategic Management Journal*, Vol. 21, No. 1, S. 1-22.
- Colombo, M. G./Grilli, L./Piva, E.* (2006): *In Search of Complementary Assets: The Determinants of Alliance Formation of High-tech Start-ups*, in: *Research Policy*, Vol. 35, No. 8, S. 1166-1199.
- D'Aveni, R. A.* (1994): *Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering*, New York, Free Press.
- Dhanaraj, C./Parkhe, A.* (2006): *Orchestrating Innovation Networks*, in: *Academy of Management Review*, Vol. 31, No. 3, S. 659-669.
- Gawer, A.* (2011): *Platforms, Markets and Innovation*, Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing.
- Gioia, D.A./Chittipeddi, K.* (1991): *Sensemaking and Sensegiving in Strategic Change Initiation*, *Strategic Management Journal*, Vol. 12, No. 6, S. 433-448.
- Greengard, S.* (2015): *The Internet of Things*, Boston/Massachusetts, MIT Press.
- Hagedoorn, J.* (1993): *Understanding the Rationale of Strategic Technology Partnering: Interorganizational Modes of Cooperation and Sectoral Differences*, in: *Strategic Management Journal*, Vol. 14, No. 5, S. 371-385.
- Hess, A.M./Rothaermel, F.T.* (2011): *When Are Assets Complementary? Star Scientists, Strategic Alliances, and Innovation in the Pharmaceutical Industry*, in: *Strategic Management Journal*, Vol. 32, No. 8, S. 895-909.
- Iansiti, M./Levien, R.* (2004): *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Boston: Harvard Business School Press.
- Jacobides, M.G./Knudsen, T./Augier, M.* (2006): *Benefiting from Innovation: Value Creation, Value Appropriation and the Role of Industry Architectures*, in: *Research Policy*, Vol. 35, No. 8, S. 1200-1221.
- Jarillo, J.C.* (1988): *On Strategic Networks*, in: *Strategic Management Journal*, Vol. 9, No. 1, S. 31-41.
- Jarzabkowski, P.* (2008): *Shaping strategy as a structuration process*, in: *Academy of Management Journal*, Vol. 51, No. 4, S. 621-650.
- Kagermann, H./Lukas, W./Wahlster, W.* (2015): *Abschotten ist keine Alternative*, VDI Nachrichten, <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Abschotten-Alternative>, 17. April 2015.

- Kagermann, H./Wahlster, W./Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Frankfurt am Main, acatech.
- Kaufmann, T.(2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit, Wiesbaden, Springer.
- Müller-Seitz, G. (2012): Leadership in Interorganizational Networks: A Literature Review and Suggestions for Future Research, in: International Journal of Management Reviews, Vol. 14, S. 428-443.
- Müller-Seitz, G./Sydow, J. (2012): Maneuvering between Networks to Lead: A Longitudinal Case Study in the Semiconductor Industry, in: Long Range Planning, Vol. 45, S. 105-135.
- Osterwalder A./Pigneur, Y. (2010): Business Model Generation, Wiley, New Jersey
- Patton, M. Q. (1990): Qualitative evaluation and research methods, 2. Aufl., Sage, Beverly Hills.
- Pisano, G. P. (2006): Profiting from innovation and the intellectual property revolution, in: Research Policy, Vol. 35, S. 1122-1130.
- Pitelis, C.N./Teece, D.J. (2010): Cross-border Market Co-Creation, Dynamic Capabilities and the Entrepreneurial Theory of the Multinational Enterprise, in: Industrial and Corporate Change, Vol. 19, No. 4, S. 1247-1270.
- Powell, W. W. (1990): Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization, in: Research in Organizational Behavior, Vol. 12, S. 295-336.
- Prahalad, C.K./Hamel, G. (1990): The Core Competence of the Corporation, in: Harvard Business Review, Vol. 68, No. 3, S. 79-91.
- Provan, K. G./Fish, A./Sydow, J. (2007): Interorganizational networks at the network level: A review of empirical literature on whole networks, in: Journal of Management, Vol. 33, No. 3, S. 479-516.
- Schmidt, T./Braun, T. (2015): When cospecialization leads to rigidity: Path dependence in successful strategic networks, in: sbr Schmalenbach Business Review, Vol. 67, S. 489-515.
- Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke, Evolution und Organisation, Wiesbaden.
- Sydow, J./Duschek, S. (2011): Management interorganisationaler Beziehungen: Netzwerke – Cluster – Allianzen, Stuttgart, Kohlhammer.
- Sydow, J./Schüßler, E./Müller-Seitz, G. (2016): Managing Interorganizational Relations: Debates and Cases, London, Palgrave / Macmillan.
- Teece, D.J. (1992): Competition, Cooperation, and Innovation: Organizational Arrangements for Regimes of Rapid Technological Progress, in: Journal of Economic Behavior & Organization, Vol. 18, No. 1, S. 1-25.
- Teece, D. J. (2010): Business Models, Business Strategy and Innovation, in: Long Range Planning, Vol. 43, No. 2-3, S. 172-194.
- Weyer, S./Quint, F./Fischer, S./Gorecky, D./Zühlke, D. (2017): Die Smart Factory für individualisierte Kleinserienfertigung, in: Gunther Reinhart (Hrsg. 2017): Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik, S. 691-707, München, Carl Hanser.
- Weyer, S./Schmitt, M./Ohmer, M./Gorecky, D. (2015): Towards Industry 4.0: Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production system, in: IFAC-PapersOn-Line, Vol. 48, No. 3, S. 579-584.
- Yin, R. K. (2014): Case Study Research: Design and Methods, 5. Aufl., Sage, Thousand Oaks.
- Zott, C./Amit, R. (2007): Business Model Design and the Performance of Entrepreneurial Firms, in: Organization Science, Vol. 18, No. 2, S. 181-199.

Zott, C./Amit, R. (2010): Business Model Design: An Activity System Perspective, in: Long Range Planning, Vol. 43, No. 2-3, S. 216-226.

Zühlke, D. (2010): SmartFactory: Towards a Factory of Things, in: IFAC annual Reviews in control, Vol. 34, S. 129–138.

Gordon Müller-Seitz, Dr., ist Professor für Strategie, Innovation und Kooperation an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Anschrift: Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Strategie, Innovation und Kooperation, 67663 Kaiserslautern, Tel.: +49 (0) 631 205 5009, E-Mail: gms@wiwi.uni-kl.de

Detlef Zühlke, Dr.-Ing. Dr. h.c., ist Professor für Produktionsautomatisierung an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Anschrift: Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung, 67663 Kaiserslautern, Tel.: +49 (0)631 205-3570, E-Mail: zuehlke@mv.uni-kl.de

Timo Braun, Dr., ist Juniorprofessor für Projektmanagement an der Freien Universität Berlin.

Anschrift: Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Juniorprofessur für Projektmanagement, 14195 Berlin, Tel.: +49 (0) 30 838 61667, E-Mail: timo.braun@fu-berlin.de

Dominic Gorecky, Dr.-Ing., ist Forschungsleiter Swiss Smart Factory am Switzerland Innovation Park Biel/Bienne.

Anschrift: Switzerland Innovation Park Biel/Bienne AG, Aarbergstrasse 46, 2503 Biel/Bienne, E-Mail: dominic.gorecky@sipbb.ch

Tobias Thielen, M.Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Strategie, Innovation und Kooperation an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Anschrift: Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Strategie, Innovation und Kooperation, 67663 Kaiserslautern, Tel.: +49 (0) 631 205 5008, E-Mail: tobias.thielen@wiwi.uni-kl.de