

FORSCHUNGSBEIRAT

Expertise des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0
**Wertschöpfungsnetzwerke in Zeiten
von Infektionskrisen**

Impressum

Herausgeber

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 /
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Projektbüro

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München

Autorinnen und Autoren

FIR e.V. an der RWTH Aachen:
Prof. Dr. Volker Stich, Tobias Schröer,
Maria Linnartz, Svenja Marek, Clara Herkenrath
Industrie 4.0 Maturity Center:
Christian Hocken, Jonas Kaufmann

Koordination

Dr. Anna Frey, acatech
Lisa Hubrecht, acatech
Greta Runge, acatech

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Bildnachweis

pikisuperstar / Freepik (Titel)
baranozdemir / iStock (S. 4)
Abbildungen: FIR e.V. an der RWTH Aachen
Icons: stock.adobe.com (S. 19, 21, 23)

Stand

Juni 2021



Plattform Industrie 4.0



acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **acatech**

DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

 **fir**
an der
RWTH Aachen



**INDUSTRIE 4.0
MATURITY CENTER**

Der **Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0** berät als strategisches und unabhängiges Gremium die Plattform Industrie 4.0, ihre Arbeitsgruppen und die beteiligten Bundesministerien, insbesondere das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Als **Sensor** von Entwicklungsströmungen beobachtet und bewertet der Forschungsbeirat die Leistungsprofilentwicklung von Industrie 4.0 und versteht sich als **Impulsgeber** für künftige Forschungsthemen und Begleiter beziehungsweise Berater zur Umsetzung von Industrie 4.0. Dabei konzentriert sich der Forschungsbeirat inhaltlich auf folgende **Themenfelder im Kontext von Industrie 4.0**:

- Wertschöpfungsnetzwerke
- Technologische Wegbereiter
- Neue Methoden und Werkzeuge
- Arbeit und Gesellschaft

Hier setzen die **Expertisen des Forschungsbeirats** an. Vor dem Hintergrund der Themenfelder werden klar umrissene Problemstellungen aufgezeigt, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe definiert und Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Gestaltung von Industrie 4.0 abgeleitet.

Die Expertisen liegen in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Autorinnen und Autoren. Alle bisher erschienenen Publikationen des Forschungsbeirats stehen unter www.acatech.de/projekt/forschungsbeirat-industrie-4-0/ zur Verfügung.

Inhalt

Kurzfassung	3
1 Einleitung	4
2 Methodisches Vorgehen	7
3 Status-quo-Analyse	10
3.1 Definition von Wertschöpfungsnetzwerken und Krisensituationen	10
3.2 Anfälligkeit heutiger Wertschöpfungsnetzwerke gegenüber Krisen	13
3.3 Resilienz heutiger Wertschöpfungsnetzwerke	15
3.4 Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz	18
3.4.1 Handlungsfeld Netzwerkgestaltung	18
3.4.2 Handlungsfeld Datenintegration	21
3.4.3 Handlungsfeld Industrie 4.0-Technologien	23
3.4.4 Bewertung der Relevanz der Maßnahmen aus Sicht der Praxis	25
3.4.5 Bewertung des Umsetzungsstands der Maßnahmen aus Sicht der Praxis	26
3.5 Fazit zum Status quo	28
4 Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke	30
4.1 Netzwerkgestaltung zur Steigerung der Resilienz	31
4.2 Datenintegration zur Steigerung der Resilienz	33
4.3 Industrie 4.0-Technologien zur Steigerung der Resilienz	35
4.4 Zusammenfassung der Handlungsoptionen	39
5 Reaktionen auf Krisensituationen	40
5.1 Gründe für eine Veränderung der Geschäftsfelder in Krisenzeiten	40
5.2 Portfolioanalyse zur Ableitung von Reaktionstaktiken	41
6 Fazit und Ausblick	56
Anhang	57
Literatur	58
Beteiligte Experten	64
Mitglieder des Forschungsbeirats	64

Kurzfassung

Als Beispiel einer globalen Krisensituation zeigt die COVID-19-Pandemie eindrucksvoll die Schwachstellen heutiger Wertschöpfungsnetzwerke. Vor dem Hintergrund zunehmend komplexer und vernetzter Wertschöpfungsnetzwerke steigt für Unternehmen die Bedeutung einer resilienten Gestaltung derselben. Dabei wird davon ausgegangen, dass ähnliche Krisensituationen in Zukunft häufiger auftreten werden. Ziel dieser Expertise ist es, Unternehmen bei der Identifikation von Potenzialen und Maßnahmen für die resiliente Gestaltung ihrer Wertschöpfungsnetzwerke zu unterstützen.

Vor diesem Hintergrund werden in der vorliegenden Expertise am Beispiel der COVID-19-Pandemie mithilfe von Experteninterviews, einer Fragebogenstudie und anhand aktueller Literatur folgende Fragestellungen untersucht:

1. Wie sehen heutige Wertschöpfungsnetzwerke aus und inwieweit sind sie anfällig gegenüber Infektionskrisen?
2. Können sich Wertschöpfungsnetzwerke schnell an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen?
3. Wie müssten Wertschöpfungsnetzwerke gestaltet werden, um bei zukünftigen Krisen ähnlicher Tragweite eine höhere Resilienz aufzuweisen?
4. Welchen Beitrag können Industrie 4.0-Technologien dazu leisten?
5. Wie gut sind Unternehmen vorbereitet, Teilnehmer neuer Wertschöpfungsnetzwerke zu werden, wenn die Krise zum Beispiel eine Betätigung in einem neuen Bereich erfordert?

Die empirischen Ergebnisse zeigen bei Unternehmen eine hohe Anfälligkeit für und unzureichende Vorbereitung auf Krisensituationen und die dadurch verursachten Störungen. Besonders auffällig ist, dass im Rahmen der COVID-19-Pandemie bei knapp der Hälfte der befragten Unternehmen sogar weitreichende Folgen wie ein Produktionsstillstand, kurzzeitige Betriebsschließungen oder Liquiditätsengpässe aufgetreten sind. Darüber hinaus verdeutlichen die Studienergebnisse Potenziale beim Aufbau der Resilienzstrategien

Robustheit und Agilität. Etwa jedes zweite Unternehmen sieht hier noch Verbesserungsbedarf in der Umsetzung der erforderlichen Fähigkeiten. Zur praktischen Umsetzung der Resilienzstrategien existieren unterschiedliche Maßnahmen, mit denen sich viele Unternehmen bereits befassen, einzelne Maßnahmen umsetzen oder die kurz- und langfristige Umsetzung planen. Zurückhaltung besteht insbesondere beim Einsatz von Industrie 4.0-Technologien zur Steigerung der Resilienz. Insgesamt wird das Potenzial verfügbarer Maßnahmen von einer Mehrzahl der Unternehmen aktuell nicht ausgeschöpft.

Zur Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke zeigt die Expertise Handlungsoptionen in den drei Bereichen Netzwerkgestaltung, Datenintegration und Industrie 4.0-Technologien auf. Im Bereich **Netzwerkgestaltung** umfassen die Handlungsoptionen die Analyse und Gestaltung der Netzwerkstruktur vor dem Hintergrund veränderter Gestaltungszielgrößen, die Zusammenarbeit mit Netzwerkpartnern und ein unternehmensübergreifendes Risikomanagement. Die Handlungsoptionen im Bereich **Datenintegration** zielen sowohl auf eine Verbesserung der Prognose langfristiger als auch auf die Wahrnehmung kurzfristiger Veränderungen ab und zeigen auf, wie der Datenaustausch mit Wertschöpfungspartnern und die Nutzung externer Daten zur Steigerung der Resilienz beitragen können. Die Handlungsoptionen im Bereich **Industrie 4.0-Technologien** veranschaulichen, wie konkrete Technologien eingesetzt werden können, um den Datenaustausch, die Reaktionsschnelligkeit und die Prognosefähigkeit zu verbessern.

Neben der langfristigen Gestaltung der Resilienz tragen Reaktionen in Krisensituationen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit von Unternehmen bei. Im Rahmen dieser Expertise wurde daher ein Framework entwickelt, welches die systematische Ableitung von Reaktionstaktiken in Krisenzeiten ermöglicht. Dabei bestehen für Unternehmen verschiedene Möglichkeiten, ihr Wertschöpfungsnetzwerk zu verändern, Teilnehmer eines neuen Wertschöpfungsnetzwerks zu werden und in neue Märkte einzutreten. Die Reaktionstaktiken umfassen die Bereiche **Beschaffung, interne Leistungserstellung** und **Absatz** und werden anhand von Praxisbeispielen veranschaulicht.

1 Einleitung



Die aktuelle COVID-19-Pandemie zeigt eindrucksvoll die Schwachstellen heutiger Wertschöpfungsnetzwerke auf. Dabei stellt sie nach der geplatzten Dotcom-Blase und der Finanzkrise die dritte große Wirtschaftskrise dieses Jahrhunderts dar und wird nach aktuellen Prognosen zu einem größeren ökonomischen Schaden weltweit als bei allen anderen Wirtschaftskrisen seit Ende des Zweiten Weltkriegs führen. Gerade die Kombination aus nachfrage- und angebotsdämpfenden Effekten der Krise führen zu weitreichenden Folgen für unterschiedlichste Branchen.¹

In der Automobilindustrie führte die Pandemie im ersten Quartal 2020 zu Drosselungen und Schließungen der Produktion. Auch nach dem Wiederhochfahren stellten die global aufgestellten Wertschöpfungsketten die Unternehmen durch Shutdowns im Ausland und eine beeinträchtigte Einfuhr von Lieferteilen vor Herausforderungen. Besonders betroffen sind zudem die Zulieferer, die unter stärkerem Kostendruck stehen. Als Folge beantragte beispielsweise der Zulieferer Leoni Staatshilfe und der Batteriehersteller Moll meldete Ende März Insolvenz an.²

Ein Beispiel für eine langfristige Folge der COVID-19-Pandemie wäre der derzeitige Mangel an Halbleitern, der bei verschiedenen Automobilherstellern wie VW und Daimler erneut zu einer Drosselung der Produktion führte. Zu Beginn der Krise wurden durch die Automobilhersteller geringere Mengen an Halbleitern abgenommen und gleichzeitig stieg die Nachfrage durch andere Branchen wie die Unterhaltungselektronik und die Medizintechnik. Nachdem die Autoproduktion jedoch schneller als erwartet wieder zugenommen hat, kann deren Bedarf durch die Chiphersteller nicht bedient werden. Eine Umstellung und Ausweitung der Produktion bei Chipherstellern sind kurzfristig nicht möglich.³ Auch der Maschinen- und Anlagenbau spürt die Folgen der COVID-19-Pandemie durch einen Rückgang an Neuaufträgen und Störungen entlang der Lieferketten, die zu Produktionsbelastungen und -ausfällen führen. Darüber hinaus stellt die hohe Exportbilanz, die zuvor als Stärke bezeichnet wurde, in der Krise eine Schwäche dar.⁴ Desweiteren wurden verschiedene Unternehmen mit starken Nachfrage- und Angebotsveränderungen konfrontiert.

¹ Vgl. Petersen/Bluth 2020, S. 9.

² Vgl. Blechner 2020.

³ Vgl. MG/Reuters 2021.

⁴ Vgl. Sonnenberg 2020; Wiechers 2020.

So stieg beispielsweise die Nachfrage von Desinfektionsmitteln im März 2020 kurzfristig um über 700 Prozent und fiel kurze Zeit später auf 50 Prozent des Normalverbrauchs zurück. Ähnliche Verläufe konnte man bei dem Absatz von anderen Produkten wie Seife, Teigwaren oder Reis beobachten.⁵

Die hier aufgeführten Beispiele verdeutlichen weitreichende Störungen, die durch die COVID-19-Pandemie ausgelöst wurden. Diese Störungen und ihre Auswirkungen waren dabei oft nicht oder nur schwer vorhersehbar. Die Notwendigkeit, sich auf Störungen vorzubereiten, wird durch weitere Entwicklungen im Umfeld der Unternehmen verstärkt. Dabei ist das wirtschaftliche Umfeld vieler Unternehmen zunehmend unbeständig und dynamisch.⁶ Dieser Umstand wird im VUCA-Phänomen zusammengefasst. Das englische Akronym steht für die vier Begriffe *Volatility* (Volatilität), *Uncertainty* (Unsicherheit), *Complexity* (Komplexität) und *Ambiguity* (Ambiguität), die die Merkmale des modernen Marktumfeldes beschreiben und Herausforderungen darstellen, die Unternehmen bewältigen müssen.⁷ In diesem dynamischen Umfeld unterliegen Unternehmen breitgefächerten Störungen. Durch aktuelle Entwicklungen, wie die zunehmende Anzahl von extremen Wetter- und Umwelteignissen oder politische Instabilitäten wie der Brexit, nimmt darüber hinaus die Häufigkeit von Störungen zu.⁸ Dabei wird auch davon ausgegangen, dass zukünftig ähnliche Epidemien wie die COVID-19-Pandemie unter anderem bedingt durch die sich weiter fortsetzende Urbanisierung und die hohe internationale Mobilität verstärkt auftreten werden.⁹

Störungen haben nicht nur Auswirkungen auf einzelne Unternehmen, sondern betreffen verschiedene Akteure der Wertschöpfungsnetzwerke. Dabei hat die Anfälligkeit von Wertschöpfungsnetzwerken gegenüber krisenbedingten Störungen durch die zunehmende Komplexität und Vernetzung zugenommen: Die Forderung nach individuellen Produkten und kürzeren Lieferzeiten führt zu einer steigenden Anzahl an zu koordinierenden Produkten und Teilen.¹⁰ Die wachsende Zahl der involvierten Akteure in Wertschöpfungsnetzwerken bewirkt einerseits eine Zunahme der Komplexität und erschwert andererseits das

Schaffen von Transparenz.¹¹ Darüber hinaus haben Trends wie die zunehmende Globalisierung, Outsourcing, die Veränderung der Zuliefererstrukturen sowie anhaltender Kostendruck einen Einfluss auf die Risikosituation.¹² Durch die hohe Vernetzung in einem Wertschöpfungsnetzwerk entsteht eine starke Abhängigkeit zwischen den einzelnen Akteuren. Tritt nun eine Störung auf, kann sich diese im gesamten Netzwerk ausbreiten.

Die Anfälligkeit wird unter anderem dadurch verstärkt, dass in der Vergangenheit der Fokus vor allem darauf lag, Wertschöpfungsnetzwerke mit effizienten Strukturen zu schaffen und dadurch Kosten zu optimieren.¹³ Werkzeuge, um dies zu erreichen, stellen unter anderem die Just-in-time-Produktion, globales Outsourcing und Single Sourcing dar.¹⁴ In den letzten Jahren wurden das Risikomanagement und die Resilienz von Netzwerken als wichtige Elemente zur Sicherung der Leistungsfähigkeit in einem volatilen Umfeld erkannt.¹⁵ Dabei kann die Resilienz als Fähigkeit eines Systems sowie als strategisches Ziel verstanden werden, die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens sicherzustellen.¹⁶ Insgesamt ist es hierbei das Ziel, Wertschöpfungsnetzwerke so zu gestalten, dass sie im Falle einer Störung möglichst wenig beeinträchtigt sind und schnell in den ursprünglichen oder einen besseren Zustand zurückkehren können. Der Verlauf der Leistungsfähigkeit im Falle einer Störung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Während präventive Maßnahmen vor einer Störung dafür sorgen, dass ein Unternehmen sich auf mögliche Störungen vorbereitet, ist es nach dem Eintritt einer Störung besonders wichtig, schnellstmöglich zur Ausgangssituation zurückzufinden.¹⁷ Dabei wird das ursprüngliche Leistungsniveau jedoch nicht zwingend wieder erreicht. Im Rahmen von Innovationen kann ein Unternehmen veränderte Rahmenbedingungen sogar dazu nutzen, Wettbewerbsvorteile zu generieren und die eigene Leistungsfähigkeit über das Niveau vor der Störung zu steigern. Die Herausforderung besteht darin, die für die Gestaltung eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks relevanten Maßnahmen zu bestimmen.

5 Vgl. Statistisches Bundesamt 2021.

6 Vgl. Kersten et al. 2017, S. 6.

7 Vgl. Unkrig 2020, S. 3 und S. 26-27.

8 Vgl. Lund et al. 2020, S. 2.

9 Vgl. Petersen/Bluth 2020, S. 43.

10 Vgl. Kersten et al. 2017, S. 22.

11 Vgl. Huth/Romeike 2016, S. 26

12 Vgl. ebd., S. 36

13 Vgl. Christopher/Holweg 2017, S. 3.

14 Vgl. Görg et al. 2020, S. 7.

15 Vgl. Kamalahmadi/Parast 2016, S. 116.

16 Vgl. Biedermann 2018, S. 5.

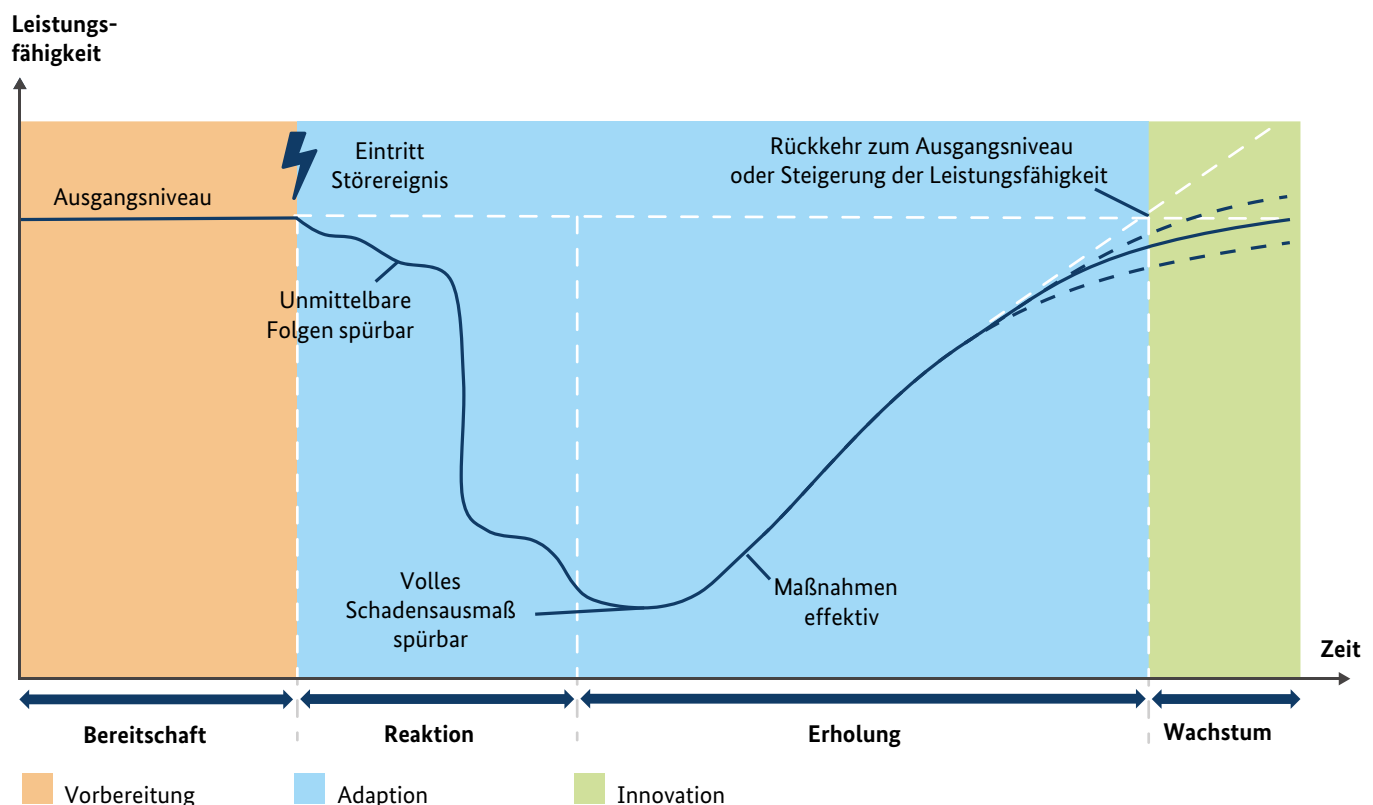
17 Vgl. Huth/Romeike 2016, S. 30.

Vor diesem Hintergrund werden in der vorliegenden Expertise folgende Fragestellungen untersucht:

1. Wie sehen heutige Wertschöpfungsnetzwerke aus und inwieweit sind sie anfällig gegenüber Infektionskrisen?
2. Können sich Wertschöpfungsnetzwerke schnell an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen?
3. Wie müssten Wertschöpfungsnetzwerke gestaltet werden, um bei zukünftigen Krisen ähnlicher Tragweite eine höhere Resilienz aufzuweisen?
4. Welchen Beitrag können Industrie 4.0-Technologien dazu leisten?
5. Wie gut sind Unternehmen vorbereitet, Teilnehmer neuer Wertschöpfungsnetzwerke zu werden, wenn die Krise zum Beispiel eine Betätigung in einem neuen Bereich erfordert?

Ziel dieser Expertise ist es, Unternehmen dabei zu unterstützen, Potenziale und Handlungsfelder für die resiliente Gestaltung ihrer Wertschöpfungsnetzwerke zu identifizieren. In Kapitel 3 wird im Rahmen der Status-quo-Analyse zunächst das Risikoumfeld von Wertschöpfungsnetzwerken beschrieben und Krisensituationen mit vergleichbarem Ausmaß wie die COVID-19-Pandemie werden identifiziert. Aufbauend auf einer empirischen Analyse werden anschließend der Status quo bestehender Wertschöpfungsnetzwerke hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber Krisen und ihrer Anpassungsfähigkeit sowie der Umsetzungsstand von Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz vorgestellt. Dies bietet die Grundlage zur Ableitung von Handlungsoptionen für den Aufbau resilienter Wertschöpfungsnetzwerke in Kapitel 4. Der Fokus der Expertise liegt dabei auf den drei Handlungsfeldern **Netzwerkgestaltung**, **Datenintegration** und **Industrie 4.0-Technologien**. In Kapitel 5 wird der Eintritt in neue Wertschöpfungsnetzwerke und Märkte als Möglichkeit der kurzfristigen Reaktion in einer Krisensituation untersucht.

Abbildung 1: Leistungsfähigkeit bei Störungen



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Biedermann 2018, S. 55

2 Methodisches Vorgehen

Die Entwicklung dieser Expertise basiert auf einem empirischen Vorgehen und gliederte sich in zwei Arbeitsphasen (siehe Abbildung 2). Ziel der ersten Phase war die Bewertung des Status quo heutiger Wertschöpfungsnetzwerke vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie. Die zweite Phase umfasste die Erarbeitung von Maßnahmen zur Gestaltung eines resilienten und risikosensiblen Wertschöpfungsnetzwerks. Zur Strukturierung der Maßnahmen wurden diese anhand der Ergebnisse eines Fokusgruppeninterviews in drei Handlungsfelder gegliedert. Darüber hinaus wurden im Rahmen der zweiten Phase Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Markterschließung als Reaktion auf Krisensituationen analysiert.

Die Aufarbeitung des Stands der Technik in den Bereichen Resilienz, Risikomanagement und Krisensituationen stellte die Grundlage für das weitere Vorgehen dar. Ein Fokusgruppeninterview mit Fachleuten aus der Wirtschaft diente

als Vorbereitung einer Fragebogenstudie. In dem Fokusgruppeninterview wurden die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Wertschöpfungsnetzwerke der Unternehmen sowie potenzielle Maßnahmen im Umgang mit der COVID-19-Pandemie diskutiert. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Teilnehmenden des Fokusgruppeninterviews.

Zur Ermittlung des Status quo heutiger Wertschöpfungsnetzwerke in Bezug auf ihre Anfälligkeit gegenüber Krisen und ihre Resilienz wurde eine Fragebogenstudie im Zeitraum von Mitte November 2020 bis Mitte Januar 2021 durchgeführt. Zielgruppe der Fragebogenstudie waren vorwiegend produzierende Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Größen. Neben einer Einschätzung bezüglich der Störanfälligkeit und der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie wurde die Einschätzung der Relevanz potenzieller Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz

Abbildung 2: Methodik

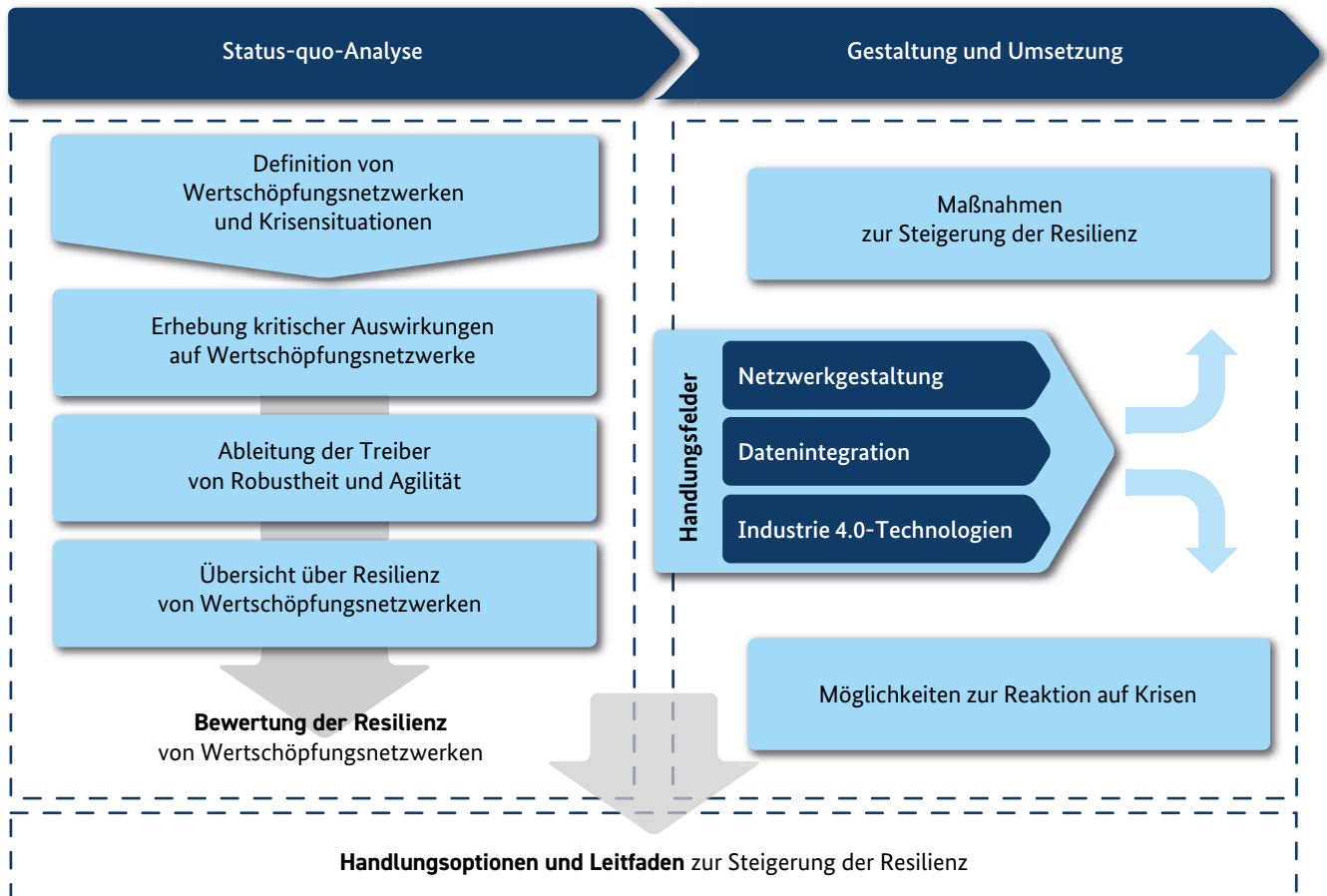
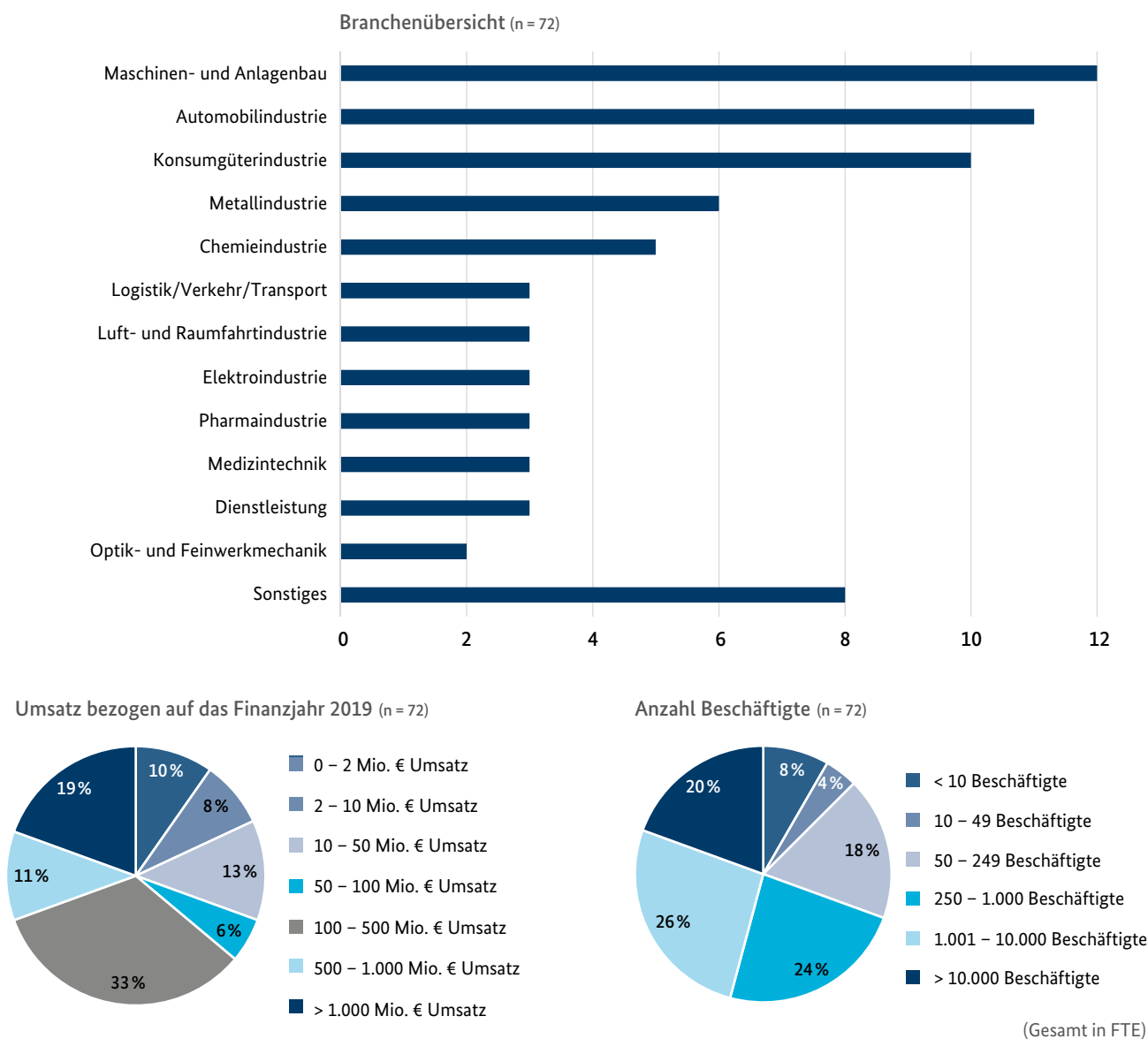


Tabelle 1: Übersicht Teilnehmende Fokusgruppeninterview

Teilnehmer	Branche	Bereich / Position
Experte 1	Medizintechnik	Leiter Supply-Chain
Experte 2	Dienstleistung	Supply-Chain- und Logistikmanager
Experte 3	Konsumgüterindustrie	Überbetriebliche Logistik
Experte 4	Maschinen- und Anlagenbau	Projektmanager Logistik
Experte 5	Metallverarbeitung	Geschäftsführer
Experte 6	Maschinen- und Anlagenbau	Projektmanager Logistik

Abbildung 3: Übersicht über Teilnehmende der Fragebogenstudie



Quelle: eigene Darstellung

sowie deren aktueller Umsetzungsstand im Unternehmen abgefragt. In Abbildung 3 werden die Branchenverteilung, der Umsatz sowie die Mitarbeiteranzahl der Studienteilnehmenden zusammengefasst dargestellt.

Im Anschluss an die Fragebogenstudie wurden mit ausgewählten Teilnehmenden Tiefeninterviews durchgeführt, um ausgewählte Inhalte zu vertiefen. Darüber hinaus

wurden in den Interviews Möglichkeiten zum Eintritt in neue Märkte als Reaktion auf Krisensituationen diskutiert. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Teilnehmenden der Tiefeninterviews.

Auf Basis der empirisch gewonnenen Erkenntnisse wurden Handlungsoptionen zur Steigerung der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken abgeleitet.

Tabelle 2: Übersicht Teilnehmende Tiefeninterviews

Teilnehmer	Branche	Bereich / Position
Experte 1	Pharmaindustrie	Leiter Globales Supply-Chain-Management
Experte 2	Kunststoffindustrie	Leiter Einkauf
Experte 3	Automobilindustrie	Projektleiter Logistik
Experte 4	Automobilindustrie	Projektleiter
Experte 5	Werkstoffhandel	Projektmanager Supply-Chain-Design & -Planung
Experte 6	Konsumgüterindustrie	Teamleiter Supply-Chain-Planung
Experte 7	Maschinen- und Anlagenbau	Geschäftsführer

3 Status-quo-Analyse

Insbesondere in Zeiten von sich ständig verändernden Rahmenbedingungen ist es für Unternehmen von besonderer Relevanz, ein resilientes Wertschöpfungsnetzwerk aufzuweisen. Im Kontext von Wertschöpfungsnetzwerken sind insbesondere auch Wertschöpfungsketten von Bedeutung. Da der Betrachtungsrahmen der Expertise sowohl Wertschöpfungsketten als auch Wertschöpfungsnetzwerke umfasst, werden diese zunächst definiert und gegeneinander abgegrenzt. Die Analyse des Status quo heutiger Wertschöpfungsnetzwerke erfolgt vor dem Hintergrund der aktuellen COVID-19-Pandemie, die ein Beispiel für eine Infektionskrise darstellt. Daher erfolgen eine Charakterisierung von Infektionskrisen und die Ableitung von Krisensituationen mit vergleichbarem Ausmaß. Die Status-quo-Analyse umfasst die Bewertung der Anfälligkeit gegenüber Krisen sowie der Resilienz. Zur Bewertung der Resilienz werden dabei sowohl Resilienztreiber als auch der aktuelle Umsetzungsstand von Maßnahmen, die zu einer Steigerung der Resilienz beitragen, betrachtet.

3.1 Definition von Wertschöpfungsnetzwerken und Krisensituationen

Der Betrachtungsrahmen der Expertise umfasst sowohl Wertschöpfungsketten als auch Wertschöpfungsnetzwerke.

Dabei wird unter einer **Wertschöpfungskette** die Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, die auf die Erzeugung eines Produkts oder einer Dienstleistung ausgerichtet sind, verstanden.¹⁸ Die Aktivitäten können in komplexen Beziehungen zueinander stehen und an verschiedenen (räumlich verteilten) Standorten und in unterschiedlichen Unternehmen stattfinden.¹⁹ Innerhalb eines Unternehmens sind alle Abteilungen Teil der Wertschöpfungskette, welche am Absatz der Produkte beteiligt sind. Dies können zum Beispiel die Produktion, das Qualitätsmanagement und der Vertrieb sein.²⁰ Die Ausgangsbasis für die Betrachtung der Wertschöpfungsketten eines Unternehmens stellt die Wertschöpfungsstufe des Unternehmens dar. Die Wertschöpfungskette aus Sicht des Unternehmens umfasst dann alle weiteren Akteure, die an der Erzeugung und am Absatz dieses Produkts beteiligt sind. Dabei kann eine Wertschöpfungs-

kette für ein Produkt unterschiedliche Varianten aufweisen, wenn zum Beispiel mehrere potenzielle Lieferanten für ein Vorprodukt bestehen.

Während bei Wertschöpfungsketten das Produkt im Zentrum der Betrachtung steht, wird durch das **Wertschöpfungsnetzwerk** die Unternehmensperspektive eingenommen und die Gesamtheit der Wertschöpfungsketten, in denen das Unternehmen agiert, abgebildet.²¹ Dabei zielen Wertschöpfungsnetzwerke darauf ab, die gesamte Wertschöpfung des Netzwerkes durch das Einbringen der individuellen Kompetenzen zu optimieren.²² Ein Wertschöpfungsnetzwerk umfasst verschiedene kooperierende sowie rechtlich selbstständige Unternehmen.²³ Hierzu zählen insbesondere die Teilnehmer der einzelnen Wertschöpfungsketten, in denen das Unternehmen agiert. Die Unterschiede zwischen den Begriffen **Wertschöpfungskette** und **Wertschöpfungsnetzwerk** sind in Abbildung 4 dargestellt.

Die fortschreitende Globalisierung verstärkt die Entwicklung hin zu zunehmend räumlich verteilten Wertschöpfungsnetzwerken. So haben zum Beispiel knapp 30 Prozent der befragten Unternehmen mehr als 15 Lagerstandorte weltweit verteilt. Eine ähnliche Verteilung ist auch für die Produktionsstandorte zu erkennen: Knapp 20 Prozent der Befragten produzieren an mehr als 15 Standorten weltweit. Mögliche Ursachen für den Trend zur geographischen Diversifikation können Preisvorteile aufgrund günstigerer Lohnniveaus im Ausland oder reduzierte Transportkosten infolge von geringeren Entfernungen zu den Absatzmärkten sein.

Ausgangspunkt dieser Expertise bildet die COVID-19-Pandemie als Beispiel einer Infektionskrise. Dabei sind Krisen eng mit Risiken verbunden, da **Krisensituationen** vor allem durch Einzelrisiken und deren komplexe Verknüpfung entstehen können.²⁴ Ein **Risiko** beschreibt die Möglichkeit, dass eine Aktivität oder eine Handlung einen negativen Ausgang nimmt, welcher mit einem körperlichen oder materiellen Schaden, Verlusten oder sonstigen Nachteilen einhergeht.²⁵ Risiken können anhand unterschiedlicher Merkmale klassifiziert werden. So kann beispielsweise zwischen operativen und disruptiven Risiken unterschieden

18 Vgl. Sturgeon 2001, S. 6.

19 Vgl. Porter 1986, S. 13-17; Schiegg 2005, S. 25.

20 Vgl. Sturgeon 2001, S. 10.

21 Vgl. Schiegg 2005, S. 45-46.

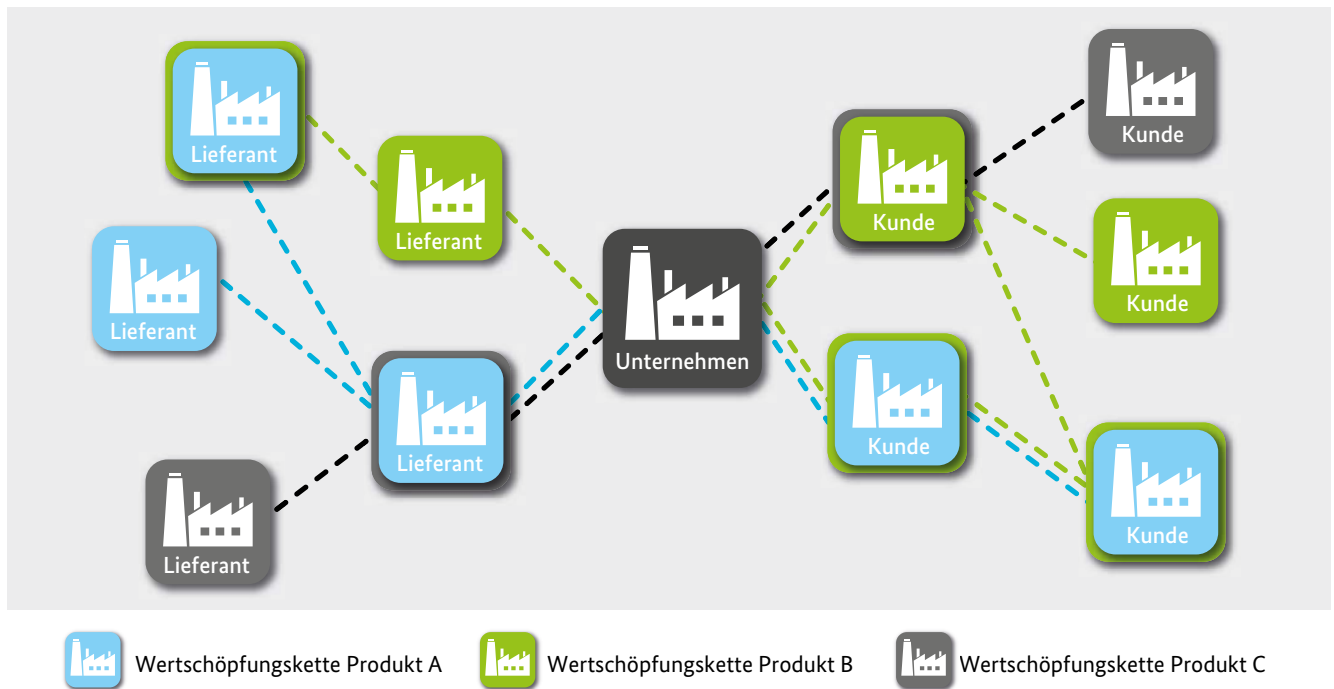
22 Vgl. Bach et al. 2010, S. 3; Bühler et al. 2019, S. 11.

23 Vgl. Sydow/Möllering 2006, S. 3; Bach et al. 2010, S. 3.

24 Vgl. Romeike/Spitzner 2016, S. 153.

25 Vgl. Duden 2021.

Abbildung 4: Wertschöpfungsnetzwerk eines Unternehmens



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Schiegg 2005, S. 47

werden. *Operative Risiken* sind bedingt kalkulier- und kontrollierbar, wie es zum Beispiel bei Schwankungen der Lieferzeit oder der Nachfrage der Fall ist. In dieser Expertise liegt der Fokus auf den *disruptiven Risiken*. Diese sind weitestgehend unbeherrschbar und nicht kontrollierbar, wie zum Beispiel Unfälle, Naturkatastrophen oder Pandemien.²⁶ Darüber hinaus können Risiken anhand des Ursprungs in *Umwelt-, Liefer-, Nachfrage-, Prozess- und Kontrollrisiken* unterschieden werden.²⁷ Umweltrisiken sind beispielsweise politische Instabilitäten, potenzielle Naturkatastrophen oder auch potenzielle Pandemien.²⁸

Mit Risiken wird die Möglichkeit des Eintretens von Krisen, Störungen und Störungsauswirkungen dargestellt. Während Risiken demnach potenzielle Ereignisse beschreiben, beziehen sich Krisen, Störungen und deren Auswirkungen auf tatsächliche Ereignisse.

Bösch et al. (2020) definieren eine **Krise** als „breite öffentliche Wahrnehmung bedrohlicher Herausforderungen, die unmittelbare grundlegende Entscheidungen und Veränderungen zu ihrer Lösung verlangen.“²⁹ Die existenzielle

Bedrohung ist „aber gerade noch abwendbar, veränderbar und in diesem Sinne auch beherrschbar.“³⁰ Krisen haben in der Regel einen langfristigen Charakter und beeinflussen teilweise noch Jahre später die Umwelt. Ihr Ausmaß ist unvorhersehbar und die durch Krisen verursachten Störungen breiten sich entlang der Wertschöpfungsketten weiter aus.³¹

Unter **Störungen** werden ungeplante und unvorhersehbare Abweichungen von einem geplanten Verlauf oder Zustand verstanden.³² Störungen können unter anderem anhand ihrer Intensität und Reichweite charakterisiert werden.³³ Betrifft eine Störung das betrachtete System, kann diese Auswirkungen hervorrufen. Eine **Störungsauswirkung** stellt eine Folge einer Störung dar, die sich negativ auf die Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit auswirkt. Die Stärke der Auswirkung wird durch den Systemzustand beeinflusst.

Der Zusammenhang zwischen diesen Begriffen ist in Abbildung 5 dargestellt.

26 Vgl. Biedermann 2018, S. 34-35; Schlegel/Trent 2012, S. 14-15.

27 Vgl. Christopher/Peck 2004, S. 9-10.

28 Vgl. Grunwald 2016, S. 49.

29 Siehe Bösch et al. 2020, S. 5.

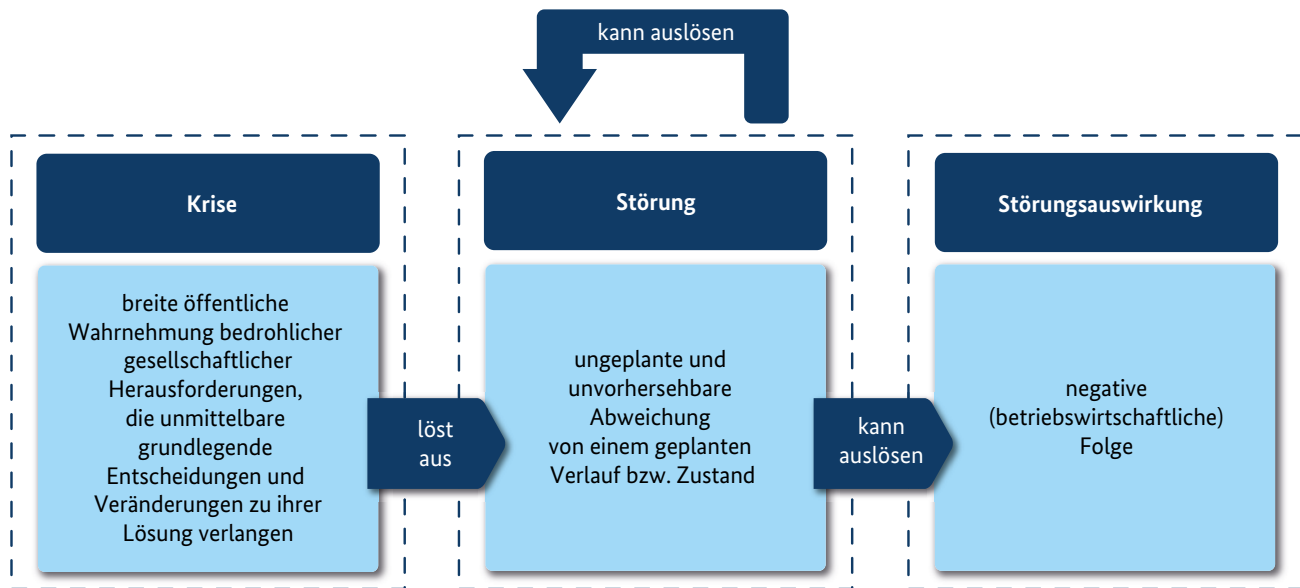
30 Siehe ebd., S. 7.

31 Vgl. Pettit et al. 2013, S. 1; Ivanov 2020, S. 11.

32 Vgl. Meissner 2017, S. 13.

33 Vgl. Biedermann 2018, S. 52.

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Krise, Störung und Störungsauswirkung



Quelle: eigene Darstellung

Krisen lösen verschiedene Störungen aus, die wiederum weitere Störungen auslösen können. Je nach Systemzustand können Störungen zu Störungsauswirkungen führen. Reaktionen sind auf unterschiedlichen Ebenen möglich und können sowohl vor als auch nach einer Störung und Störungsauswirkung ergriffen werden.

Infektionskrisen, als besondere Krisenart, zeichnen sich durch die *langfristige Existenz* von Störungen und deren *unvorhersehbare Skalierung* aus. Darüber hinaus stellt die *gleichzeitige Ausbreitung* von Störungen in Wertschöpfungsnetzwerken und in der Bevölkerung ein Charakteristikum dar. Die Störungen treten typischerweise im Bereich der *Beschaffungs-, Distributions- und Logistikstruktur* auf. Im Gegensatz zu vielen anderen Krisen fangen Infektionskrisen häufig klein in wenigen lokalen Schwerpunkten an, breiten sich dann aber sehr schnell aus und verteilen sich über viele geographische Regionen. Aufgrund der hohen Unvorhersehbarkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit und -intensität sind die potenziellen Auswirkungen auf Wertschöpfungsnetzwerke und damit auch die richtigen Reaktionsmaßnahmen nur schwer bestimmbar.³⁴

Um **Krisensituationen mit einem vergleichbaren Ausmaß** wie die COVID-19-Pandemie zu identifizieren, gilt es zu-

nächst, die Eigenschaften von Krisen zu untersuchen. Grundsätzlich können *plötzliche* und *schleichende Krisen* unterschieden werden.³⁵ Ursachen plötzlicher Krisen sind eintretende Ereignisse, welche zu gravierenden Veränderungen im privaten Bereich oder einer starken Beeinflussung der betrieblichen Abläufe führen. Als Beispiele sind Krankheitsepidemien, Naturkatastrophen, Finanzkrisen oder Unfälle zu nennen. Im Gegensatz dazu stehen *schleichende Krisen*, welche oftmals eine längere Vorlaufzeit aufweisen und schon im Vorhinein erkennbar waren.³⁶ Zu den schleichenden Krisen zählt der demographische Wandel, steigender Konkurrenzdruck durch Globalisierung und der technische Wandel. Während schleichenden Krisen oftmals durch präventive Strategien entgegengewirkt werden kann, stellen plötzliche Krisen oftmals Krisensituationen dar, welche nicht bzw. nur schwer vorhergesehen werden können und daher maßgeblich durch reaktive Strategien adressiert werden können.³⁷ Folglich können alle plötzlichen Krisen eine mit Infektionskrisen vergleichbare Situation hervorrufen.

Die durch Krisensituationen verursachten Störungsauswirkungen der Unternehmen können durch eine hohe **Resilienz** verringert werden.³⁸ Resilienz bezeichnet dabei die Fähigkeit, „sich auf unvorhersehbare Ereignisse vorzu-

³⁴ Vgl. Ivanov 2020, S. 9.

³⁵ Vgl. Töpfer 2013, S. 237.

³⁶ Vgl. ebd., S. 237-238.

³⁷ Vgl. ebd., S. 237-238.

³⁸ Vgl. Biedermann 2018, S. 49.

bereiten, auf Störungen zu reagieren, und durch die kontinuierliche Ausführung der Geschäftsprozesse auf das angestrebte Leistungsniveau zurückzukehren, mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit einer Supply Chain zu steigern.“³⁹ Aufgrund der hohen Abhängigkeit zwischen Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzwerk werden im Rahmen der vorliegenden Expertise sowohl die Resilienz einer Wertschöpfungskette als auch die des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks betrachtet.

In einer **resilienten Wertschöpfungskette** erfolgt die Bereitstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung auch bei Störungen und unvorhersehbaren Ereignissen zuverlässig. Somit liegt der Fokus auf der *resilienten Erzeugung eines Endprodukts*. Bei einem **resilienten Wertschöpfungsnetzwerk** steht die *Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Unternehmens* im Zentrum. Die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks umfasst somit die Resilienz der Wertschöpfungskette und erweitert diese, sodass der Austausch von Wissen in kollaborative Forschungs- und Fertigungsprojekte auch bei unvorhergesehenen Ereignissen und Störungen weiterhin stattfinden oder zeitnah wieder weitgehend aufgebaut werden. Dabei ist anzumerken, dass Störungen einzelner Wertschöpfungsketten bei einer ganzheitlichen Betrachtung der Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks durch andere, besonders stabile Wertschöpfungsketten insofern ausgeglichen werden können, dass die Leistungsfähigkeit des Unternehmens erhalten bleibt. Ziel eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks ist es somit, sicherzustellen, dass Unternehmen Krisen und die daraus resultierenden Störungen weitestgehend unbeschadet überstehen und Beziehungen zwischen den Unternehmen widerstandsfähig genug sind, um entsprechenden Ereignissen erfolgreich zu begegnen.

3.2 Anfälligkeit heutiger Wertschöpfungsnetzwerke gegenüber Krisen

Die **Anfälligkeit** einzelner Unternehmen gegenüber Krisensituationen ist abhängig von den netzwerk- und unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen, welche das Wertschöpfungsnetzwerk beeinflussen. Das Auftreten der durch Störungen verursachten Auswirkungen lässt Rückschlüsse über die Anfälligkeit zu. Im Rahmen der Fragebogenstudie wurden daher das Auftreten unterschiedlicher Störungsauswirkungen bei den Befragten ermittelt. Bei einer ganzheitlichen Betrachtung des Wertschöpfungsnetzwerks können

dabei aus Unternehmenssicht Störungsauswirkungen in einzelnen Wertschöpfungsketten durch andere, stabilere Wertschöpfungsketten ausgeglichen werden. Dieser Zusammenhang wird auch durch die Studienergebnisse verdeutlicht.

In der Praxis: Sehr starke Auswirkungen der Infektionskrise wurden bei den befragten Unternehmen vor allem auf der Ebene einzelner Produkte oder Standorte und weniger häufig auf Netzwerkebene wahrgenommen (siehe Abbildung 6).

Weniger als drei Prozent der befragten Unternehmen haben angegeben, dass keine Auswirkungen in Folge der Pandemie aufgetreten sind.

Daher ist insgesamt von einer hohen Anfälligkeit aktueller Wertschöpfungsnetzwerke gegenüber Infektionskrisen auszugehen. Die hohe Anfälligkeit ist im Wesentlichen auf eine hohe Komplexität sowie starke **Abhängigkeiten** zwischen den einzelnen Akteuren der Wertschöpfungsketten zurückzuführen.⁴⁰ Kürzere Produktlebenszyklen in Folge der steigenden Nachfrage nach kundenindividuellen Produkten führen dazu, dass Unternehmen die eigenen Kernkompetenzen zunehmend bündeln und daher häufiger Wertschöpfungsaktivitäten auslagern.⁴¹ Die fortwährende Globalisierung verstärkt diesen Effekt, wodurch folglich mehr Unternehmen an der Wertschöpfungskette eines Produkts beteiligt sind.⁴² Die wachsende Anzahl an Wertschöpfungspartnern erhöht neben der Komplexität auch die Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit der Netzwerkpartner. Darüber hinaus ist die Steigerung der Effizienz eine der wesentlichen Optimierungsziele von Unternehmen. Kooperationskonzepte wie Just-in-time-Produktion oder andere Methoden des Lean Managements werden aktuell vielfach in Unternehmen eingesetzt und ermöglichen zwar sehr effiziente Prozesse, führen allerdings auch zu starken Abhängigkeiten und erhöhen die Auswirkungen potenzieller Störungen zum Beispiel aufgrund von geringen Beständen oder einer geringen Anzahl an alternativen Lieferanten.

In Abbildung 7 sind die konkreten Störungsauswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die befragten Unternehmen dargestellt. Hierfür wurden im Vorhinein auf Basis eines Fokusgruppeninterviews typische Störungsauswirkungen identifiziert und mittels einer Literaturanalyse erweitert.

39 Siehe Biedermann 2018, S. 51

40 Vgl. Kamalahmadi/Parast 2016, S. 116; Pettit et al. 2014, S. 46ff.

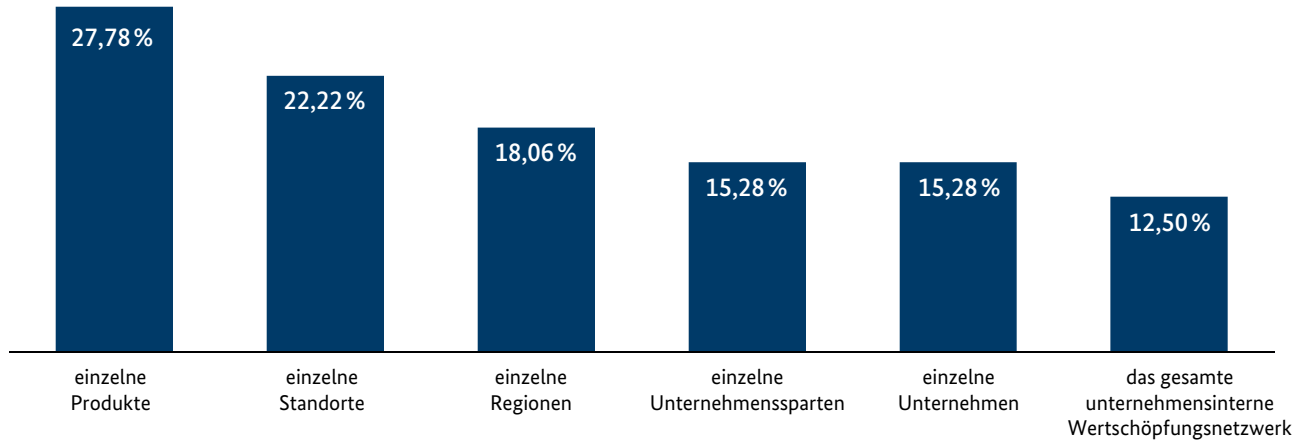
41 Vgl. Marek/Berwing 2019, S. 47.

42 Vgl. ebd.

Abbildung 6: Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Unternehmen

Hatten Sie sehr starke Auswirkungen in Folge der COVID-19-Pandemie in einem der folgenden Bereiche?

(n = 72, Mehrfachnennung möglich)



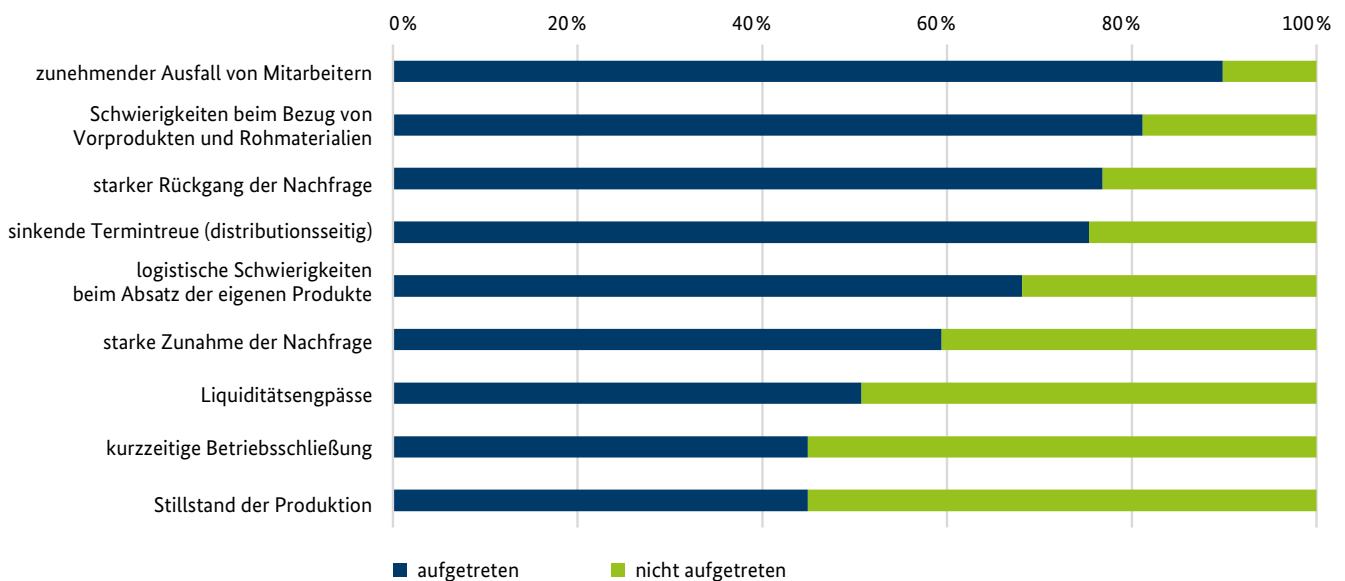
Quelle: eigene Darstellung

Dabei lassen sich die Störungsauswirkungen in drei übergeordnete Bereiche einteilen: beschaffungsseitige, absatzseitige und unternehmensinterne Störungsauswirkungen. Zu den **beschaffungsseitigen Störungsauswirkungen** zählen die Schwierigkeiten beim Bezug von Vorprodukten, zu den **absatzseitigen Störungsauswirkungen** die Auswirkungen

gen starker Rückgang/starke Zunahme der Nachfrage, logistische Schwierigkeiten beim Absatz der Produkte sowie die sinkende Termintreue und unternehmensinterne **Störungsauswirkungen** sind kurzzeitige Betriebsschließungen, Liquiditätsengpässe, Produktionsstillstände sowie der Ausfall von Mitarbeitern.

Abbildung 7: Auswirkungen der COVID-19-Pandemie

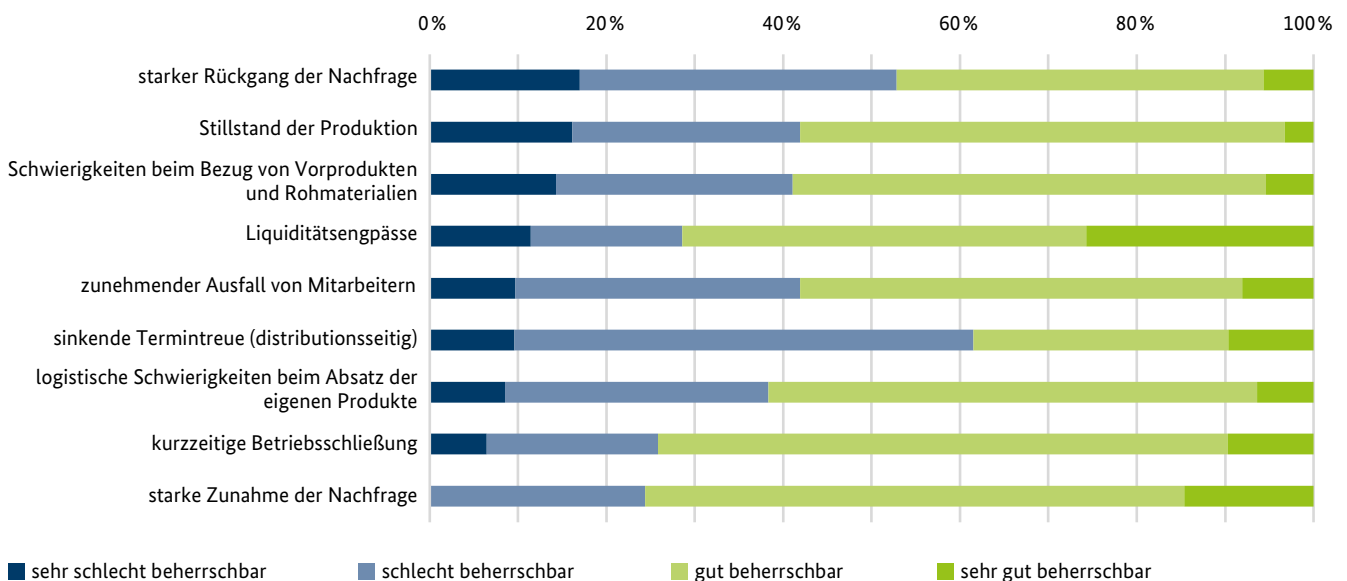
Sind folgende Auswirkungen bei Ihnen aufgetreten? (n = 69)



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 8: Beherrschbarkeit der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie

Falls Auswirkungen aufgetreten sind, wie gut konnten Sie diese beherrschen? (n = 69)



Quelle: eigene Darstellung

In der Praxis: Die häufigsten Störungsauswirkungen sind gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Fragebogenstudie der *zunehmende Ausfall von Mitarbeitern*, *Schwierigkeiten beim Bezug von Vorprodukten* sowie ein *starker Rückgang der Nachfrage*. Weitreichendere Folgen wie etwa ein *Produktionsstillstand*, *kurzzeitige Betriebsschließungen* oder *Liquiditätsengpässe* sind zwar bei deutlich weniger Unternehmen aufgetreten, jedoch nicht vernachlässigbar. So mussten zumindest 45 Prozent der Studienteilnehmenden das Unternehmen kurzzeitig in Folge der COVID-19-Pandemie schließen. Darüber hinaus stand bei 45 Prozent der befragten Unternehmen die Produktion still und bei 50 Prozent der Unternehmen sind Liquiditätsengpässe aufgetreten.

Neben dem Eintritt der Störungsauswirkungen wurde auch die Beherrschbarkeit derselben durch die Unternehmen bewertet (siehe Abbildung 8).

In der Praxis: Insbesondere *sinkende Termintreue* und der *Rückgang der Nachfrage* sind aus Sicht der Studienteilnehmenden schlecht beherrschbar. In beiden Fällen

empfinden weniger als die Hälfte der befragten Unternehmen die Auswirkungen als sehr gut oder zumindest gut beherrschbar. Eine *starke Zunahme der Absatzzahlen* ist hingegen aus Sicht von 76 Prozent der Unternehmen gut oder sogar sehr gut beherrschbar.

3.3 Resilienz heutiger Wertschöpfungsnetzwerke

Bei der Gestaltung der Resilienz wird zwischen der proaktiven und der reaktiven Strategie unterschieden⁴³. Während die proaktive Strategie das Ziel verfolgt, die Widerstandsfähigkeit des Wertschöpfungsnetzwerks auszubauen, sodass Störungen seltener die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens beeinflussen (Steigerung der Robustheit), steht bei der reaktiven Strategie die Agilität eines Wertschöpfungsnetzwerks im Fokus. Im Kontext der Resilienz bezeichnet der Begriff **Robustheit** die Unempfindlichkeit eines Wertschöpfungsnetzwerks gegenüber veränderten Umwelteinflüssen. Ein robustes System ist in der Lage, nach der Störeinwirkung weiter funktionstüchtig seinen Systemzweck zu erfüllen, ohne reaktiv der Störung begegnen zu müssen.⁴⁴

43 Vgl. Biedermann 2018, S. 58.

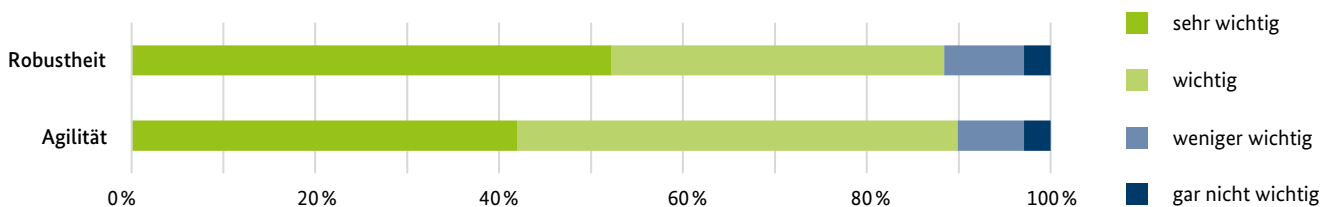
44 Vgl. ebd., S. 129-130.

Als zweite Komponente der Resilienz bezeichnet **Agilität** die Fähigkeit, schnell auf unvorhersehbare Störereignisse reagieren zu können, beispielsweise durch schnelle Ressourcenallokation. Die Agilität umfasst die Reaktionsfähigkeit und Flexibilität des Systems.⁴⁵ Neben den strategischen Maßnahmen stellt ein **ganzheitliches Risikomanagement** ein operatives Instrument zur Steigerung der Agilität und Robustheit dar. Es umfasst die systematische *Identifizierung, Bewertung und Minderung möglicher Störungen* in Wertschöpfungsnetzwerken mit dem Ziel, die negativen Auswirkungen der Störungen auf die Leistung des Netzwerks zu verringern.⁴⁶

In der Praxis: Im Rahmen der Fragebogenstudie wurde bestätigt, dass sowohl Robustheit als auch Agilität relevante Resilienzstrategien sind. So haben in beiden Fällen knapp 90 Prozent der befragten Unternehmen angegeben, dass Robustheit bzw. Agilität wichtig oder sehr wichtig für die Resilienz der eigenen Wertschöpfungskette und den Umgang mit Infektionskrisen ist (siehe Abbildung 9). Eine Unterscheidung hinsichtlich der Relevanz der beiden Resilienzstrategien ist nicht möglich.

Abbildung 9: Bewertung der Relevanz der Resilienzstrategien

Agilität und Robustheit beeinflussen maßgeblich die Resilienz. Für wie wichtig halten Sie den Beitrag von Agilität und Robustheit zur Steigerung der Resilienz Ihrer Wertschöpfungskette und für den Umgang mit Infektionskrisen? (n = 69)

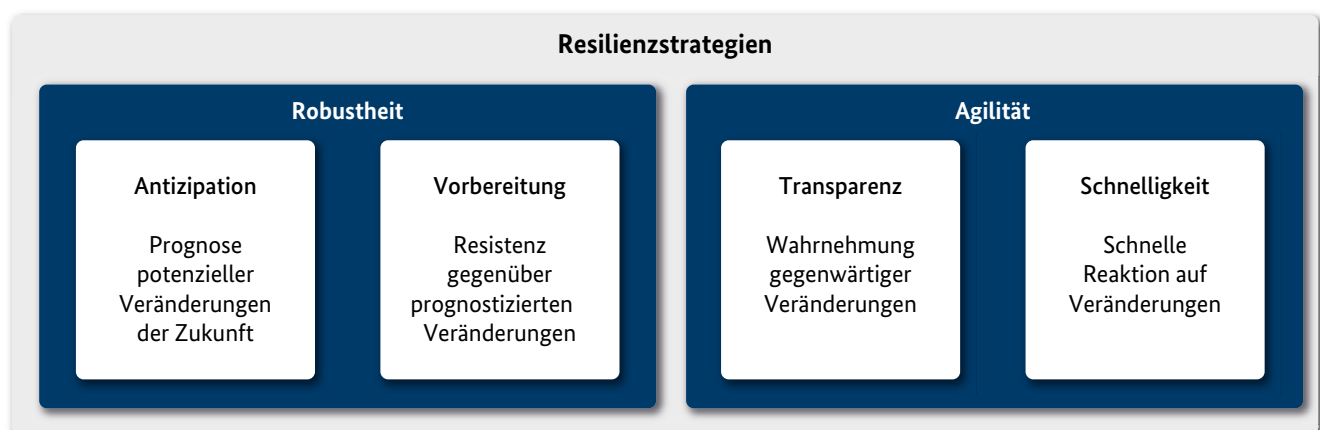


Quelle: eigene Darstellung

Wieland und Wallenburg identifizieren *Treiber für Robustheit und Agilität*.⁴⁷ Diese werden zur Bewertung des aktuellen Entwicklungsstatus von Robustheit und Agilität genutzt und im Folgenden als *Resilienztreiber* bezeichnet (Abbildung 10).

Die **Antizipation** oder auch die Prognosefähigkeit potenzieller Veränderungen in der Zukunft ist ein Erfolgsfaktor der Robustheit. Weiterhin sollte eine gewisse Resistenz gegenüber Veränderungen entwickelt werden. Dies kann

Abbildung 10: Treiber der Agilität und Robustheit



Quelle: eigene Darstellung nach Wieland/Wallenburg 2013, S. 304

⁴⁵ Vgl. ebd., S. 127.

⁴⁶ Vgl. APICS 2017.

⁴⁷ Vgl. Wieland/Wallenburg 2013, S. 303-304.

durch gute **Vorbereitung** auf die prognostizierten Veränderungen erzielt werden.⁴⁸ Somit stellt eine gute Antizipationsfähigkeit eine wesentliche Voraussetzung der guten Vorbereitung dar. Eine mögliche Maßnahme zur Steigerung der Robustheit ist das Schaffen von Redundanzen. Dazu gehören das Multiple Sourcing, Kapazitätsreserven und die logistische Netzwerkgestaltung.⁴⁹

Transparenz und **Schnelligkeit** sind wichtig, um agil auf Störungen reagieren zu können. Somit muss das System die Fähigkeiten besitzen, Veränderungen wahrzunehmen und schnell auf diese Veränderungen zu reagieren. Dabei schafft eine hohe Transparenz die Möglichkeiten für schnelle Reaktionen und stellt somit eine wesentliche Voraussetzung der Schnelligkeit dar. Hierfür kann es hilfreich sein, den Informationsfluss und die Kommunikation zu verbessern.⁵⁰ Weitere Maßnahmen können dynamisch gestaltete Strukturen, End-to-End-Transparenz und ereignisbasiertes Management sein.⁵¹

In der Praxis: Trotz der hohen Wichtigkeit von Robustheit und Agilität sieht etwa jedes zweite Unternehmen noch Verbesserungspotenzial. Dabei kann kein wesentlicher Entwicklungsunterschied zwischen

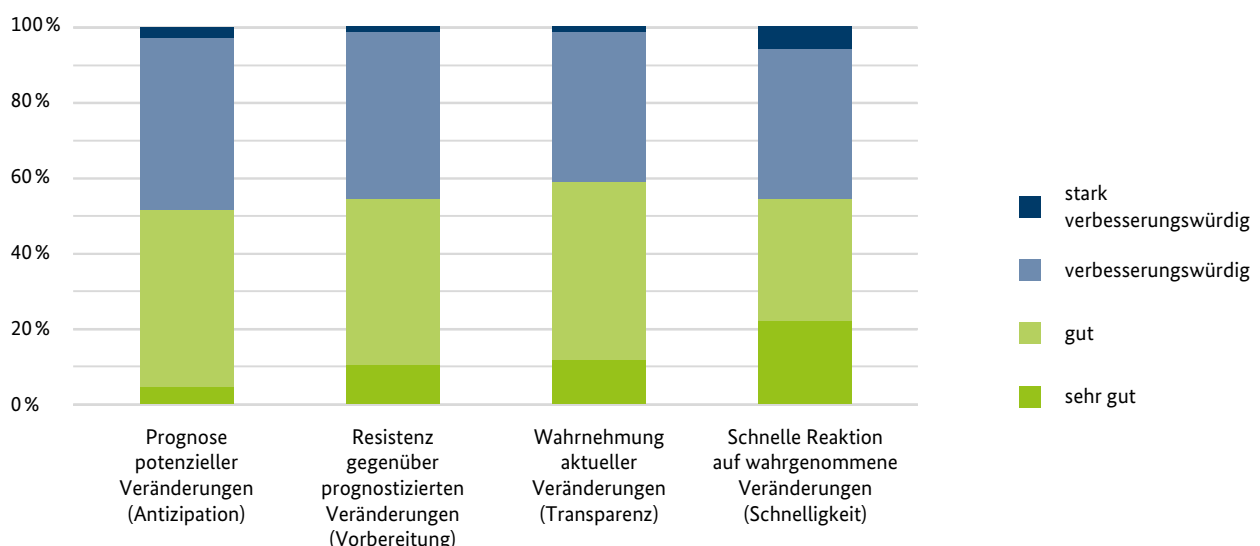
den vier Treibern der Resilienz ermittelt werden (siehe Abbildung 11).

In allen vier Fähigkeiten sehen etwa 40 bis 50 Prozent der befragten Unternehmen Verbesserungspotenzial. Im direkten Vergleich zwischen den Fähigkeiten *Transparenz* und *Antizipation* schätzen Unternehmen ihre Fähigkeiten zur Wahrnehmung aktueller Veränderungen geringfügig besser ein (59 Prozent) als ihre Fähigkeit zur Prognose potenzieller Veränderungen (51 Prozent). Im Bereich der *Schnelligkeit* sehen 6 Prozent der Unternehmen noch starken Verbesserungsbedarf, während dies bei den anderen drei Fähigkeiten nur zwischen 1 und 3 Prozent der Befragten sehen. Gleichzeitig schätzen jedoch bereits 22 Prozent der Befragten die *Schnelligkeit* als sehr gut ein.

Insgesamt veranschaulichen die Ergebnisse, dass sich die Mehrheit der Unternehmen über die Bedeutung von Robustheit und Agilität als Resilienzstrategien bewusst ist. Gleichzeitig besteht aber sowohl für Robustheit als auch für Agilität noch Verbesserungsbedarf in der Umsetzung der erforderlichen Fähigkeiten.

Abbildung 11: Entwicklungsstatus in Bezug auf die Resilienztreiber

Wie gut schätzen Sie Ihr Unternehmen in Bezug auf folgende Fähigkeiten ein? (n = 68)



Quelle: eigene Darstellung

48 Vgl. Böhnke et al. 2017, S. 2; Wieland/Wallenburg 2013, S. 303-304.

49 Vgl. Biedermann 2018, S. 130; Wieland/Wallenburg 2012, S. 890-891.

50 Vgl. Wieland/Wallenburg 2012, S. 890-891; Wieland/Wallenburg 2013, S. 303-304.

51 Vgl. Böhnke et al. 2017, S. 2; Biedermann 2018, S. 128.

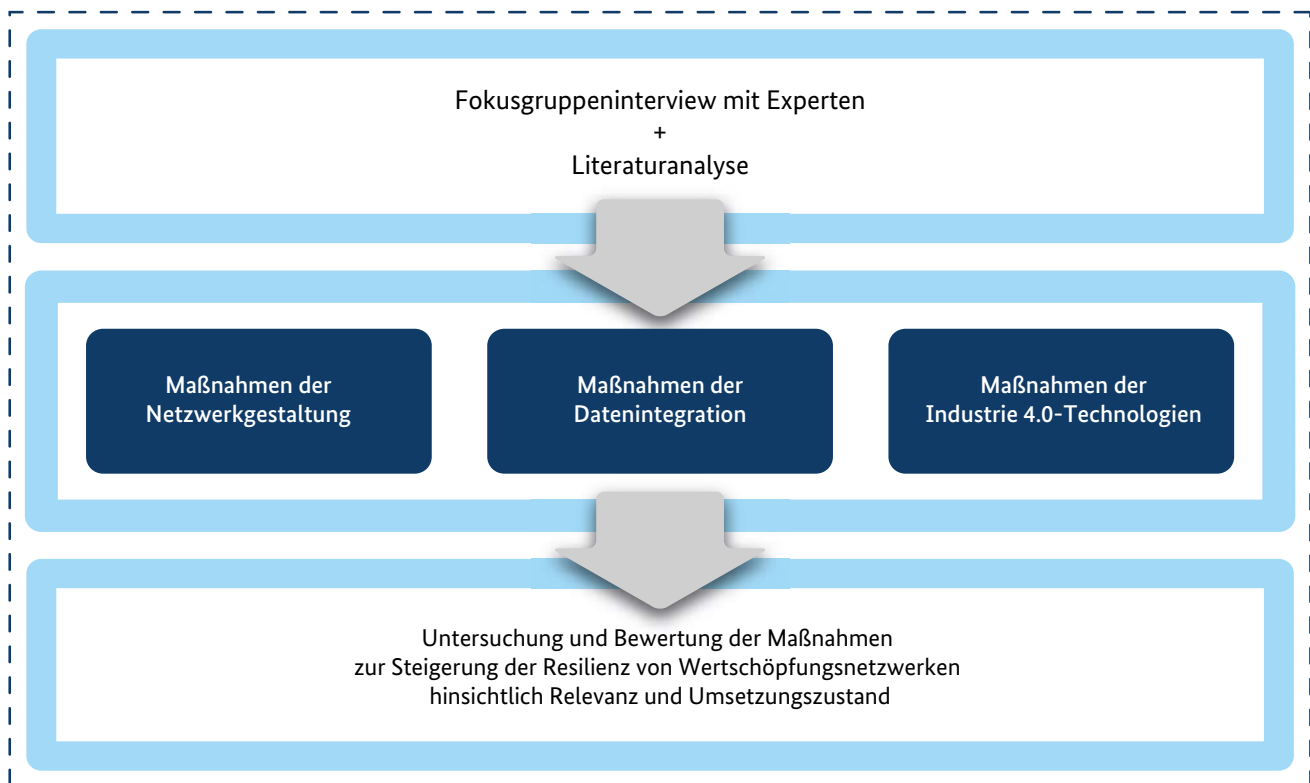
3.4 Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz

Zur praktischen Umsetzung der oben erläuterten Resilienzstrategien und Resilienztreiber existieren unterschiedliche Maßnahmen, die zur Steigerung der Resilienz beitragen. Zur detaillierteren Bewertung des Status quo der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken aus Sicht der Praxis wurde daher der Umsetzungsstand konkreter Maßnahmen analysiert. Diese wurden mittels eines Fokusgruppeninterviews identifiziert und anhand einer Literaturanalyse erweitert. Für eine strukturiertere Übersicht wurden die Maßnahmen in die drei **Handlungsfelder** *Netzwerkgestaltung*, *Datenintegration* und *Industrie 4.0-Technologien* gegliedert. Die Maßnahmen wurden von den Studienteilnehmenden hinsichtlich ihrer Relevanz für den Umgang mit potenziellen Infektionskrisen bewertet. Darüber hinaus wurde der Umsetzungsstand der Maßnahmen abgefragt. Unterschieden wurde dabei, ob die Maßnahme bereits umgesetzt wird, ihre Umsetzung kurzfristig (innerhalb des nächsten Jahres), langfristig (innerhalb der nächsten fünf Jahre) oder gar nicht geplant ist. Abbildung 12 fasst das Vorgehen zusammen.

3.4.1 Handlungsfeld Netzwerkgestaltung

Die Netzwerkgestaltung trägt wesentlich zur logistischen Leistungsfähigkeit eines Wertschöpfungsnetzwerks bei. Dabei umfasst die Netzwerkgestaltung die gezielte Auswahl von Produktions- und Lagerstandorten, die Auswahl und Vernetzung der Partner sowie die Gestaltung der Zusammenarbeit innerhalb des Netzwerks. Bei der Gestaltung des Netzwerks müssen eine Vielzahl von Akteuren und Faktoren, wie die Unternehmensstrategie und -philosophie, Kundenbedürfnisse, Nachfrageverhalten und Reaktionsfähigkeit, berücksichtigt werden.⁵² Im Kontext der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken sind die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen den Akteuren von besonderer Bedeutung. Durch eine gezielte Netzwerkgestaltung kann die Anfälligkeit des Wertschöpfungsnetzwerks gegenüber Störungen und deren Ausbreitung im Netzwerk möglichst geringgehalten werden. Konkrete Maßnahmen im Bereich der Netzwerkgestaltung sind *Multiple Sourcing*, *Schaffung von Redundanzen*, *geographische Diversifikation der Lieferantenbasis*, *kontinuierliche Lieferantenbewertung* und *kollaborative Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten* (siehe Abbildung 13). Diese werden im Folgenden erläutert und aus Sicht der Praxis bewertet.

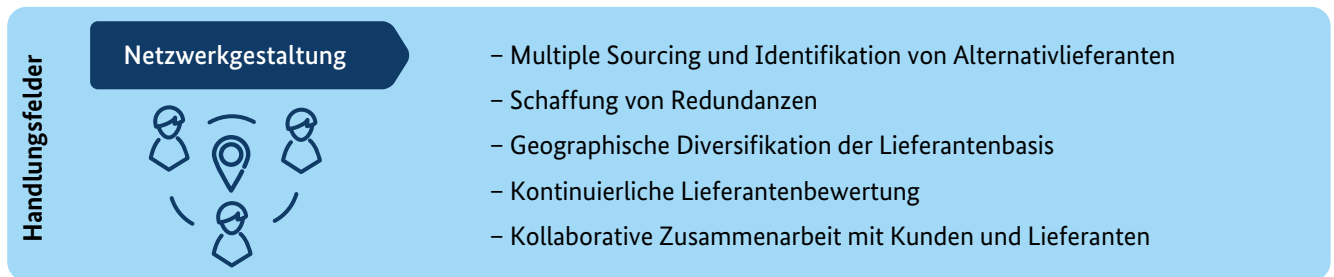
Abbildung 12: Entwicklung und Bewertung der Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken



Quelle: eigene Darstellung nach Wieland/Wallenburg 2013, S. 304

52 Vgl. Chopra/Meindl 2016, S. 114ff.

Abbildung 13: Maßnahmen der Netzwerkgestaltung zur Umsetzung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke



Quelle: eigene Darstellung

Störungen in der Versorgung mit Vorprodukten und Rohstoffen stehen in engem Zusammenhang mit dem Beschaffungsnetzwerk, da der Ausfall des Lieferanten zu maßgeblichen Problemen für das Wertschöpfungsnetzwerk führen kann. Dabei hat die Anzahl der Bezugsquellen einen Einfluss auf das Beschaffungsrisiko. Die Konzentration auf einen einzigen Lieferanten erhöht die Abhängigkeit sowie das Risiko von Ausfällen und Verzögerungen.⁵³ Wie bereits in Kapitel 3.3 aufgeführt, können Redundanzen zur Steigerung der Robustheit beitragen. Beim Einsatz eines Multiple Sourcing-Konzepts werden die Vorprodukte bzw. Rohstoffe von mehreren Bezugsquellen beschafft. Somit stellt **Multiple Sourcing und die Identifikation bzw. Qualifikation von Alternativlieferanten** eine Maßnahme zur Steigerung der Robustheit dar. Darüber hinaus ermöglicht diese Maßnahme, einfacher auf alternative Lieferanten umzustellen, wodurch ebenfalls die Flexibilität im Störfall erhöht wird.⁵⁴

In der Praxis: 63 Prozent der befragten Unternehmen setzen aktuell ein Multiple Sourcing-Konzept bzw. die Qualifikation von Alternativlieferanten um. Eine kurzfristige Umsetzung planen 19 Prozent und eine langfristige Umsetzung 9 Prozent der Unternehmen. 75 Prozent der Befragten halten Multiple Sourcing und die Identifikation bzw. Qualifikation von Alternativlieferanten für wichtig oder sehr wichtig zur Reduktion von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen.

Neben dem Multiple Sourcing existieren weitere Möglichkeiten zur bewussten **Schaffung von Redundanzen**, die sich durch eine Steigerung der Robustheit positiv auf die Resilienz auswirken. Dazu zählen Lagerhaltungsstrategien wie das Vorhalten von Beständen und Kapazitätsreserven.⁵⁵

Redundanzen können in einem Netzwerk auch durch das Betreiben verschiedener Standorte, die Fertigung gleicher Produkte an unterschiedlichen Standorten oder die Nutzung unterschiedlicher Transportmittel und -wege erzeugt werden.⁵⁶ Im Gegensatz zu Strategien der bedarfssynchronen Produktion, wie beispielsweise dem Just-in-time-Prinzip, können Redundanzen für eine Sicherung und Fortbestand der Produktion im Störfall sorgen.⁵⁷ Neben dem positiven Einfluss auf die Resilienz sind bei der Gestaltung von Redundanzen die Kosten von großer Bedeutung, da Redundanzen bis zum Eintritt einer Störung häufig als reine Kostenfaktoren mit geringem Mehrwert gesehen werden. Bei Entscheidungen zur Schaffung von Redundanzen können diese Kosten als eine Art Versicherungsprämie gegen Lieferausfälle und deren Folgen betrachtet werden.⁵⁸

In der Praxis: Die bewusste Schaffung von Redundanzen wird bereits von 48 Prozent der befragten Unternehmen umgesetzt und weitere 22 Prozent planen die Umsetzung kurzfristig. 70 Prozent der Studienteilnehmenden stufen diese Maßnahme als wichtig oder sehr wichtig für die Reduktion von potenziellen Krisenauswirkungen ein.

Die Standorte der Lieferanten beeinflussen die Beschaffungsrisiken und damit die Anfälligkeit gegenüber Störungen.⁵⁹ Bei einer **gezielten geographischen Diversifikation der Lieferantenbasis** wird bei der Auswahl der Lieferanten darauf geachtet, aus welchen Regionen und Ländern die Vorprodukte und Rohstoffe bezogen werden. Sind viele Lieferanten für gleiche oder ähnliche Produkte in einer Region angesiedelt, kann dies bei Krisen, welche ganze Regionen beeinträchtigen, zu Lieferengpässen führen.⁶⁰

53 Vgl. Van Weele/Eßig 2017, S. 300.

54 Vgl. Biedermann 2018, S. 148.

55 Vgl. ebd., S. 130.

56 Vgl. ebd., S. 146.

57 Vgl. Görg et al. 2020, S. 8.

58 Vgl. ebd., S. 8.

59 Vgl. ZVEI 2014, S. 30.

60 Vgl. Görg et al. 2020, S. 10-11.

Die geographische Diversifikation verbessert somit die Vorbereitung und trägt zur Erhöhung der Robustheit bei. Die Berücksichtigung der Standorte bei der Lieferantenauswahl kann außerdem zu einer Verringerung der grenzübergreifenden Transportwege beitragen, durch welche im Falle von Grenzsicherungen die logistische Leistungsfähigkeit gefährdet werden kann. Des Weiteren können geringere Entfernungen bei veränderter Auftragslage zu einer flexibleren Ressourcenversorgung beitragen. Die Flexibilität ergibt sich zum Beispiel aufgrund geringerer Distanzen sowie der Minderung von Zöllen und Exportkontrollen.⁶¹ Die Minimierung der damit zusammenhängenden Ausfallrisiken stärkt die Robustheit und Agilität der Wertschöpfungsketten.

In der Praxis: Die gezielte geographische Diversifikation der Lieferantenbasis wird von 31 Prozent der befragten Unternehmen bereits umgesetzt. Jeweils weitere 15 Prozent planen eine kurz- bzw. langfristige Umsetzung. Demnach planen rund 39 Prozent keine Umsetzung. Die Relevanz wird von 52 Prozent als wichtig oder sehr wichtig eingestuft.

Die horizontale Integration und Kooperation mit allen Akteuren eines Wertschöpfungsnetzwerks ist besonders in turbulenten Zeiten von großer Wichtigkeit. Diese dienen nicht nur der Verbesserung der logistischen Leistungsfähigkeiten, wie Lieferqualität, -zeit und Termintreue, und der Schaffung von Redundanzen, sondern tragen auch zur Sicherstellung der Leistungsfähigkeit bei.⁶² Vor diesem Hintergrund stellt die **kollaborative Zusammenarbeit** mit Wertschöpfungspartnern eine wesentliche Maßnahme zum Aufbau eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks dar.⁶³ Zur Gestaltung und Verbesserung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit existieren unterschiedliche Konzepte. So adressiert beispielsweise das *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) unterschiedliche Wertschöpfungspartner mit dem Ziel, durch Informationsaustausch die Planungs-, Prognose- und Bedarfsprozesse aktiv zu steuern und aufeinander abzustimmen. Das Verfolgen eines gemeinsamen Ziels unterstützt dabei, Abweichungen frühzeitig festzustellen und rechtzeitig Initiativen abzuleiten. Somit kann einem kritischen Verlauf entgegengesteuert werden.⁶⁴ Dieser unternehmensübergreifende Informationsaustausch und das Verfolgen eines gemeinsamen Ziels verbessern sowohl die

Sichtbarkeit als auch die Geschwindigkeit und Flexibilität des Wertschöpfungsnetzwerks.⁶⁵

In der Praxis: Die Maßnahme der kollaborativen Zusammenarbeit mit Lieferanten oder Kunden wird bereits von 58 Prozent der befragten Unternehmen umgesetzt. Zudem planen weitere 30 Prozent eine kurz- bzw. langfristige Umsetzung. Hinsichtlich der Reduzierung von Auswirkungen von Krisen bewerteten 87 Prozent diese Maßnahme als wichtig bzw. sehr wichtig.

Die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks wird auch durch die Leistungsfähigkeit der Lieferanten beeinflusst. Zur Sicherstellung der Leistungsfähigkeit der Lieferanten dient eine **kontinuierliche Lieferantenbewertung**. Ähnlich zum Lieferantenauswahlprozess werden verschiedene Kriterien wie *Termin- und Mengentreue* oder *Erreichbarkeit* in Abhängigkeit der Anforderungen bewertet. Durch einen Vergleich der vergangenen mit den geforderten Leistungen kann der Erfüllungsgrad ermittelt und Verbesserungspotenziale aufgedeckt werden. Demnach wird Transparenz über die vergangenen Leistungen sowie Leistungspotenziale geschaffen.⁶⁶ Eine erfolgreiche Lieferantenbewertung profitiert darüber hinaus von der aktiven Einbindung des Lieferanten, beispielsweise bei Lieferantenaudits vor Ort. Durch solche Analysen kann ein besserer Gesamteindruck über die Prozesse gewonnen werden, was die Transparenz abermals erhöht.⁶⁷ Die Lieferantenbewertung kann zudem eine explizite Risikoanalyse beinhalten, welche in Form von Bewertungskriterien dokumentiert sind. Diese Kriterien umfassen bereits Aspekte wie die Bewertung der Liefertermintreue oder der Produktqualität und tragen so zur robusten Gestaltung eines Wertschöpfungsnetzwerks bei.⁶⁸

In der Praxis: 79 Prozent der befragten Unternehmen setzen aktuell eine kontinuierliche Lieferantenbewertung um. Eine kurzfristige Umsetzung planen 13 Prozent und eine langfristige Umsetzung planen 8 Prozent der Unternehmen. Demnach wird die kontinuierliche Lieferantenbewertung von allen Unternehmen bereits umgesetzt oder geplant. Die Relevanz der Maßnahme wird von 67 Prozent als wichtig oder sehr wichtig erachtet.

61 Vgl. Klibi et al. 2010.

62 Vgl. BMBF 2015, S. 6.

63 Vgl. Biedermann 2018, S. 137.

64 Vgl. Hausladen 2016, S. 177-178.

65 Vgl. Biedermann 2018, S. 137.

66 Vgl. Heß 2017, S. 134.

67 Vgl. TÜV Süd 2021.

68 Vgl. Heß 2017, S. 142-143; Hofbauer et al. 2015, S. 2-3.

3.4.2 Handlungsfeld Datenintegration

Als Grundlage der Gestaltung eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks ist insbesondere die echtzeitnahe Daten- und Informationsweitergabe relevant. Datenintegration umfasst dabei die Generierung, Speicherung und Auswertung von Daten aus verschiedenen internen und externen Quellen. Das Handlungsfeld der Datenintegration enthält daher verschiedene Maßnahmen, welche zu einer daten- und informationsgetriebenen Netzwerkgestaltung beitragen und eine End-to-End-Transparenz schaffen. Je mehr Daten anwendungskonform verwendet werden können, umso höher ist die Informationsdichte. Dies wirkt sich unter anderem auf die Zeitersparnis, Genauigkeit und Handlungsfähigkeit eines Wertschöpfungsnetzwerks aus.⁶⁹ Eine Grundlage für Datenintegration in Wertschöpfungsnetzwerken stellt häufig der Datenaustausch zwischen den einzelnen Akteuren dar. Konkrete Maßnahmen im Bereich der Datenintegration sind der *Einsatz von Plattformen zur flexiblen Vergabe von Aufträgen, standardisierter Datenaustausch, Berücksichtigung externer Datenquellen und Echtzeit-Monitoring von Logistikprozessen* (siehe Abbildung 14). Die Maßnahmen werden im Folgenden erläutert und aus Sicht der Praxis bewertet.

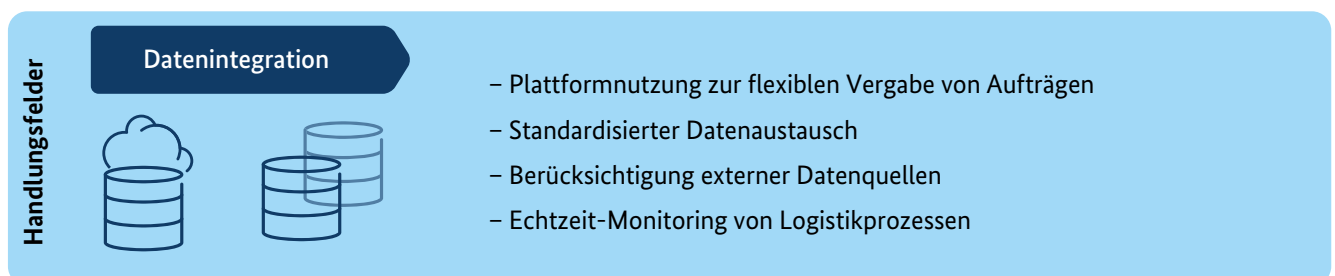
In Krisensituationen kann es erforderlich sein, kurzfristig und flexibel alternative Ressourcen einzusetzen, um so den Ausfall eines Wertschöpfungspartners auszugleichen.⁷⁰ Im Transportbereich ist dabei vor allem die Zusammenarbeit mit Logistikdienstleistern von Bedeutung. Digitale Plattformen stellen in diesem Zusammenhang eine geeignete Infrastruktur zur Verfügung, über die verschiedene Akteure notwendige Informationen austauschen und bereitstellen können. Die **Plattformennutzung zur flexiblen Vergabe von Aufträgen** bietet somit die Möglichkeit, flexibel auf

Nachfrageschwankungen zu reagieren. Hierbei inserieren Unternehmen offene Aufträge und Logistikdienstleister ihre Angebote auf der Plattform. Zum einen profitieren somit die Dienstleister von der großen Reichweite der Logistikplattform, zum anderen gewinnen die Unternehmen durch die flexible Auftragsvergabe an Schnelligkeit. Die Plattform fungiert somit durch die Datenerhebung und -verfügbarkeit als zentrale Anlaufstelle für verschiedene Akteure.⁷¹

In der Praxis: Die Nutzung von Plattformen zur flexiblen Vergabe von Aufträgen wird lediglich von 13 Prozent der befragten Unternehmen umgesetzt. 51 Prozent planen auch kurz- und langfristig keine Umsetzung. 60 Prozent der befragten Unternehmen bewerten die Plattformennutzung als weniger oder gar nicht wichtig zur Reduktion von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken ist wie oben beschrieben der unternehmensübergreifende Austausch von Daten. Die kollaborative Zusammenarbeit und die logistische Leistungsfähigkeit eines Unternehmens gehen maßgeblich mit einem **standardisierten Datenaustausch** zwischen den verschiedenen Akteuren einher. Abhängig von den eigenen technischen Voraussetzungen und denen der Kooperationspartner sowie dem Komplexitätsgrad, existieren für die Informationsweitergabe verschiedene Standards und Technologien. Der bilaterale Datenaustausch erfolgt oftmals mittels *Electronic Data Interchange* (EDI)-Schnittstellen. Der cloudbasierte Austausch kann zum Beispiel unter Einsatz des *International Data Space* (IDS) oder Plattformen erfolgen,

Abbildung 14: Maßnahmen der Datenintegration zur Umsetzung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke



Quelle: eigene Darstellung

69 Vgl. Rossak 2013, S. 16ff.

70 Vgl. Biedermann 2018, S. 134.

71 Vgl. Seiter et al. 2019, S. 586-587.

während ein dezentraler Austausch zum Beispiel durch Nutzung der Blockchain-Technologie möglich ist.⁷² Sind die Standards zwischen den Beteiligten definiert, können beispielsweise sowohl Kapazitätsauslastungen und Störungsdaten als auch Bestandsdaten oder Absatzprognosen ausgetauscht werden. Ein Beispiel für einen Standard zum Datenaustausch mittels EDI-Schnittstellen im Kontext der Auftragsabwicklung stellt EDIFACT dar. Darüber hinaus existieren branchenspezifische Standards für den Austausch von EDI-Nachrichten (zum Beispiel ODETTE in der Automobilindustrie). Für die Übertragung von Eventdaten beispielsweise beim *Tracking & Tracing* im Rahmen von Logistikprozessen wird häufig der EPCIS-Standard eingesetzt. Die schnelle und fehlerarme unternehmensübergreifende Informationsweitergabe vermeidet Medienbrüche und erhöht die Reaktionsfähigkeit und Transparenz des Wertschöpfungsnetzwerks.⁷³

In der Praxis: 42 Prozent der befragten Unternehmen setzen aktuell einen standardisierten Datenaustausch mit Lieferanten, Kunden und/oder Logistikdienstleistern um. Weitere 22 Prozent planen eine kurzfristige und 7 Prozent eine langfristige Umsetzung. Die Relevanz dieser Maßnahme wird von 78 Prozent als wichtig oder sehr wichtig erachtet.

Die **Berücksichtigung externer Datenquellen**, wie Informationen aus den sozialen Medien oder von Nachrichtendiensten, in Analysen verbessert die Wahrnehmung und Transparenz kurzfristiger Veränderungen und verschafft so die Möglichkeit, schneller zu reagieren. Insbesondere in Krisenzeiten gibt es eine Vielzahl an externen Veränderungen und Störgrößen, welche aufgrund der außergewöhnlichen Umstände auftreten. Informationen rund um die Wirtschaft (zum Beispiel Kapazitätsauslastung), Logistik (zum Beispiel Verkehrsintensität), Naturphänomene (zum Beispiel Klima) oder Gesundheit (zum Beispiel Risikogebiete) können aufgenommen und unternehmensspezifisch bewertet werden.⁷⁴

In der Praxis: Die Berücksichtigung externer Datenquellen wird bereits von 39 Prozent der Unternehmen umgesetzt. Weitere 18 Prozent planen jeweils eine kurz- bzw. langfristige Umsetzung. Insgesamt 66 Prozent der Befragten gaben an, dass diese Maßnahme hinsichtlich der Reduzierung von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen wichtig bzw. sehr wichtig ist.

Der echtzeitnahe und insbesondere korrekte Kenntnisstand über unternehmensübergreifende Material- und Informationsflüsse stellt einen Kernaspekt eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks dar. Durch ein fortlaufendes **Echtzeit-Monitoring** wird eine gewinnbringende Transparenz über den Produktions- und Transportfortschritt erzeugt.⁷⁵ Ein Echtzeit-Monitoring kann zum Beispiel durch die Erhebung und Auswertung von Tracking & Tracing-Daten erfolgen. Diese Informationen können nicht nur zur Echtzeitverfolgung von Produkten und Materialien verwendet werden, sondern auch zur Dokumentation über Produktionsmethoden oder Warenbestandsüberwachung.⁷⁶ Mithilfe der gewonnenen Erkenntnisse können somit Störungen frühzeitig identifiziert und gezielt auf diese reagiert werden. So weisen beispielsweise Mandal et al. darauf hin, dass besonders in turbulenten Zeiten die Schaffung von Transparenz aufgrund der nahezu echtzeitbasierten Informationsweitergabe positive Einflüsse auf Wertschöpfungsnetzwerke hat. Eine erhöhte Sichtbarkeit, also die Schaffung eines Bewusstseins über die Ereignisse in dem Wertschöpfungsnetzwerk, verstärkt zudem die Kollaboration zwischen den Akteuren.⁷⁷

In der Praxis: Das Echtzeit-Monitoring von Logistikprozessen wird laut Befragung von 28 Prozent der Unternehmen umgesetzt. Weitere 24 Prozent planen eine kurzfristige Umsetzung. Hinsichtlich der Relevanz des Echtzeit-Monitorings bewerteten etwa 63 Prozent der Befragten diese Maßnahme als wichtig bzw. sehr wichtig.

72 Vgl. Schlatt et al. 2016, S. 13.

73 Vgl. Werner 2017, S. 323; ZVEI 2014, S. 16.

74 Vgl. Schäfer 2020; ZVEI 2014.

75 Vgl. Biedermann 2018, S. 145.

76 Vgl. Werner 2017, S. 240.

77 Vgl. Mandal et al. 2016, S. 555-556.

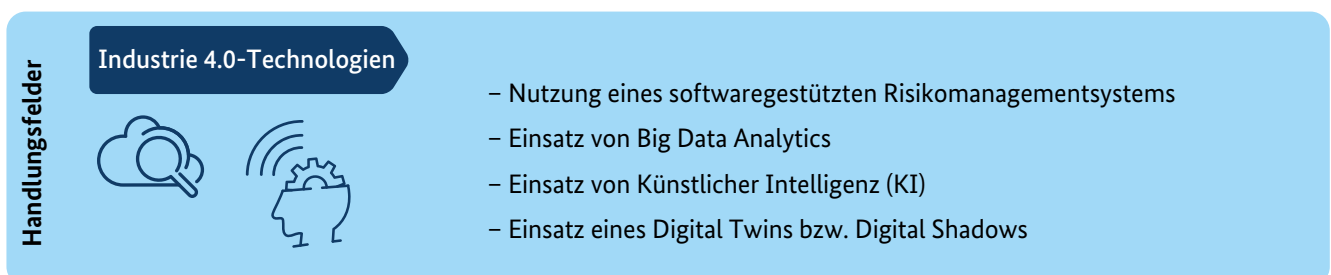
3.4.3 Handlungsfeld Industrie 4.0-Technologien

Unter dem Einsatz von Industrie 4.0-Technologien und der Vernetzung von Objekten wird das Lernen aus Daten zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor. Industrie 4.0-Technologien stellen dabei Systeme und Anwendungen dar, welche große Datenmengen verarbeiten und analysieren können, um mit diesen Ergebnissen zielgerichtete Handlungsempfehlungen zu geben. Die Einsatzmöglichkeiten von Industrie 4.0-Technologien sind auch im Kontext von Wertschöpfungsnetzwerken sehr vielseitig. Im Bereich der Konnektivität und Kommunikation bilden cyber-physische Systeme (CPS) die Grundlage, um Daten aufzunehmen und diese zu teilen. Unterschiedliche Komponenten, zum Beispiel Sensoren als Messaufnehmer von physikalischen Eigenschaften oder GPS-Tracker als physische Ortungsgeräte, sind angebunden und überliefern die Informationen in Echtzeit. Die durchgängige Vernetzung physischer Assets erzeugt somit einen konsistenten Informationsfluss entlang des Wertschöpfungsnetzwerks mit allen Akteuren. Die Datenspeicherung sowie das Datenmanagement können in diesem Zusammenhang in cloudbasierten Systemen erfolgen. Für die Übertragung der Daten ohne Medienbrüche kann die 5G-Technologie eingesetzt werden. Unter Hinzunahme von Kundenanforderungen und Produktkriterien bieten Industrie 4.0-Technologien die Möglichkeit, Daten mittels Algorithmen zu analysieren und auf dieser Grundlage Prognosen abzuleiten und Entscheidungen zu treffen. Voraussetzung hierfür sind smarte und innovative Ansätze wie *Big Data Analytics*, *Machine Learning* und *Künstliche Intelligenz*. Typische Anwendungsfälle wie Planung und Beschaffung können so umfangreich abgebildet und verbessert werden. Gerade in stark volatilen Märkten und Zeiten können Industrie 4.0-Technologien ein proaktives Handeln unterstützen. Durch die Auswertung der aufgenommenen Daten kann präzise vorhergesagt werden, welche Bestellung, in welchem Umfang, zu welchem Zeitpunkt und an welchen Ort

geliefert werden soll. Dabei können interne und externe Einflussfaktoren und Datenquellen zu den Auswertungen hinzugezogen werden, um statistische Anpassungen vorzunehmen.⁷⁸ Des Weiteren umfassen die Industrie 4.0-Technologien Schnittstellen für die *Mensch-Maschine-Interaktion* (MMI) und fortgeschrittene Fertigungstechnologien. Die MMI kann durch die Anzeige von prozessrelevanten Informationen realisiert werden, zum Beispiel unter Einsatz von Datenbrillen (*Augmented Reality* (AR) bzw. *Virtual Reality* (VR)). Dies ermöglicht die echtzeitnahe Kommunikation und Kooperation über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweg, welche insbesondere in Zeiten von Grenzschließungen und Reiserestriktionen vorteilhaft sind. Zudem können additive Fertigungstechnologien eingesetzt werden, um umgehend benötigte Ersatz- und Bauteile zu fertigen. So können Lieferengpässe umgangen werden und der gewonnene zeitliche Vorsprung gewährleistet die Stabilisierung der Produktionsabläufe.⁷⁹ Basierend auf den Ergebnissen des Fokusgruppeninterviews und der Literaturanalyse, wurden im Rahmen der Expertise vier konkrete Maßnahmen aus dem Bereich Industrie 4.0-Technologien im Zusammenhang mit der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken näher betrachtet. Diese Maßnahmen sind *Nutzung eines softwaregestützten Risikomanagementsystems*, *Einsatz von Big Data Analytics*, *Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI)* und *der Einsatz von Digital Twins bzw. Digital Shadows* (siehe Abbildung 15). Die Maßnahmen werden im Folgenden erläutert und aus Sicht der Praxis bewertet.

Die zunehmende Verfügbarkeit von unternehmensinternen und -externen Informationen lässt umfassende Risikobewertungen zu. Die **Nutzung eines softwaregestützten Risikomanagementsystems** erlaubt die Analyse verschiedener Informationsquellen und somit die Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren. Zudem werden durch die Nutzung von Algorithmen zur Datenanalyse die Identifikation, Bewertung und Steuerung von Risiken erleichtert und

Abbildung 15: Maßnahmen von Industrie 4.0-Technologien zur Umsetzung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke



Quelle: eigene Darstellung

78 Vgl. BITKOM 2015, S. 106-107.

79 Vgl. Forschungsbeirat/acatech 2019; Tran-Mai/Renner 2017.

verbessert. Durch die gesteigerte Transparenz kann die Software auch als Frühwarnsystem etabliert werden. Abhängig von vorgegebenen Unternehmenszielen können mithilfe von Algorithmen Eintrittswahrscheinlichkeiten berechnet, das erwartete Schadensausmaß antizipiert sowie Maßnahmen zur Risikominimierung abgeleitet werden. Die Nutzung eines solchen Systems ermöglicht die Erstellung einfach zu lesender Reports, welche unmittelbar und zu jedem Zeitpunkt abrufbar sind.⁸⁰ Resultierend daraus können Vorbehebungen getroffen werden, um die Wettbewerbsfähigkeit auch in turbulenten Zeiten aufrechtzuerhalten.⁸¹ Ein Risikomanagementsystem trägt somit zur Steigerung von Agilität und Robustheit bei.

In der Praxis: Etwa 30 Prozent der befragten Unternehmen nutzen bereits ein softwaregestütztes Risikomanagementsystem. Weitere 19 Prozent planen eine kurzfristige und 9 Prozent eine langfristige Umsetzung. Demnach wollen 42 Prozent kein softwaregestütztes Risikomanagementsystem einsetzen. Die Relevanz der Maßnahme hinsichtlich der Reduzierung von Krisenauswirkungen bewerteten etwa 57 Prozent als wichtig oder sehr wichtig.

Big Data-Anwendungen beschreiben das Vorgehen, wie große Datenmengen gesammelt, verwaltet und analysiert werden. Daher werden diese Anwendungen häufig mit „drei Vs“ beschrieben, welche als *Volume* (Volumen), *Velocity* (Geschwindigkeit) und *Variety* (Vielfalt) definiert sind. Das Volumen beschreibt dabei die Sicherstellung der Verfügbarkeit von Speicherplatz und die effiziente Erreichbarkeit von großen Datenmengen. Die Geschwindigkeit umfasst das Eintreffen der Daten in Echtzeit sowie eine mögliche Weiterverwendung. Die Vielfalt bezieht sich auf die unterschiedlichen Strukturen der Informationen, welche es zu organisieren und verarbeiten gilt. **Big Data Analytics** verarbeitet und analysiert anknüpfend die Daten für die weitere Nutzung. Im Kontext von Wertschöpfungsnetzwerken verfolgt Big Data Analytics das Ziel, eine echtzeitnahe Transparenz zu erstellen, die Aktivitäten und Verwicklungen entlang der Wertschöpfungskette aufzeigt. Dies umfasst die Identifikation von Veränderungen, Ableitung möglicher Risikofaktoren sowie die Prognose von Störungen. Die Hinzunahme von externen Daten ermöglicht eine detailliertere Gestaltung der Analyse.⁸² Zusätzlich zu softwaregestützten Risikomanagementsystemen können Big Data-Ansätze insbesondere im Zuge der Informationsver-

arbeitung und -analyse zu einer Steigerung der Resilienz beitragen. Darüber hinaus werden Störungen entlang des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks prognostizierbar, was antizipative Reaktionen auf Vorfälle ermöglicht. Besonders in Krisenzeiten können so auf Basis realgetreuer Szenarien, in Abhängigkeit von verschiedenen Wahrscheinlichkeiten und Einflussfaktoren, Prognosen erstellt werden.⁸³

In der Praxis: Der Einsatz von Big Data Analytics-Ansätzen wird von 12 Prozent der befragten Unternehmen umgesetzt. 27 bzw. 28 Prozent visieren eine kurz- bzw. langfristige Umsetzung an. Demnach plant ein Drittel der Befragten keine Umsetzung dieser Maßnahme. Die Relevanz von Big Data Analytics wird von 16 Prozent der Befragten als sehr hoch und von 37 Prozent als hoch eingestuft. Weitere 34 Prozent erachten diese Maßnahme als weniger wichtig.

Eine große Datengrundlage bietet die Möglichkeit, aus vorhandenen Informationen neue Erkenntnisse zu gewinnen, um Problemen entgegenzuwirken. Die Methoden und Systeme der **Künstlichen Intelligenz (KI)** können eigenständig Prozessabläufe, Muster und Strukturen in Daten erkennen und daraus Schlussfolgerungen ziehen. Alle Bereiche entlang des Wertschöpfungsnetzwerks können demnach optimiert werden. Je nach Zielen und Einsatzbereichen können auf Grundlage KI-basierter Anwendungen hochflexible Entscheidungen empfohlen und getroffen werden.⁸⁴ Dabei werden Informationen aus vergangenen und echtzeitnahen Situationen mit verschiedenen Einflussfaktoren mithilfe von KI-Algorithmen analysiert, Korrelationen berechnet und Szenarien, wie Störungen oder Effizienzsteigerungen, abgeleitet. Sich daraus ergebende Potenziale umfassen zum Beispiel das Verhindern von Produktionsausfällen, eine Echtzeitüberwachung aller Komponenten des Wertschöpfungsnetzwerks mit Benachrichtigung bei Abweichungen oder sogar die Erschließung neuer Geschäftskunden oder -modelle.⁸⁵ Die Ressourcenplanung, als ein kritischer Faktor in volatilen Krisenzeiten, lässt sich beispielsweise durch KI-Planungs- und Optimierungsalgorithmen unterstützen. Dadurch können zum Beispiel verbesserte Planungsergebnisse für Materialbeschaffung und Durchlaufzeiten in komplexen Anwendungsfällen, wie die Materialauslastung in verketteten Produktionsanlagen oder Wahrscheinlichkeitsprognosen für den Produktabsatz, erzielt werden. Die Ressourcenplanung kann durch die Analyse verschiedener interner und externer Einflussfaktoren angepasst werden.

80 Vgl. Hotwagner 2008, S. 34-35

81 Vgl. Schlegel/Trent 2012, S. 16ff.

82 Vgl. Leveling et al. 2014, S. 1ff.

83 Vgl. Papadopoulos et al. 2017, S. 1115.

84 Vgl. acatech 2020, S. 12ff.

85 Vgl. Lernende Systeme – Die Plattform für KünstlicheIntelligenz 2020.

Beispiele für externe Eingangsgrößen sind Informationen über Grenzschießungen, Wetter und Materialknappheit. Interne Faktoren, die berücksichtigt werden können, sind zum Beispiel Wartungsaufwände.⁸⁶

In der Praxis: Rund 5 Prozent der befragten Unternehmen setzen bereits KI-Ansätze zur Entscheidungsunterstützung ein. Etwa 12 Prozent planen eine kurzfristige und weitere 43 Prozent eine langfristige Umsetzung. Die Relevanz dieser Maßnahme hinsichtlich der Reduzierung von Krisenauswirkungen wird von 37 Prozent als wichtig bzw. sehr wichtig eingestuft.

Der Einsatz eines **Digital Twins** bzw. **Digital Shadows** ermöglicht, den Zustand von physischen Objekten des Wertschöpfungsnetzwerks zu jedem beliebigen Zeitpunkt digital darzustellen und somit eine vollständige End-to-End-Transparenz zu erzeugen. Unter einem Digital Twin wird dabei eine digitale Repräsentation eines realen materiellen oder immateriellen Objekts verstanden. Die erfassten Daten lassen sich eindeutig den Objekten zuordnen und können somit Fehler, Störungen und Ausfälle identifizieren.⁸⁷ Eine Voraussetzung für den Einsatz von Digital Twins ist der Gebrauch von Elektronik, Sensorik und Aktorik in Gegenständen, beispielsweise in Geräten, Maschinen, Fahrzeugen und deren Vernetzung über das Internet. Ivanov und Dolgui zeigen auf, dass die Bedarfe an Transport-, Bestands- und Kapazitätsdaten sowie deren analytische Verwendung besonders in Krisenzeiten steigen. In einem ersten Schritt können die Echtzeitdaten für Planungen und Kontrollentscheidungen hinzugezogen werden. Die Kombination von modell- und datenbasierten Ansätzen ermöglicht es in einem zweiten Schritt, die Zusammenhänge und Leistungsbewertungen zu identifizieren und für prädiktive und reaktive Entscheidungsfindungen in einem Digital Twin zu nutzen.⁸⁸

In der Praxis: Der Einsatz eines Digital Twins bzw. Digital Shadows wird aktuell von lediglich 6 Prozent der befragten Unternehmen umgesetzt. Mit etwa 34 Prozent plant jedoch ein Drittel der Unternehmen eine langfristige Umsetzung. 75 Prozent der Befragten stufen den Einsatz eines Digital Twins bzw. Digital Shadows als wichtig oder sehr wichtig ein.

3.4.4 Bewertung der Relevanz der Maßnahmen aus Sicht der Praxis

In Abbildung 16 sind die Ergebnisse der durchgeführten Fragebogenstudie zur Relevanzbewertung der Maßnahmen zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen, dass die Relevanz der einzelnen Maßnahmen stark variiert, wobei alle Bewertungsstufen bei allen Maßnahmen vorhanden sind.

Die Maßnahme der *kollaborativen Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten* sticht besonders positiv hervor. Diese stufen 87 Prozent der Studienteilnehmenden als wichtige bzw. sehr wichtige Maßnahme ein. Als ebenfalls besonders relevant werden das *Multiple Sourcing* bzw. die *Identifikation von Alternativlieferanten* sowie der *standardisierte Datenaustausch mit Lieferanten, Kunden und/oder Logistikdienstleistern* erachtet. Beide Maßnahmen haben eine Bewertung von 75 bis 78 Prozent in den Stufen sehr wichtig bzw. wichtig. Weiterhin auffällig ist die vergleichsweise schwache Einschätzung von Maßnahmen mit Bezug zu innovativen Technologien. Das Schlusslicht bilden die Technologien der KI und des *Digital Twins* sowie die *Nutzung von Plattformen zur flexiblen Vergabe von Aufträgen*. Alle drei Maßnahmen wurden von den Befragten zwischen 60 und 63 Prozent als weniger wichtig bzw. gar nicht wichtig eingestuft.

Die Ergebnisse zeigen, dass mehrere Maßnahmen, die erprobte Vorgangsweisen adressieren oder auch zum Informationsgewinn beitragen, als relevant eingestuft werden. Im Vergleich dazu sind innovative Technologien und Anwendungen als weniger relevant bewertet worden. Dies zeigt, dass zum einen der enge Austausch mit Wertschöpfungspartnern im Fokus der Unternehmen steht. Kommunikation und Kooperation schaffen die erforderliche Transparenz, um agil auf Veränderungen in Krisenzeiten reagieren zu können. Zum anderen bieten der Aufbau eines breit aufgestellten Lieferantennetzwerks und die Schaffung von Redundanzen die Sicherheit, um bei Engpässen in volatilen Zeiten den Fortbestand der Produktion gewährleisten zu können. Diese Kombination der Maßnahmen scheint in den Unternehmen laut den Ergebnissen der Fragebogenstudie zum jetzigen Zeitpunkt einen höheren Stellenwert zu haben als komplexe Anwendungen wie Industrie 4.0-Technologien oder systemgestützte Applikationen.

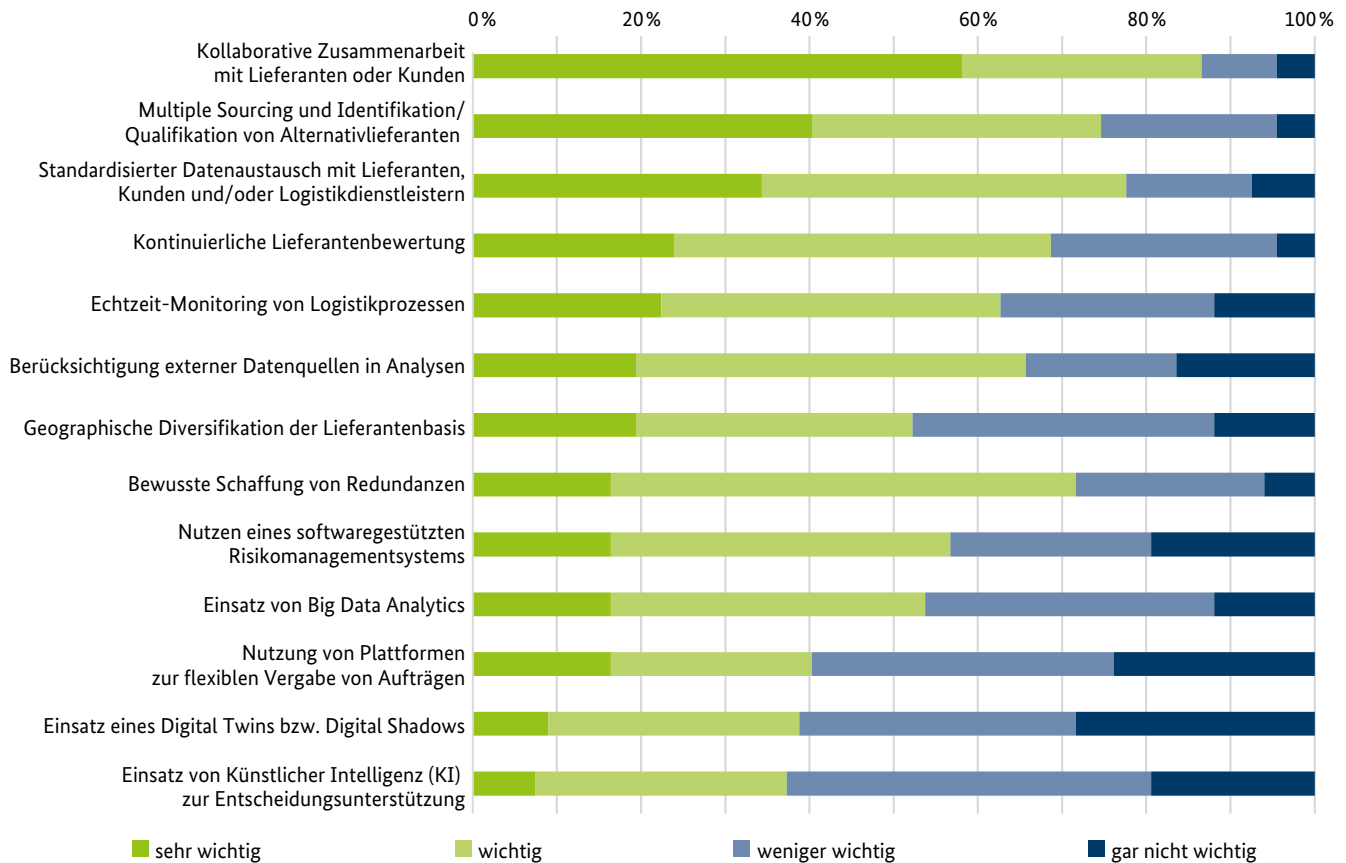
86 Vgl. Hatiboglu et al. 2019, S. 23-24.

87 Vgl. Forschungsbeirat/acatech 2019, S. 2 und S. 7-8.

88 Vgl. Ivanov/Dolgui 2020, S. 10.

Abbildung 16: Maßnahmenbewertung hinsichtlich der Relevanz zur Reduzierung von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen

Bitte bewerten Sie für die unten aufgezählten Maßnahmen die Relevanz hinsichtlich der Reduzierung von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen auf Ihr Unternehmen. (n = 67)



Quelle: eigene Darstellung

3.4.5 Bewertung des Umsetzungsstands der Maßnahmen aus Sicht der Praxis

In Abbildung 17 sind die Ergebnisse bezüglich des aktuellen Umsetzungsstands sowie die zukünftig geplante Umsetzung zusammengefasst. Die Ergebnisse der Fragebogenstudie zeigen, dass der Umsetzungsstatus der einzelnen Maßnahmen stark variiert.

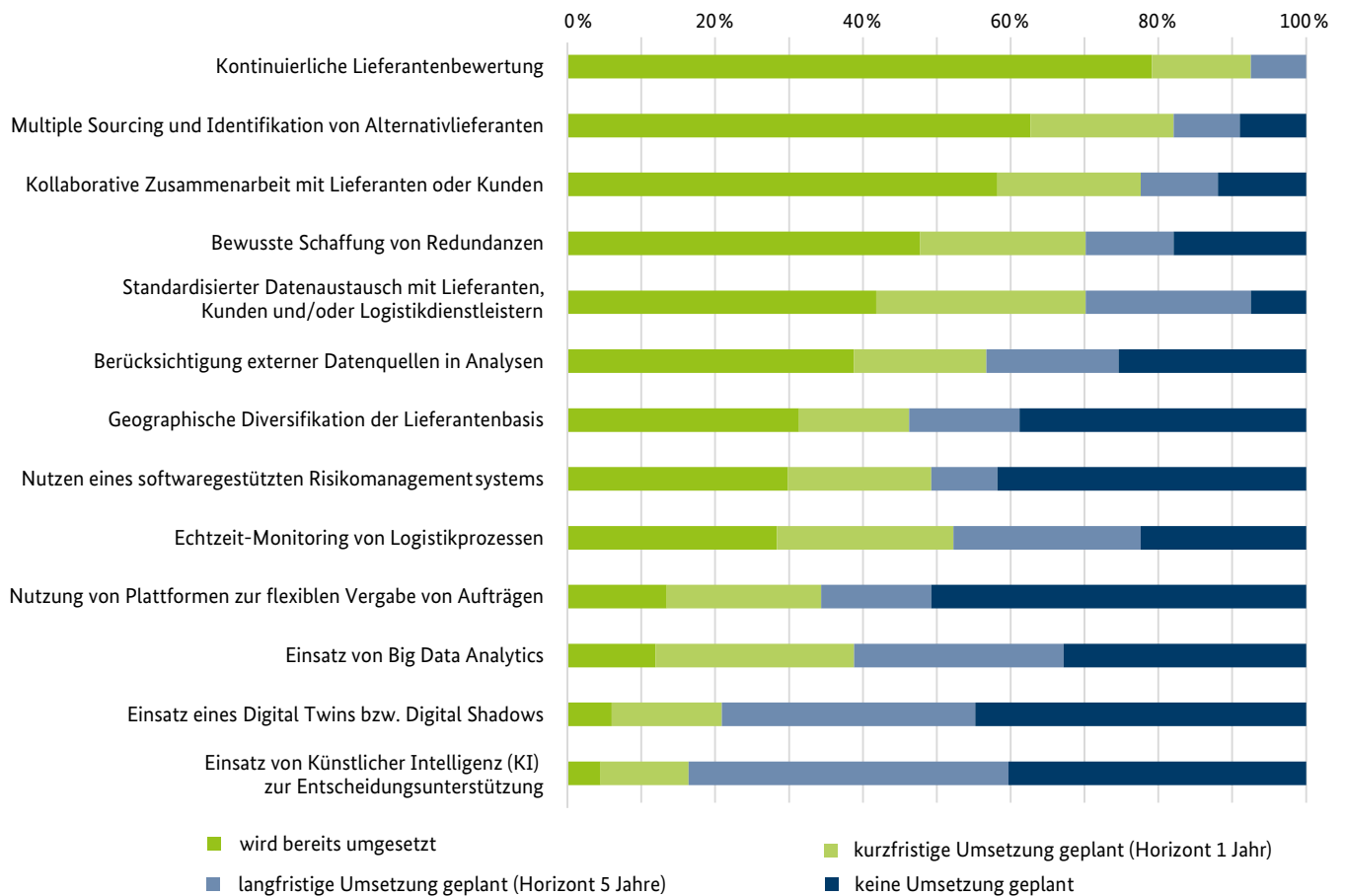
Die *kontinuierliche Lieferantenbewertung* wird am häufigsten umgesetzt. Hier gaben 79 Prozent der Studienteilnehmenden an, bereits heute eine kontinuierliche Lieferantenbewertung durchzuführen. Alle Befragten, die die Lieferantenbewertung aktuell noch nicht umsetzen, haben zukünftig eine Umsetzung geplant. Etwa 13 Prozent planen eine kurzfristige Umsetzung innerhalb des nächsten Jahres. Die Maßnahmen des *Multiple Sourcings* und der *Identifikation von Alternativlieferanten* sowie der *kollaborativen Zusammenarbeit* wurden ebenfalls in dem aktuellen bzw. geplanten Umsetzungsstatus als sehr hoch eingestuft. Beide Ansätze wurden von 58

bis 63 Prozent der Befragten bereits umgesetzt und jeweils weitere 19 Prozent planen eine kurzfristige Umsetzung innerhalb eines Jahres. Der Einsatz von *KI*, *Digital Twins* und *Big Data Analytics* sowie die Nutzung von Plattformen zur flexiblen Vergabe von Aufträgen wurden in Bezug auf den Umsetzungsstatus am schwächsten bewertet. Keine dieser Maßnahmen wird von mehr als 12 Prozent der Studienteilnehmenden umgesetzt und durchschnittlich 39 Prozent planen auch keine Umsetzung.

Somit zeigen Maßnahmen, die zu den bereits langjährig erprobten Instrumenten der Netzwerkgestaltung zählen oder zum Informationsgewinn beitragen, auch bei der Umsetzung einen fortschrittlichen Status auf. Darüber hinaus ist auffällig, dass die Maßnahmen zu Industrie 4.0-Technologien eine geringe Umsetzung aufweisen. Die zurückhaltende Bewertung lässt sich mit geringen Erfahrungswerten und einer nicht ausreichenden Grundlage für den Einsatz erklären. Dabei ist der digitale Reifegrad von Unternehmen von großer Bedeutung. Hier zeigt sich, dass dieser häufig

Abbildung 17: Maßnahmenbewertung hinsichtlich des Umsetzungsstatus zur Reduzierung von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen

Bitte bewerten Sie den aktuellen Umsetzungsstatus der unten aufgezählten Maßnahmen in Ihrem Unternehmen. Geben Sie bitte auch an, ob Sie planen, die Maßnahme in Zukunft umzusetzen. (n = 67)



Quelle: eigene Darstellung

noch nicht ausgereift genug ist, um alle relevanten Daten zu Nutzen. Außerdem werden erste Digitalisierungsprojekte häufig als isolierte Piloten durchgeführt, welche dementsprechend noch nicht das volle Potenzial der Initiative ausschöpfen können.⁸⁹ Jedoch ist ein Trend der langfristigen Umsetzung der innovativen Technologien zu erkennen.

Abbildung 18 zeigt einen Ausschnitt der oben gezeigten Ergebnisse mit dem Fokus auf der lang- und kurzfristig geplanten Umsetzung von Maßnahmen.

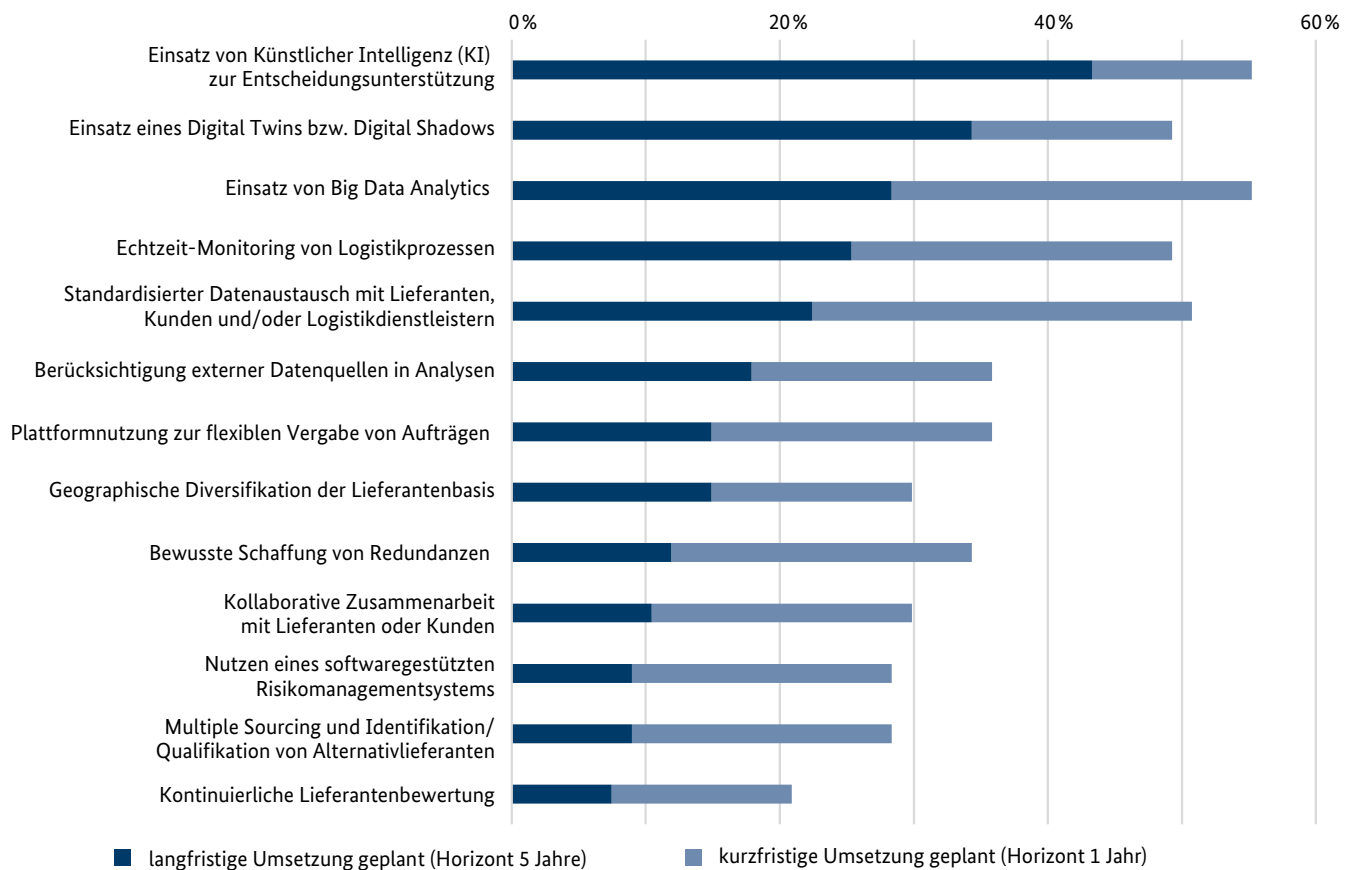
Insbesondere der Einsatz von *KI-Anwendungen*, *Digital Twins* und *Big Data Analytics* werden für eine langfristige Umsetzung in Betracht gezogen (durchschnittlich 35 Prozent).

Diese Maßnahmen weisen gleichzeitig bei der Fragebogenstudie den geringsten aktuellen Umsetzungsstatus auf. *Echtzeit-Monitoring von Logistikprozessen* und ein standardisierter Datenaustausch sind sowohl für die kurzfristige als auch für die langfristige Umsetzung geplant. Für eine kurzfristige Umsetzung stechen besonders der *Einsatz von Big Data Analytics*, das *Echtzeit-Monitoring von Logistikprozessen* und der *standardisierte Austausch von Daten* hervor. Mit durchschnittlich 26 Prozent sollen diese in einem Zeithorizont von einem Jahr umgesetzt werden. Dies veranschaulicht, dass die Generierung von echtzeitnahen Daten und Informationen sowie deren Analysen und Weiterverarbeitung zur Prognoseerstellung zukünftig in den Fokus rücken.

89 Vgl. Schuh et al. 2020, S. 10.

Abbildung 18: Bewertung nach geplanter langfristiger und kurzfristiger Umsetzung

Lang- und kurzfristig geplante Umsetzung der Maßnahmen in Prozent (n = 67)



Quelle: eigene Darstellung

Werden die Bewertungen der Relevanzen und des Umsetzungsstands gegenübergestellt, ergibt sich eine sehr ähnliche Tendenz. Die als relevant eingestuften Maßnahmen wurden ebenfalls vergleichsweise häufig umgesetzt. Dieser Trend ist auch bei den weniger bzw. nicht relevanten Maßnahmen zu erkennen, denn diese sind größtenteils nicht umgesetzt und zukünftig auch nicht geplant. Die Ergebnisse der Fragebogenstudie zeigen auf, dass das Potenzial von der Mehrzahl der Unternehmen nicht im vollen Umfang ausgeschöpft wird. Maßnahmen mit einem unmittelbaren Nutzen zur Steigerung der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken wurden größtenteils bereits umgesetzt oder sind kurzfristig geplant. Neue Technologien mit vermutlich geringeren Erfahrungswerten werden als weniger relevant eingestuft und spielen kurzfristig keine Rolle, sind aber in einem langfristigen Zeithorizont geplant.

3.5 Fazit zum Status quo

Die Analyse des Status quo heutiger Wertschöpfungsnetzwerke am Beispiel der COVID-19-Pandemie veranschaulicht, dass Wertschöpfungsnetzwerke eine hohe Anfälligkeit gegenüber Krisensituationen aufweisen. 97 Prozent der befragten Unternehmen haben im Verlauf der COVID-19-Pandemie mindestens eine der abgefragten Störauswirkungen erlitten. Dabei beschränken sich die Auswirkungen nicht auf einen bestimmten Teil des Netzwerks. Im Vergleich der unterschiedlichen Auswirkungen waren sowohl die unternehmensinternen Prozesse zur Leistungserstellung als auch der beschaffungs- und der absatzseitige Teil des Wertschöpfungsnetzwerks betroffen. Besonders auffällig ist, dass bei knapp der Hälfte der befragten Unternehmen sogar weitreichende Folgen wie ein Produktionsstillstand, kurzzeitige Betriebsschließungen oder Liquiditätsengpässe aufgetreten sind. Dies zeigt deutlich, dass Unternehmen derzeit unzureichend auf derartige Krisen und die dadurch verursachten Störungen vorbereitet sind.

Gleichzeitig veranschaulichen die Ergebnisse der Fragebogenstudie, dass ein Großteil der Unternehmen die Bedeutung der Resilienzstrategien **Robustheit** und **Agilität** als wichtig einstuft. Im Vergleich wird dabei weder der proaktiven Strategie (Robustheit) noch der reaktiven Strategie (Agilität) mehr Relevanz beigemessen. Für eine ganzheitliche Gestaltung der Resilienz ist eine Kombination aus der reaktiven und der proaktiven Strategie insbesondere sinnvoll, da in einem volatilen Umfeld manche Störungen nicht vorhersehbar sind. Darüber hinaus verdeutlichen die Studienergebnisse Potenziale beim Aufbau von Robustheit und Agilität, die durch die Treiber *Antizipation*, *Vorbereitung*, *Transparenz* und *Schnelligkeit* erzielt werden können. Etwa jedes zweite Unternehmen sieht hier noch Verbesserungsbedarf in der Umsetzung der erforderlichen Fähigkeiten.

Zur detaillierteren Bewertung der Resilienz wurden neben den Resilienztreibern die Relevanz und der Umsetzungsstand konkreter Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz abgefragt. Von besonderer Bedeutung sind dabei aus Unternehmenssicht die Zusammenarbeit und der standardisierte Datenaustausch mit Wertschöpfungspartnern sowie die Umsetzung eines Multiple Sourcing-Konzepts bzw. die Identifikation und Qualifikation von Alternativlieferanten. Maßnahmen, die den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien betreffen, werden als weniger relevant eingestuft. Bezüglich des derzeitigen Umsetzungsstands zeigen die Ergebnisse, dass sich viele Unternehmen bereits mit der resilienten Gestaltung ihres Wertschöpfungsnetzwerks befassen und bereits einzelne Maßnahmen umsetzen.

Darüber hinaus veranschaulichen die Ergebnisse, dass sowohl kurz- als auch langfristig die Umsetzung weiterer Maßnahmen geplant ist. Mehr als die Hälfte der Unternehmen nutzen bereits bekannte Methoden wie eine kontinuierliche Lieferantenbewertung, Multiple Sourcing oder die Zusammenarbeit im Netzwerk. Zurückhaltung besteht jedoch beim Einsatz neuer Technologien. Diese spielen aus Unternehmenssicht kurzfristig kaum eine Rolle. Nur rund ein Fünftel der Unternehmen setzt bereits Industrie 4.0-Technologien ein oder plant eine kurzfristige Umsetzung innerhalb des nächsten Jahres. Insbesondere hier wird zukünftig jedoch großes Potenzial erwartet.

Insgesamt wird deutlich, dass Unternehmen und ihre Wertschöpfungsnetzwerke derzeit noch nicht ausreichend resilient sind. Das Potenzial verfügbarer Maßnahmen wird von einer Mehrzahl der Unternehmen aktuell nicht ausgeschöpft. Gerade in Krisenzeiten rückt jedoch die Bedeutung von Resilienz und die Aufmerksamkeit hinsichtlich Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz verstärkt in den Fokus. Es lässt sich darüber hinaus vermuten, dass in Zukunft die Bedeutung einer gezielten robusten und agilen Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken weiter zunehmen wird. Für die erfolgreiche Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke ist eine ganzheitliche Betrachtung der Resilienz erforderlich. Es bedarf sowohl der Stärkung der Robustheit als auch der Agilität. Der Fokus sollte dabei auf einer gezielten Gestaltung des Netzwerks und der Nutzung neuer Technologien und Möglichkeiten zur Datenverarbeitung und -analyse liegen.

4 Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke

Die Ergebnisse der Status-quo-Analyse zeigen, dass bezüglich der Vorbereitung auf Krisen und Störungen und der resilienten Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken in der Praxis weiterer Handlungsbedarf besteht. Basierend auf den Erkenntnissen, weiterer Recherchen und mithilfe von Experteninterviews wurden daher Handlungsoptionen abgeleitet, die Unternehmen dabei unterstützen, sich auf zukünftige Krisen und Störungen besser vorzubereiten. Die Handlungsoptionen sind dabei in drei übergeordnete Handlungsfelder gegliedert. Das Handlungsfeld **Netzwerkgestaltung** stellt die Wertschöpfungsnetzwerke der Unternehmen als Betrachtungsgegenstand in den Vordergrund und berücksichtigt die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Akteuren. Das Handlungsfeld **Datenintegration** fasst Empfehlungen zusammen, die den Umgang mit Daten betreffen. Darüber hinaus dient die unternehmens-

übergreifende Datenintegration und -aggregation als Grundlage für den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien. **Industrie 4.0-Technologien** als drittes Handlungsfeld stellen den Bezug zur digitalen Transformation her, welche sich auch auf den Umgang mit Störungen auswirkt.

In Tabelle 3 sind die Handlungsoptionen zusammengefasst und der Bezug zu den Resilienztreibern *Antizipation*, *Vorbereitung*, *Transparenz* und *Schnelligkeit* dargestellt. Dabei ist für jede Handlungsoption gekennzeichnet, welchen der Treiber sie besonders positiv beeinflusst. Da Wechselwirkungen zwischen den vier Treibern bestehen, können die Empfehlungen sich darüber hinaus auch auf die nicht gekennzeichneten Treiber auswirken. Die Inhalte der Tabelle werden in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Handlungsoptionen und ihrer Auswirkungen auf die Resilienztreiber

		Antizipation	Vorbereitung	Transparenz	Schnelligkeit
Netzwerkgestaltung	Aktuelle Netzwerkstruktur abbilden und analysieren	✓		✓	
	Gestaltungszielgrößen priorisieren und Netzwerkstruktur optimieren		✓		
	Kollaboration mit Netzwerkpartnern ausweiten und Resilienz von Lieferanten berücksichtigen	✓	✓	✓	✓
	Unternehmensübergreifendes und kontinuierliches Risikomanagement einsetzen	✓	✓	✓	✓
Datenintegration	Datenverfügbarkeit durch eine systematische Identifikation der Datenbedarfe sicherstellen	✓		✓	
	Kompetenzen im Datenmanagement als Grundlage für eine gezielte und langfristige Gestaltung der Resilienz aufbauen	✓		✓	
	Datenaustausch mit Wertschöpfungspartnern verstärken und standardisieren	✓		✓	
	Externe Daten in der Risikoanalyse berücksichtigen	✓		✓	
Industrie 4.0-Technologien	Digitale Datenmarktplätze zur souveränen Kollaboration mit Wertschöpfungspartnern nutzen			✓	✓
	End-to-End-Transparenz und Reaktionsfähigkeit durch den Einsatz von Digital Twins verbessern	✓		✓	✓
	Prognosefähigkeiten durch den Einsatz von komplexen Datenanalysen ausbauen	✓	✓	✓	✓
	Durch den Einsatz von smarter Hardware und Advanced Robotics handlungsfähig bleiben		✓		✓

4.1 Netzwerkgestaltung zur Steigerung der Resilienz

Die optimale Netzwerkgestaltung ist nicht nur im Hinblick auf eine Verbesserung der logistischen Leistungsfähigkeit, in Form von niedrigen Transportkosten und hohen Servicegraden, von Interesse, sondern beeinflusst auch den Grad der Resilienz. Durch die gezielte Wahl von Produktions- und Distributionsstandorten kann die Anfälligkeit gegenüber Naturkatastrophen oder politischen Instabilitäten maßgeblich reduziert werden. Ferner können durch Supply Chain-Konzepte, wie dem Multiple Sourcing, bewusst Redundanzen im Netzwerk aufgebaut werden, welche die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks ebenfalls positiv beeinflussen. Aufgrund des Trends, zunehmend komplexe und vernetzte Wertschöpfungsketten aufzubauen, steigt die Relevanz der Netzwerkgestaltung im Kontext eines ganzheitlichen Risikomanagements. Diese Hebel zur Steigerung der Resilienz können in vier zentrale Handlungsoptionen überführt werden, welche beim Aufbau eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks zu berücksichtigen sind und nachfolgend näher beschrieben werden.

Aktuelle Netzwerkstruktur abbilden und analysieren

In den meisten Unternehmen existieren heute historisch gewachsene Logistikstrukturen, welche zu einem komplexen Wirkgeflecht der zugrundeliegenden Materialflüsse führen. Durch die transparente Darstellung der gesamten Netzwerkstruktur oder einzelner Wertschöpfungsketten werden neue Potenziale zur Steigerung der Resilienz eröffnet.

„Im Risikokontext ist eine ganzheitliche Betrachtung des Netzwerkes erforderlich. Der Ausfall eines Elements betrifft auch die anderen Elemente des Netzwerkes.“

Denis Morgenthaler – Head of Global Supply Management
Steriles & Devices (Bayer AG – Division Pharmaceuticals)

Zur Gestaltung eines resilienten Netzwerks sind die bestehenden Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsstrukturen zu erfassen und kritische Elemente im Netzwerk zu identifizieren. Die Identifikation möglicher Kapazitätsengpässe oder geographischer Schwerpunkte eines Netzwerks adressiert den Resilienztreiber *Antizipation*. Während zwar mehr als 80 Prozent der befragten Unternehmen aktuell Multiple Sourcing umsetzen oder innerhalb eines Jahres umsetzen wollen, achtet weniger als jedes zweite Unternehmen (46 Prozent) auf eine geographische Verteilung der Lieferanten. Ein möglicher Grund

kann die fehlende Transparenz über die bestehende Beschaffungsstruktur sein.

„Die Transparenz ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor robuster Wertschöpfungsketten. Insbesondere bei komplexen Wertschöpfungsketten mit mehreren Akteuren ist die Kenntnis über die Wirkungsbeziehungen von hoher Relevanz.“

Leiter Einkauf – Kunststoffindustrie

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und der damit verbundenen erhöhten Datenverfügbarkeit werden zukünftig vermutlich vermehrt innovative Lösungen entwickelt und damit die Möglichkeit geschaffen, auch über Unternehmensgrenzen hinweg die Transparenz des Wertschöpfungsnetzwerks deutlich zu erhöhen. Das unternehmensübergreifende Abbild des Wertschöpfungsnetzwerks im Sinne einer End-to-End-Transparenz befähigt Unternehmen, Ausfälle über alle Wertschöpfungsstufen hinweg frühzeitig zu identifizieren und dadurch Risiken für das eigene Unternehmen unter Berücksichtigung einer breiteren Informationsbasis ganzheitlich zu bewerten. Somit wird sowohl die Wahrnehmung gegenwärtiger Veränderungen (*Transparenz*) als auch die Prognose potenzieller Veränderungen (*Antizipation*) verbessert.

Gestaltungszielgrößen priorisieren und Netzwerkstruktur optimieren

Insbesondere die Globalisierung schafft neue Potenziale der Kostenminimierung für Unternehmen. Als Beispiel ist hierbei die Verlagerung von Produktionsstandorten in den Osten zu nennen, welche bei vielen Unternehmen in Deutschland beobachtet werden konnte. Neben den monetären Zielgrößen ist im vergangenen Jahrzehnt im Zuge der gestiegenen Kundenanforderungen der Servicegrad, das heißt die kurzfristige Verfügbarkeit von Produkten, in den Fokus gerückt. Vor dem Hintergrund resilienter Wertschöpfungsnetzwerke reichen die beiden Zielgrößen *Kosten* und *Verfügbarkeit* allerdings nicht aus. Zur Sicherung der langfristigen Überlebensfähigkeit von Unternehmen gilt es zudem, die Robustheit zu steigern. Fortan stehen Unternehmen folglich vor der Herausforderung, im Zielkonflikt zwischen Robustheit, Kosten und Verfügbarkeit erfolgreich zu agieren.

Zur Gestaltung einer möglichst robusten Netzwerkstruktur sind Resistenzen gegenüber Veränderungen und externen Einflüssen aufzubauen (*Vorbereitung*). Diese These kann ebenfalls durch die Studienergebnisse bestätigt werden.

Insbesondere die bewusste Schaffung von Redundanzen im Netzwerk (zum Beispiel mehrere Produktions- oder Distributionsstrukturen) und die Berücksichtigung von Multiple Sourcing wurden vom Großteil der Befragten als sehr wichtig oder wichtig hinsichtlich der Reduzierung von Auswirkungen potenzieller Infektionskrisen bewertet. So gaben 72 Prozent der Befragten an, dass die Schaffung von Redundanzen im Netzwerk für den Aufbau robuster Wertschöpfungsketten relevant ist. Multiple Sourcing und die Identifikation von Alternativlieferanten stellen für 75 Prozent der Unternehmen eine wichtige oder sogar sehr wichtige Maßnahme dar.

Trotz der hohen Relevanz dieser Maßnahmen haben 81 Prozent der Studienteilnehmenden angegeben, dass sie während der COVID-19-Pandemie Schwierigkeiten beim Bezug von Vorprodukten hatten, was maßgeblich auf eine nicht ausreichend robuste Netzwerkstruktur zurückzuführen ist. Der hohe Anteil an betroffenen Unternehmen bestätigt die Relevanz einer ganzheitlichen Optimierung der Netzwerkstruktur auch unter Berücksichtigung der Zieldimension *Robustheit*. Solche Störungen betreffen oftmals nicht das gesamte Unternehmen, sondern nur einzelne Unternehmenssparten oder Produkte (siehe Kapitel 3.2), weshalb die Auswirkungen durch eine starke Diversifikation des Produktportfolios und der Kundengruppe abgeschwächt werden können. Hierfür gilt es, die Möglichkeiten des Eintritts in neue Märkte und der Entwicklung neuer Produkte zu prüfen. Eine detaillierte Darstellung der Möglichkeiten ist Kapitel 5 zu entnehmen. Durch standardisierte Methoden ist eine schnelle Untersuchung der Entwicklungspotenziale möglich und damit eine hohe *Agilität* sichergestellt.

Kollaboration mit Netzwerkpartnern ausweiten und Resilienz von Lieferanten berücksichtigen

Aufgrund der zunehmenden Verflechtung von Unternehmen nimmt die Relevanz von zuverlässigen Lieferanten zu. Ein standardisierter Lieferantenauswahlprozess und eine kontinuierliche Lieferantenbewertung stellen mögliche Werkzeuge zur Sicherstellung einer hohen Leistungsfähigkeit der Lieferanten dar.

Bei der **Auswahl von Lieferanten** gilt es, im Sinne der Gestaltung von resilienten Wertschöpfungsnetzwerken neben den klassischen Bewertungskriterien wie Kosten oder Lieferzeiten neue Kriterien zu definieren, welche nachfolgend näher erläutert werden. Da die *Transparenz* über aktuelle Entwicklungen einen wesentlichen Treiber der Resilienz darstellt, sollte diese durch unternehmensübergreifenden Datenaustausch verbessert werden.

Aus diesem Grund ist bei der Auswahl von Netzwerkpartnern auf die grundlegende Bereitschaft zum Datenaustausch zu achten und diese ggf. durch Anreizmechanismen zu fördern. Darüber hinaus stellt gemäß den Studienteilnehmenden die Kollaboration mit Kunden und Lieferanten für 87 Prozent der Unternehmen ein wichtiges oder sogar sehr wichtiges Instrument zur Steigerung der Resilienz dar. Im ersten Schritt sind daher Schlüssellieferanten zu identifizieren. Darauf aufbauend sollen durch die Auswahl geeigneter Kooperationsmaßnahmen (wie CPFR) eine verbesserte Datenbasis für Prognosen über zukünftige Absatzveränderungen geschaffen (*Antizipation*) und frühzeitig mögliche Abweichungen von den Prognosewerten erkannt werden (*Transparenz*). Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, ist die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks von der Resilienz der einzelnen Wertschöpfungsketten und damit auch von der Resilienz der einzelnen Netzwerkpartner abhängig. Bereits der Ausfall von einem einzigen Netzwerkakteur kann die Leistungsfähigkeit der gesamten Wertschöpfungskette beeinträchtigen. Da die Resilienz eines Wertschöpfungsnetzwerks von der Resilienz aller Netzwerkpartner, insbesondere vom schwächsten Akteur bestimmt wird, sollten gängige Auswahlkriterien um Faktoren wie Robustheit und Agilität ergänzt werden. So kann einerseits die Resistenz des Netzwerks verbessert werden (*Vorbereitung*) und andererseits können schnelle Reaktionen ermöglicht werden (*Schnelligkeit*).

Obwohl bereits 79 Prozent der Unternehmen eine kontinuierliche **Lieferantenbewertung** durchführen, sind bei den meisten befragten Unternehmen im Zuge der COVID-19-Pandemie Störungen auf Lieferantenseite aufgetreten (81 Prozent der Studienteilnehmenden hatten Schwierigkeiten beim Bezug von Vorprodukten). Es gilt daher zu prüfen, ob die bestehenden Methoden der Lieferantenbewertung geeignet sind, um Risiken frühzeitig zu identifizieren und damit Störungen und deren Auswirkungen bestmöglich zu reduzieren (*Antizipation* und *Transparenz*). Basierend auf den Aussagen der Fachleute beschränken sich aktuelle Bewertungen oftmals auf historische Leistungsdaten der Lieferanten. Diese werden zwar regelmäßig, allerdings unter Berücksichtigung der hohen Marktvolatilität, in relativ großen Zeitspannen durchgeführt. Die Verfügbarkeit von Echtzeitinformationen der Lieferanten und eine möglichst hohe Transparenz über die Vorlieferanten im Sinne einer End-to-End-Transparenz ermöglichen eine umfangreichere Datenbasis und damit eine validere Lieferantenbewertung.

„Wir auditieren alle relevanten Lieferanten einmal im Jahr vor Ort. Im Zentrum der Bewertung stehen unterschiedliche Aspekte der Performance. Wenn sich daraus Risiken ergeben, werden diese noch einmal zusätzlich betrachtet.“

Thomas Bauer – Projektleiter | Produktion pneumatisch betätigter Scheibenbremsen (Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH)

„In Zeiten von zunehmender Volatilität ist es jetzt wichtiger denn je, Risiken kontinuierlich auf Basis multivariater Kriterien zu beurteilen“

Dr. Florian Schlüter – Projektmanager Supply Chain Design & Planung (thyssenkrupp Materials Services GmbH)

Unternehmensübergreifendes und kontinuierliches Risikomanagement einsetzen

Ein unternehmensübergreifendes Risikomanagement kann durch eine erweiterte Datenbasis wesentlich zur frühzeitigen Identifikation möglicher Risiken beitragen und dadurch die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks verbessern. Neben der Bewertung des Ausfallrisikos der einzelnen Akteure gilt es, verschiedene Risikoarten zu identifizieren und hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und des potenziellen Ausmaßes zu bewerten. Die bewerteten Risiken sollten im Sinne eines ganzheitlichen Risikomanagements mit den anderen Akteuren des Wertschöpfungsnetzwerks geteilt und Gegenmaßnahmen unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten sowie vorhandener Rahmenbedingungen definiert werden. Dadurch verbessert ein unternehmensübergreifendes und kontinuierliches Risikomanagement alle vier Resilienztreiber.

Die praktische Umsetzung eines ganzheitlichen Risikomanagements scheitert aktuell häufig aufgrund zweier wesentlicher Defizite: Zum einen greifen nur 30 Prozent der Unternehmen auf eine Risikomanagement-Software zurück, obwohl insbesondere die softwaregestützte Umsetzung des Risikomanagements viele Vorteile aufweist. So kann zum Beispiel erst durch den Einsatz einer Software die zunehmend zur Verfügung stehende Datenmenge mit vertretbarem Aufwand verarbeitet und sinnvoll ausgewertet werden. Daher ist auf Basis der anwendungsfallspezifischen Anforderungen an die Softwarelösung eine Leistungsbewertung bestehender Lösungen durchzuführen. Zum anderen sind bei einem Großteil der Unternehmen Risikobeurteilungen aktuell nicht ganzheitlicher Natur, sondern basieren oft auf wenigen starren Kennzahlen. Die zunehmende Volatilität der Unternehmensumwelt erfordert hier ein Umdenken. Dies wurde durch die Experteninterviews bestätigt:

4.2 Datenintegration zur Steigerung der Resilienz

Der Erfolg von Datenanalysen zur gezielten Schaffung von Resilienz hängt maßgeblich von der verfügbaren Datenbasis ab. Bereits innerhalb eines Unternehmens existiert eine Vielzahl von Datenquellen, die häufig isoliert voneinander betrachtet werden. In Bezug auf Wertschöpfungsnetzwerke steigt die Zahl der potenziellen Datenquellen mit zunehmender Anzahl der beteiligten Akteure weiter an. Neue Technologien zur Erfassung von Daten tragen zusätzlich zu einer steigenden Datenmenge bei. Darüber hinaus werden Wertschöpfungsnetzwerke durch ihr Umfeld beeinflusst, wodurch weitere Datenquellen relevant werden. Um Vorteile aus der zur Verfügung stehenden Menge an Daten im Kontext von Resilienz generieren zu können, ist das Zusammenführen einzelner Datenmengen aus verschiedenen Quellen, das heißt eine Datenintegration, erforderlich. Die Datenintegration entlang der Wertschöpfungsketten erlaubt eine ganzheitliche Betrachtung und bildet die Grundlage zur Schaffung von Transparenz. Zur erfolgreichen Umsetzung der Datenintegration zur Steigerung der Resilienz wurden vier wesentliche Handlungsoptionen identifiziert.

Datenverfügbarkeit durch eine systematische Identifikation der Datenbedarfe sicherstellen

Eine wesentliche Voraussetzung sowohl zur Verbesserung der *Antizipation* als auch der *Transparenz* stellt die Verfügbarkeit der richtigen Daten dar. Bevor Daten analysiert werden können, müssen zunächst die relevanten Daten identifiziert werden. Dafür ist die Kenntnis über potenziell zur Verfügung stehende Daten erforderlich. Eine systematische Identifikation der benötigten Daten bedarf zunächst der Festlegung der Analyseziele, des Betrachtungsrahmens sowie der einzusetzenden Analyseverfahren. Zur Steigerung der Resilienz können unterschiedliche Arten von Daten beitragen. Relevant sind dabei einerseits Daten, die sich auf aktuelle Prozesse und Zustände in den Wertschöpfungsketten beziehen, wie Bestände, Kapazitäten oder auch Daten zum Fortschritt von Produktions- oder Transportaufträgen.

Andererseits sind Stammdaten, die Aufschluss über die Struktur und die Zusammenhänge innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke geben, von Bedeutung. Darüber hinaus kann die Auswertung externer Daten aus dem Umfeld der Wertschöpfungsketten, wie Wetter- oder Verkehrsdaten, zur Steigerung der Resilienz beitragen. Neben der Identifikation der benötigten Daten ist zu bestimmen, in welcher Qualität die Daten vorliegen müssen. **Datenqualität** umfasst dabei verschiedene Dimensionen wie *Korrektheit, Konsistenz, Vollständigkeit, Aktualität* und *Verfügbarkeit*. Die Steigerung der Transparenz zur Wahrnehmung gegenwärtiger Veränderungen erfordert vor allem aktuelle Daten. Die Verbesserung der Antizipation hängt hingegen auch davon ab, welche Menge der einzelnen Datenarten vorliegen. Beide Dimensionen werden darüber hinaus durch die Menge verschiedener, verfügbarer Datenarten beeinflusst.

Die Identifikation relevanter Daten stellt in der Praxis insbesondere hinsichtlich externer Datenquellen derzeit noch eine Herausforderung dar.

„Die Herausforderung beim Einsatz externer Datenquellen zur Risikoanalyse besteht in der Identifikation der besonders wichtigen Daten. Die Ursachen von Störungen müssen zunächst datentechnisch verstanden werden, um Algorithmen die richtige Richtung geben zu können.“

Denis Morgenthaler – Head of Global Supply Management
Steriles & Devices (Bayer AG – Division Pharmaceuticals)

Es ist erforderlich, ein tiefes Verständnis der Zusammenhänge von potenziellen Störungen und ihren Ursachen aufzubauen und diese mit Daten zu verknüpfen.

Kompetenzen im Datenmanagement als Grundlage für eine gezielte und langfristige Gestaltung der Resilienz aufbauen

Kompetenz im Datenmanagement stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar, um einen Mehrwert aus Daten generieren zu können. Datenmanagement bezieht sich dabei auf die Erhebung, Speicherung, Auswertung und das Teilen von Daten. Eine langfristige Gestaltung der Resilienz auf Grundlage von gezielten Datenanalysen setzt darüber hinaus den Umgang mit großen Datenmengen aus unterschiedlichen Quellen voraus. In den Experteninterviews wurden fehlende Kompetenzen im Datenmanagement als Herausforderung beim Umgang mit Daten genannt. Unternehmen sollten daher zur Resilienzsteigerung Kompeten-

zen, bezogen auf den Umgang mit Daten, gezielt aufbauen, um die Grundlage zur Steigerung von Transparenz und Antizipation zu schaffen. In diesem Zusammenhang ist neben dem Umgang mit großen Datenmengen auch Wissen erforderlich, um den Datenaustausch möglichst automatisiert und standardisiert umzusetzen. Darüber hinaus muss die Zugänglichkeit der Daten für alle Beteiligten sichergestellt werden. Der Aufbau von Datenmanagementkompetenz erfordert die Definition klarer Verantwortlichkeiten und die Weiterbildung der Beschäftigten. Dies kann beispielsweise durch die Schaffung der Position eines Data Managers erfolgen.

Datenaustausch mit Wertschöpfungspartnern verstärken und standardisieren

Die zunehmende Vernetzung sowie Abhängigkeiten zwischen Wertschöpfungspartnern führen dazu, dass die Berücksichtigung von unternehmensexternen Daten weiter an Bedeutung gewinnt.

„Jeder Teil der Wertschöpfungskette hat seine eigenen Daten, aber es liegt keine gemeinsame Datengrundlage vor. Es gibt keine Stelle, die alle Daten zusammenführt, und es entstehen Verzögerungen beim Datenaustausch über mehrere Stufen. Das macht es schwierig, zu erkennen, wie die Situation in den einzelnen Stellen ist.“

Leiter Einkauf – Kunststoffindustrie

Ganzheitliche Analysen, die Rückschlüsse über das gesamte Netzwerk ermöglichen, erfordern einen verstärkten und möglichst standardisierten Datenaustausch im Netzwerk. Hier gilt es, unter Berücksichtigung der technischen Voraussetzungen und bereits bestehender Schnittstellen geeignete Technologien für den Datenaustausch auszuwählen und Datenstandards zu nutzen. Damit können sowohl die Aktualität und Verarbeitbarkeit der Daten sichergestellt als auch der Aufwand für die Erhebung und Speicherung geringgehalten werden. Besonders wichtig sind in diesem Zusammenhang die Aspekte Datenhoheit und -sicherheit. Der Datenaustausch mit Lieferanten trägt dazu bei, dass Schwierigkeiten beim Bezug von Vorprodukten und Rohstoffen früher erkannt und somit Gegenmaßnahmen schneller eingeleitet werden können. Hierzu tragen beispielsweise Daten über Bestände oder den Produktionsfortschritt beim Lieferanten sowie Tracking und Tracing-Daten zum Transportfortschritt bei. Ein Datenaustausch mit nachgelagerten Wertschöpfungspartnern unterstützt dabei, Schwankungen in der Nachfrage frühzeitig zu identifizieren.

Ein Beispiel für relevante Daten stellen Point-of-Sale-Daten dar, die den Ort des Warenangebots an den Endkunden betreffen. Insgesamt werden so durch einen gezielten Datenaustausch die Transparenz und Antizipation gesteigert. Aktuell setzen nur 41 Prozent der Befragten einen standardisierten Datenaustausch mit ihren Wertschöpfungspartnern um. Die Experteninterviews verdeutlichen, dass eine *mangelnde Bereitschaft zum Datenaustausch* und *mangelndes Vertrauen* große Herausforderungen darstellen.

„Das größte Problem sind nicht die technischen Voraussetzungen, sondern die Bereitschaft, Daten mit Lieferanten oder Kunden zu teilen. Es besteht die Gefahr, dass die geteilten Daten so genutzt werden, dass ein Nachteil oder Schaden für das eigene Unternehmen entsteht.“

Thomas Bauer – Projektleiter | Produktion pneumatisch betätigter Scheibenbremsen (Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH)

Den Herausforderungen im Umgang mit sensiblen Daten kann durch den Einsatz neuer Technologien, die die Datensouveränität sicherstellen, begegnet werden (siehe Kapitel 4.3). Darüber hinaus bieten Geschäftsmodelle, die den Verkauf und Kauf von Daten umfassen, eine Möglichkeit, den Datenaustausch zu steigern. Hierfür muss der Wert der Daten ermittelt werden. Diese Aspekte werden in den Handlungsoptionen in Kapitel 4.3 aufgegriffen.

Externe Daten in der Risikoanalyse berücksichtigen

Der Erfolg des Risikomanagements hängt maßgeblich von den genutzten Daten ab. Die Risikoanalyse kann dadurch verbessert werden, dass externe Daten, die nicht innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks entstehen, bei der Bewertung von Risiken berücksichtigt werden. Dies trägt zur Steigerung von Antizipation und Transparenz bei. Beispiele für externe Quellen sind soziale Medien, Nachrichtendienste oder Verkehrsdaten. Externe Daten liegen jedoch häufig in unstrukturierter Form (zum Beispiel in Textform) vor. Die Aufbereitung und Erhebung ist oft aufwendig und erfordert geeignete Technologien und hohe Kompetenz im Umgang mit Daten. Derzeit beziehen nur 39 Prozent der befragten Unternehmen externe Datenquellen in ihre Analyse mit ein. Dies spricht dafür, dass der zusätzliche Nutzen den notwendigen Aufwand derzeit noch nicht rechtfertigt oder das Potenzial noch nicht erkannt wurde. Dies bestätigen die Experteninterviews, bei denen als größtes Hindernis bei der Nutzung externer Datenquellen ein hoher Aufwand und erforderliche Kompetenzen genannt wurden.

Die Potenziale externer Datenquellen gilt es, zukünftig in Kooperationen mit den Wertschöpfungspartnern oder Verbänden gemeinsam zu nutzen.

„Eine gemeinsame Datenbasis kann bei der Nutzung externer Datenquellen beispielsweise durch den Einsatz von KI und Data-Lakes großes Potenzial schaffen. Hier stellt Datenoffenheit aktuell noch eine Herausforderung dar.“

Denis Morgenthaler – Head of Global Supply Management Steriles & Devices (Bayer AG – Division Pharmaceuticals)

4.3 Industrie 4.0-Technologien zur Steigerung der Resilienz

Industrie 4.0-Ansätze sind aus produzierenden Unternehmen nicht mehr wegzudenken. Die Potenziale durchdringen jedoch erst allmählich alle Bereiche eines Wertschöpfungsnetzwerks. Durch eine gezielte Integration von IT-Systemen, Plattformen, Industrie 4.0-Anwendungen sowie digitalen Technologien lässt sich die Resilienz des Wertschöpfungsnetzwerks gegenüber krisenbedingten Störungen positiv beeinflussen. Im Folgenden werden vier Handlungsoptionen erläutert, welche sowohl die oben aufgeführten Empfehlungen aufgreifen und erweitern als auch neue Impulse zur Steigerung der Resilienz geben.

Digitale Datenmarktplätze zur souveränen Kollaboration mit Wertschöpfungspartnern nutzen

Die Relevanz des Datenaustauschs und der gemeinsamen Nutzung von Daten innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken nimmt zu. Dabei entwickeln sich Daten zunehmend zu einer strategischen Ressource. Dennoch ist die Bereitschaft der Unternehmen, ihre Daten mit den Wertschöpfungspartnern zu teilen, wie in Kapitel 4.1 und 4.2 aufgeführt wurde, nur bedingt gegeben. Digitale Datenmarktplätze greifen die Herausforderungen im Kontext Datensouveränität auf und können maßgeblich zum standardisierten, sicheren und anforderungsspezifischen Austausch und der Nutzung sensibler Daten beitragen. Somit erhöhen sie sowohl die Transparenz als auch die Schnelligkeit, um auf Veränderungen im Wertschöpfungsnetzwerk zu reagieren. Die *International Data Spaces* (IDS) rund um die *International Data Spaces Association e.V.* (IDSA) verfolgt das Ziel, einen sicheren und souveränen Raum für den Datenaustausch zu schaffen. Als Grundlage dient ein Referenzarchitekturmodell, welches den sicheren Austausch der Daten mit Externen gewährleistet und dabei die Daten-

souveränität und Entscheidungshoheit des Datenbesitzers sicherstellt. Der Ansatz ermöglicht durch Nutzungsrestriktionen eine kontrollierte und transparente Bereitstellung sensibler Daten sowie den autorisierten Zugriff von Wertschöpfungspartnern. Dies stellt den Ausgangspunkt für eine sichere Datenwertschöpfung, standardisierte Kollaborationsprozesse sowie die flexible Erstellung von Leistungsangeboten wie digitale Services dar. IDS verzichtet auf eine zentrale Datenhaltung und verfolgt stattdessen die Idee der dezentralen Datenspeicherung. Das bedeutet, dass die Daten physisch bei dem jeweiligen Dateneigentümer verbleiben, bis diese an eine vertrauenswürdige Partei übertragen werden.⁹⁰ Gemeinsam mit dem Projekt GAIA-X kann darauf aufbauend unter anderem die Verarbeitung und Speicherung von Daten erfolgen. Eine kombinierte Architektur von GAIA-X und IDS unterstützt und ermöglicht die Speicherung von Daten in Datenräumen und treibt den Aufbau fortschrittlicher, intelligenter Dienste voran. Somit umfasst IDS den Austausch von Daten und die Datensouveränität, während GAIA-X souveräne Cloud-Dienste und Cloud-Infrastrukturen fokussiert. Das Zusammenspiel von GAIA-X und IDS hat drei Hauptaufgaben: die *souveräne Datenspeicherung*, die *vertrauenswürdige Datennutzung* und den *interoperablen Datenaustausch*.⁹¹ Das Projekt GAIA-X umfasst den Aufbau einer vertrauenswürdigen, DSGVO-konformen Dateninfrastruktur für Europa. Das zentrale Merkmal von GAIA-X ist neben der Datensouveränität der Einsatz von sicheren, zertifizierten und kompatiblen Cloud-Plattformen.⁹² Dies verspricht ein unabhängiges und autarkes Handeln aller Akteure in einer vernetzten und offenen Dateninfrastruktur. Der Vorteil gegenüber bisherigen Cloud-Anbietern besteht im Datenschutz, welcher den jeweiligen Anbieterstandorten unterliegt. Hier wird im Vergleich zu den USA oder China Dritten der Zugriff verwehrt.⁹³ Mithilfe von IDS wird der Datenaustausch ohne zentrale Speicherung ermöglicht und die dezentrale Datenhaltung gefördert. Der Vorteil gegenüber bisherigen, zentralen Ansätzen bei denen die Daten während des Austauschs zum Beispiel in Clouds eines Drittanbieters abgelegt werden mussten ist, dass die Daten und somit die Kontrolle über die Daten beim Eigentümer bleiben. Diese Lösung verspricht einen Datenaustausch auf Nachfrage, welcher durch die heutige Internet-Infrastruktur auch für große Datenmengen ermöglicht wird.⁹⁴

Die Nutzung von IDS und GAIA-X veranschaulicht beispielhaft, wie Daten sicher ausgetauscht und so die Herausforderungen im Kontext Datenhoheit und -sicherheit adressiert werden können. Darüber hinaus existieren weitere Initiativen, wie das *The European Open Science Cloud for Research Pilot Project* (EOSCpilot), die Dienste und Infrastrukturen integrieren, um Interoperabilität in verschiedenen Unternehmensbereichen herzustellen, oder das *Data Intelligence Hub* der T-Systems zum sicheren und effizienten Datenaustausch sowie zum Verarbeiten und Analysieren der Daten (weitere Informationen unter <https://eosc-pilot.eu/> und <https://dih.telekom.net/>).

End-to-End-Transparenz und Reaktionsfähigkeit durch den Einsatz von Digital Twins verbessern

Der Einsatz von Digital Twins, also das digitale Abbild aller physischen Assets, schafft die Möglichkeit, das Wertschöpfungsnetzwerk ganzheitlich abzubilden. Der Digital Twin entsteht einerseits konzeptionell durch Stammdaten wie Produktions- und Lagerstandorte und andererseits durch aggregierte Bewegungsdaten. Historische Daten und Echtzeitdaten bilden in diesem Zusammenhang die Grundlage, um ein digitales Abbild zu erschaffen. Die Generierung von Echtzeitdaten als eine Grundvoraussetzung des Digital Twins kann in einem Wertschöpfungsnetzwerk mithilfe verschiedener Ansätze erfolgen. In der Transportlogistik können zum Beispiel die Fahrzeuge oder die zu transportierenden Waren mittels GPS, dem Mobilfunkstandard 5G oder Tracking und Tracing-Systemen verfolgt werden. Diese Echtzeitdatenerfassung bildet noch keinen Digital Twin, schafft aber bereits eine wichtige Transparenz und trägt zu frühzeitigem Handeln bei Störungen bei. Beispielsweise können Konzepte wie das *Supply-Chain-Event-Management* (SCEM) durch die in Echtzeit generierten Daten eine verbesserte Handlungsfähigkeit gewährleisten, da auf kritische Ereignisse in Lieferketten schnell reagiert werden kann (*Schnelligkeit*). In diesem Zusammenhang wird ein Soll-Ist-Abgleich der Prozesse durchgeführt und Abweichungen schnell erkannt oder sogar antizipiert.⁹⁵

90 Vgl. Otto et al. 2019, S. 9-10.

91 Vgl. Otto et al. 2021, S. 13.

92 Vgl. BMWi 2019, S. 13.

93 Vgl. Plussserver 2021, S. 3ff.

94 Vgl. Cirullies et al. 2021.

95 Vgl. Stölzle et al. 2018, S. 16.

„Die Übertragung von Daten in Echtzeit ist bei uns enorm wichtig. Wir wissen sofort, wo eine Störung in der Produktion aufgetreten ist. Diese Informationen werden unmittelbar der Planung gemeldet. Die Planungsabteilung nutzt diese Informationen, um schnell und standortübergreifend Anpassungen vorzunehmen und so beispielsweise Verzögerungen zu verhindern. Der nächste Schritt bei uns ist ‚Track & Trace‘. Dann haben wir auch eine durchgehende Transparenz zwischen den Werken.“

Teamleiter Supply-Chain-Planung – Konsumgüterindustrie

Im eigenen Unternehmen können Anlagen, Maschinen und Werkzeuge durch den Einsatz von Sensorik oder eingebetteten Systemen über industrielle Schnittstellen wie OPC UA Echtzeitdaten liefern. Zusammen mit IT-Systemen und Plattformen wird eine echtzeitgetreue Vernetzung aller Wertschöpfungsbereiche geschaffen. Auf dieser Grundlage bezieht ein Digital Twin die Informationen aus Datenmodellen, historischen Daten und Echtzeitdaten, analysiert diese mit vorgegebenen Parametern und erstellt mithilfe von Simulationen verschiedene Szenarien, aus welchen Prognosen abgeleitet werden können. So lassen sich beispielsweise Optimierungspotenziale oder Störungen eindeutig identifizieren und zugleich als Frühindikator einsetzen, um Ausfallrisiken, Engpässe oder Überlastungen vorherzusagen (*Antizipation*).

Im Kontext eines resilienten Wertschöpfungsnetzwerks bedeutet dies, dass mit einem Digital Twin der aktuelle Zustand aller Transporte, Bestände, Bedarfe und Kapazitäten überprüft und daraus Rückschlüsse für eine verbesserte Effizienz und höhere Flexibilität sowie zur Reduktion von Risiken abgeleitet werden können. Mithilfe eines Digital Twins können zunächst auch einzelne Wertschöpfungsbereiche abgebildet werden, welche individuell die größten Probleme bereiten. DHL zeigt anhand eines Beispiels, wie in der industriellen Fertigung Daten von Maschinen und Prozessen im gesamten Werk sowie Daten von Zulieferern zu Komponentenlieferungen erfasst und dem Digital Twin bereitgestellt werden. Dieser Ansatz trug dazu bei, die termingerechte Lieferung in einer bereits sehr leistungsfähigen Anlage zu verbessern. Zudem soll langfristig unter Einsatz des Digital Twins der Materialfluss in den Anlagen verdoppelt werden.⁹⁶

Prognosefähigkeiten durch den Einsatz von komplexen Datenanalysen ausbauen

Die echtzeitnahe Auswertung von Informationen rückt besonders in Krisenzeiten in den Fokus. Industrie 4.0-Technologien schaffen die Möglichkeit, Daten und Informationen zu generieren, um kurzfristige Veränderungen und Reaktionen mittels Analysen aufzuzeigen. Um Störungen im Wertschöpfungsnetzwerk zu vermeiden, können Data Analytics-Plattformen für typische Anwendungsfälle wie Planung und Beschaffung Muster erkennen und Szenarien entwickeln. Data Analytics-Plattformen bilden in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, Daten von verschiedenen Anwendungen zu aggregieren und mittels Datenanalyseprogrammen auszuwerten. Hier haben Plattformen den Vorteil, dass unterschiedliche Datenquellen ohne Dekomprimieren verwendet werden können.⁹⁷ Zusätzlich zu den Auswertungen großer Datenmengen und dem Erkennen von Mustern in Wertschöpfungsprozessen können weitere Industrie 4.0-Anwendungen eingesetzt werden, um Szenarien zu erstellen und Prognosen abzuleiten. Mit dem Fokus auf stark schwankende Einflussfaktoren im Wertschöpfungsnetzwerk aufgrund von Krisen können unternehmensrelevante Szenarien Veränderungen erkennen, um sich auf diese vorzubereiten. So können durch den Einsatz von KI beispielsweise die Nachfrage und Bestellmenge prognostiziert oder die Umschlags-, Lagerungs-, Ressourcen- und Lieferungsprozesse verbessert werden. Die damit einhergehende Übersicht über Wirkungszusammenhänge und Abläufe lässt schnellere und sogar vorbereitende Handlungen (*Schnelligkeit und Vorbereitung*) zu. Durch KI-basierte Technologien und Methoden können Risiken hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und des potenziellen Ausmaßes prognostiziert werden. Besonders in der Planung von Produktionskapazitäten und Materialflüssen sowie der Materialbedarfsplanung, welche in Krisenzeiten hohen Ausfallrisiken unterliegen, ist die Vermeidung von Engpässen elementar.

„Auf unserer digitalen Plattform ‚alfred‘ laufen alle Informationen unseres Logistiknetzwerks zusammen. Mithilfe von Simulationen können anhand vergangener Ereignisse Zusammenhänge analysiert und zukünftige Entwicklungen und Szenarien abgeleitet werden. Für die Optimierung unserer Lieferketten nutzen wir weitere Software, die auf die Daten unserer ‚alfred‘-Plattform zugreift. So stellen wir eine Kontinuität der Daten sicher. Das hilft uns, die Geschwindigkeit und unsere Kosten zu optimieren.“

Dr. Florian Schlüter, Project Manager Supply Chain Design & Planning at thyssenkrupp Materials Services GmbH

96 Vgl. DHL 2019, S. 13.

97 Vgl. BITKOM 2014, S. 132.

Komplexe Analyseprozesse ermöglichen die Überwachung von internen und externen Aktivitäten und können Wirkungszusammenhänge aufdecken, die durch Menschen oder statische Methoden nicht erfasst werden können. Durch Mustererkennung kann so ein Frühwarnsystem etabliert werden, welches in Kombination mit dem kontinuierlichen Monitoring als Entscheidungsunterstützung dienen kann. Gleichzeitig bilden die Ergebnisse die Grundlage, um langfristig gezielt Robustheit aufzubauen. Somit unterstützen Analysen und Prognosen sowohl die Wahrnehmung der gegenwärtigen Situation (*Transparenz*) als auch potenzieller, zukünftiger Veränderungen (*Antizipation*) und tragen zur *Vorbereitung* und *Schnelligkeit* bei. Durch den Einsatz von smarter Hardware und Advanced Robotics handlungsfähig bleiben

Durch den Einsatz von smarter Hardware und Advanced Robotics handlungsfähig bleiben

Die COVID-19-Pandemie hat gezeigt, dass manuell durchgeführte Prozesse durch Grenzsicherungen, Produktionsstillstände, logistische Schwierigkeiten und Mitarbeiterausfälle in Krisensituationen beeinträchtigt werden können. Smarte, technische Hilfsmittel können in diesem Zusammenhang eingesetzt werden, um schnell auf Störungen reagieren zu können oder sich bereits im Vorfeld auf Veränderungen vorzubereiten (*Schnelligkeit* und *Vorbereitung*). Wearables, wie Smart Glasses, ermöglichen eine mobile Informationsverarbeitung und -übertragung. Die Nutzerinnen und Nutzer können dezentral Bild- und Videomaterial empfangen und beispielsweise mithilfe von Datenhandschuhen Steuerungen und Anzeigen übernehmen. In Zeiten von Grenzsicherungen können so dennoch Fachleute aus dem Ausland in notwendigen Situationen hinzugezogen werden.

„Wir haben während der Corona-Pandemie eine Maschine, welche baugleich in Deutschland zeitversetzt aufgebaut wird, in Deutschland entwickelt, getestet und abgenommen. Diese wurde anschließend in den USA wieder aufgebaut und final von den USA abgenommen. Für die Schulung und Trainings für die US-Kollegen haben wir VR-Brillen [Virtual-Reality-Brillen] eingesetzt. Ebenso für den Aufbau und die Inbetriebnahme Augmented-Reality-Brillen.“

Somit konnten die zuständigen Ingenieure aus Deutschland unterstützen, ohne tatsächlich vor Ort zu sein. Das hat uns die notwendige Schnelligkeit und Flexibilität gegeben, die wir aufgrund der Reiserestriktion sonst nicht gehabt hätten.“

Thomas Bauer – Projektleiter | Produktion pneumatisch betätigter Scheibenbremsen, Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH

Potenzielle Gefahrensituationen für Mitarbeiter und Engpässe können teilweise durch den Einsatz von Drohnen verringert werden, indem riskante Arbeitsschritte übernommen werden. Drohnen können durch ihre Bild- und Videofunktion Aufnahmen machen, welche zum Beispiel für Baustelleninspektionen aber auch prädiktive Instandhaltungen von Anlagen und Maschinen an schwer zugänglichen Stellen eingesetzt werden können. Zukünftig wird der Einsatz für die Last Mile Logistics möglich sein, um essenzielle oder verderbliche Produkte, wie Medikamente oder Ersatzbauteile, schnell zu transportieren. Kommt es zu Lieferschwierigkeiten einzelner Bauteile, können additive Fertigungsverfahren Abhilfe schaffen. Hier können komplexe 3D-Bauteile mit Werkstoffen wie Kunststoff, Keramik, Metall und Carbonat gedruckt werden. Für ausgewählte Bauteile müsste demnach lediglich die jeweilige Konstruktionszeichnung vorhanden sein. Ein weiteres smartes Hilfsmittel stellen kollaborative Roboter dar, welche im Falle von personellen Engpässen notwendige Arbeiten verrichten können. Beispiele solcher Roboter sind fahrerlose Transportsysteme oder Kommissionier-Roboter. Im Vergleich zu herkömmlichen Robotern verfügen diese Advanced Robots über eine bessere Wahrnehmung, Integrierbarkeit, Anpassungsfähigkeit und Mobilität.⁹⁸ Aufbauend auf kollaborativen Robotern kann die Produktion modular gestaltet werden. Die modulare Produktion umfasst verfahrens- und automatisierungstechnische Produktionseinheiten, welche individuell angeordnet werden können. Hier können auf Grundlage von echtzeitnahen Informationen einzelne Produktionsabschnitte oder auch die gesamte Produktion nach kundenspezifischen Produktanforderungen angepasst werden. Darüber hinaus können auf diese Weise Störungen an einzelnen Maschinen gezielt umgangen werden. Nach einem Baukastenprinzip können so Anlagenabschnitte zusammengestellt bzw. Prozesse, Anlagen und Fertigungslinien schnell umgerüstet werden.⁹⁹

98 Vgl. Stölzle et al. 2018, S. 12-17 und S. 43.

99 Vgl. ZVEI 2015, S. 29.

Das Potenzial und der Nutzen des Einsatzes von smarter Hardware und Advanced Robotics für die resiliente Gestaltung eines Wertschöpfungsnetzwerks zeichnet sich durch die fortwährende Handlungsfähigkeit der Unternehmen in Krisensituationen aus. Für Herausforderungen wie Lieferengpässe von Ersatzbauteilen oder Ausfall von Beschäftigten, werden Vorbereitungen getroffen, um eine schnelle Anpassung an neue Bedingungen zu ermöglichen (*Vorbereitung und Schnelligkeit*).

4.4 Zusammenfassung der Handlungsoptionen

Die Empfehlungen im Handlungsfeld **Netzwerkgestaltung** wirken sich positiv auf alle vier Resilienztreiber aus. Besonders die Kollaboration im Wertschöpfungsnetzwerk sowie ein unternehmensübergreifendes, kontinuierliches Risikomanagement tragen zur Verbesserung in allen vier Fähigkeiten bei. Die Grundlage für gute Antizipation und Transparenz stellen Daten dar. Daher verbessern die Handlungsoptionen aus dem Bereich **Datenintegration** sowohl die Prognose langfristiger als auch die Wahrnehmung kurzfristiger Veränderungen. Sie können als Voraussetzung für eine gezielte Vorbereitung und Schnelligkeit betrachtet werden. Auch die Empfehlungen in Bezug auf **Industrie 4.0-Technologien** zielen größtenteils auf eine Verbesserung der Antizipation und Transparenz ab. Darüber hinaus fördern sie eine schnellere Reaktionsfähigkeit. Eingesetzte Hardware kann zusätzlich einen Beitrag zur Vorbereitung leisten. Insgesamt bedarf der gezielte Aufbau von Resilienz einer ganzheitlichen Betrachtung und Stärkung der verschiedenen Treiber von Robustheit und Agilität.

5 Reaktionen auf Krisensituationen

Die Handlungsoptionen zur Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke beziehen sich hauptsächlich auf langfristige Veränderungen. Die Umsetzung der Empfehlungen trägt zu einer besseren Vorbereitung für zukünftige Störungen und Krisen bei. Dies führt insgesamt dazu, dass Unternehmen geringere Auswirkungen in Krisenzeiten erfahren. Treten dennoch Auswirkungen auf, sind für den Umgang mit Krisen jedoch auch die kurzfristigen Reaktionen, die bereits während der Krise erfolgen und die negativen Auswirkungen abmildern können, von großer Bedeutung. Dabei bestehen für Unternehmen verschiedene Möglichkeiten, ihr Wertschöpfungsnetzwerk zu verändern, Teilnehmer eines neuen Wertschöpfungsnetzwerks zu werden und in neue Märkte einzutreten. Diese Möglichkeiten werden unter Veränderung der Geschäftsfelder zusammengefasst. Im Folgenden werden zunächst Entwicklungen aufgezeigt, die dazu führen, dass ein Unternehmen sein Wertschöpfungsnetzwerk oder den bedienten Markt verändern sollte. Darauf aufbauend wird ein Framework für eine Portfolioanalyse vorgestellt, das Unternehmen bei der Ableitung von Reaktionstaktiken für den kurzfristigen Umgang mit Krisen unterstützt.

5.1 Gründe für eine Veränderung der Geschäftsfelder in Krisenzeiten

Gründe für Veränderungen der Geschäftsfelder in Krisenzeiten entstehen aus dem Umfeld eines Unternehmens. Die Betrachtung des Umfelds eines Unternehmens ist im Hinblick auf den wirtschaftlichen Erfolg unumgänglich, da ein Unternehmen immer als Teil seiner Umwelt zu verstehen ist.¹⁰⁰ Das moderne Marktumfeld ist hierbei durch politische, soziale, ökonomische und technische Einflüsse charakterisiert. Während einer Krise können Änderungen und Beeinträchtigungen in den unterschiedlichen Bereichen auftreten, welche auch die Unternehmen eines Wertschöpfungsnetzwerks beeinflussen können. Die Bewältigung einer Krise ist maßgeblich abhängig von den entstehenden Störungen, welche als Folge der sich ändernden Umwelt für das Unternehmen auftreten. Störungen können von einzelnen Geschäftsbereichen eines einzelnen Unternehmens bis hin zur Beeinträchtigung ganzer Wertschöpfungsnetzwerke reichen.

Weitreichende Veränderungen der Marktstruktur, wie eine veränderte Wettbewerbslandschaft, sind mögliche Folgen massiver Veränderungen ökonomischer Rahmenbedingungen. Eine weitere Folge einer Krise können Liquiditätsengpässe sein¹⁰¹, wodurch die Kapitalverfügbarkeit für Investitionsbedarfe beeinträchtigt wird. Das Beispiel der COVID-19-Pandemie zeigt, dass dies branchenübergreifend zu verschlechterten Finanzierungsmöglichkeiten und durch das Ausscheiden von Wettbewerbern zu einem Anstieg der Unternehmenskonzentration führen kann.¹⁰² Die bisherige Verlässlichkeit von Import- und Exportoptionen kann sich während einer Krise, beispielsweise durch politische Einflussnahme, reduzieren.¹⁰³ Ein Beispiel hierfür stellt der Vulkanausbruch in Island im Jahr 2010 dar. Auf den Vulkanausbruch des Eyjafjallajökull folgte ein umgehender Versorgungs- und Absatzeinbruch aufgrund von Luftfrachtabhängigkeiten.¹⁰⁴

Neben den Auswirkungen von Krisen, die sich auf das gesamte Marktumfeld beziehen, sind aus Sicht der Unternehmen darüber hinaus vor allem Veränderungen von Bedeutung, die sich auf ihr Wertschöpfungsnetzwerk auswirken. Dabei lassen sich bei der Betrachtung des Netzwerks für produzierende Unternehmen die Bereiche **Beschaffung, interne Leistungserstellung und Absatz** unterscheiden (siehe Abbildung 19).

Die **Beschaffungsseite** umfasst hierbei den Bereich des Netzwerks, welcher die Versorgung mit Rohstoffen und Vorprodukten sicherstellt. Störungen betreffen hier sowohl den Einkaufsprozess als auch das Liefergeschehen. Akute Risiken ergeben sich im Hinblick auf Lieferunterbrechungen. Zum einen können die Auswirkungen einen negativen Effekt auf die Materialflüsse zwischen den einzelnen Wertschöpfungsstufen haben. Zum anderen können Störungen in den einzelnen Wertschöpfungsstufen innerhalb des Beschaffungsnetzwerks auftreten. Durch eine Krise können Lieferengpässe auftreten, die verschiedene geographische Bereiche beeinträchtigen. Die COVID-19-Pandemie zeigt, dass logistische Einschränkungen sowohl die globale Ebene, durch die verschobene Ausbreitung innerhalb der Kontinente, als auch die nationale Ebene, auf welcher die Grenzsicherungen zwischen Österreich und Deutschland zu langen LKW-Staus führten, beeinflussen. Auch die regionale Ebene, zum Beispiel

100 Vgl. Schuh et al. 2011, S. 464.

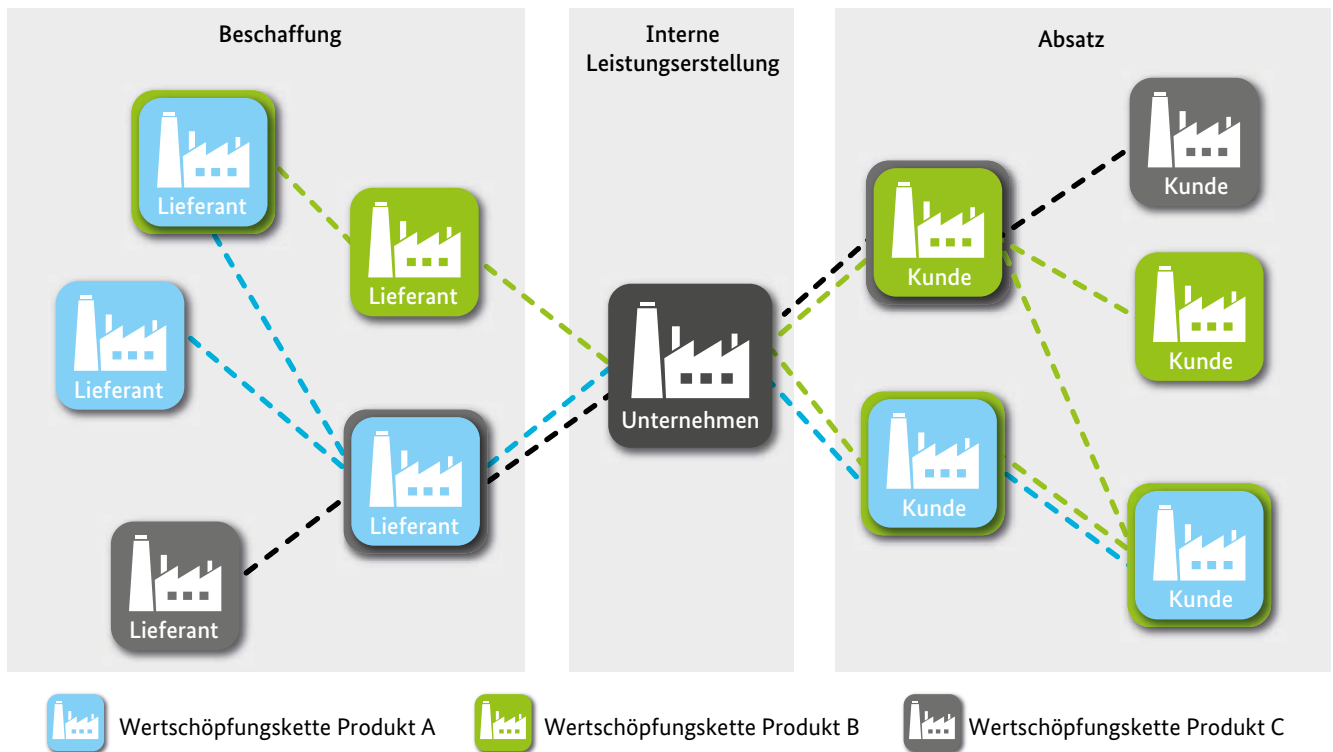
101 Vgl. KANTAR 2020.

102 Vgl. Bencek et al. 2020, S. 887.

103 Vgl. Petersen/Bluth 2020, S. 43.

104 Vgl. Seynsche 2020.

Abbildung 19: Betrachtungsbereiche im Wertschöpfungsnetzwerk aus Sicht eines Unternehmens



Quelle: eigene Darstellung

durch die Abriegelung einzelner Quarantäne-Gebiete in Italien, war betroffen. Zudem kann eine Störung der Wertschöpfung vorgelagerter Produkte sowie der Beschaffung von Rohstoffen zu Lieferengpässen und damit zu einer Beeinträchtigung bei der Beschaffung der notwendigen Vorprodukte führen.

Darauf aufbauend beschreibt die **interne Leistungserstellung** jene Aspekte, die die eigentliche Erstellung des Produkts im Rahmen der unternehmensinternen Wertschöpfung betreffen. Dabei werden für die Leistungserstellung unterschiedliche Ressourcen wie Beschäftigte und Maschinen benötigt. Arbeitskräfte können durch Infektionskrisen und daraus resultierende Erkrankungen und Quarantänemaßnahmen sowie staatliche Regulierungen, bezüglich des Arbeiterschutzes, betroffen sein. Gleichzeitig kann durch beeinträchtigte Wartungs- und Reparaturarbeiten die interne Leistungserstellung durch fehlende maschinelle Ressourcen gestört werden. Im Hinblick auf verschiedene Kriseneignisse, wie beispielweise Naturkatastrophen, kann zudem die Sicherstellung der Energieversorgung einen zentralen Störfaktor der internen Leistungserstellung darstellen.

Die **Absatzseite** fokussiert den marktbedienenden Bereich des Netzwerks und umfasst den Vertrieb und die Nachfrage von Produkten. Hierbei wirken sich eine anhaltende

Unberechenbarkeit der Krisensituation sowie mittelfristige Schwankungen negativ auf die Absatzseite aus. Als Auswirkung der Krise kann es auf der Absatzseite zu einem plötzlichen Nachfragerückgang oder auch zu einem plötzlichen Anstieg der Nachfrage kommen. Darüber hinaus können die logistischen Prozesse im Rahmen der Distribution der Produkte beeinträchtigt sein.

5.2 Portfolioanalyse zur Ableitung von Reaktionstaktiken

Die drei beschriebenen Bereiche des Wertschöpfungsnetzwerks aus Sicht eines Unternehmens strukturieren die nachfolgende Portfolioanalyse. Dabei können die drei Bereiche unterschiedlich durch die Krise beeinflusst werden. Gleichzeitig enthalten sie durch ihre Charakteristika unterschiedliche Potenziale, die zu den Reaktionstaktiken beitragen.

Um unternehmensindividuell auf die durch eine Krise eintretenden Störungen reagieren zu können, sind die Auswirkungen im Hinblick auf die Beeinträchtigung der drei Bereiche – Beschaffung, interne Leistungserstellung und Absatz – differenziert zu betrachten.

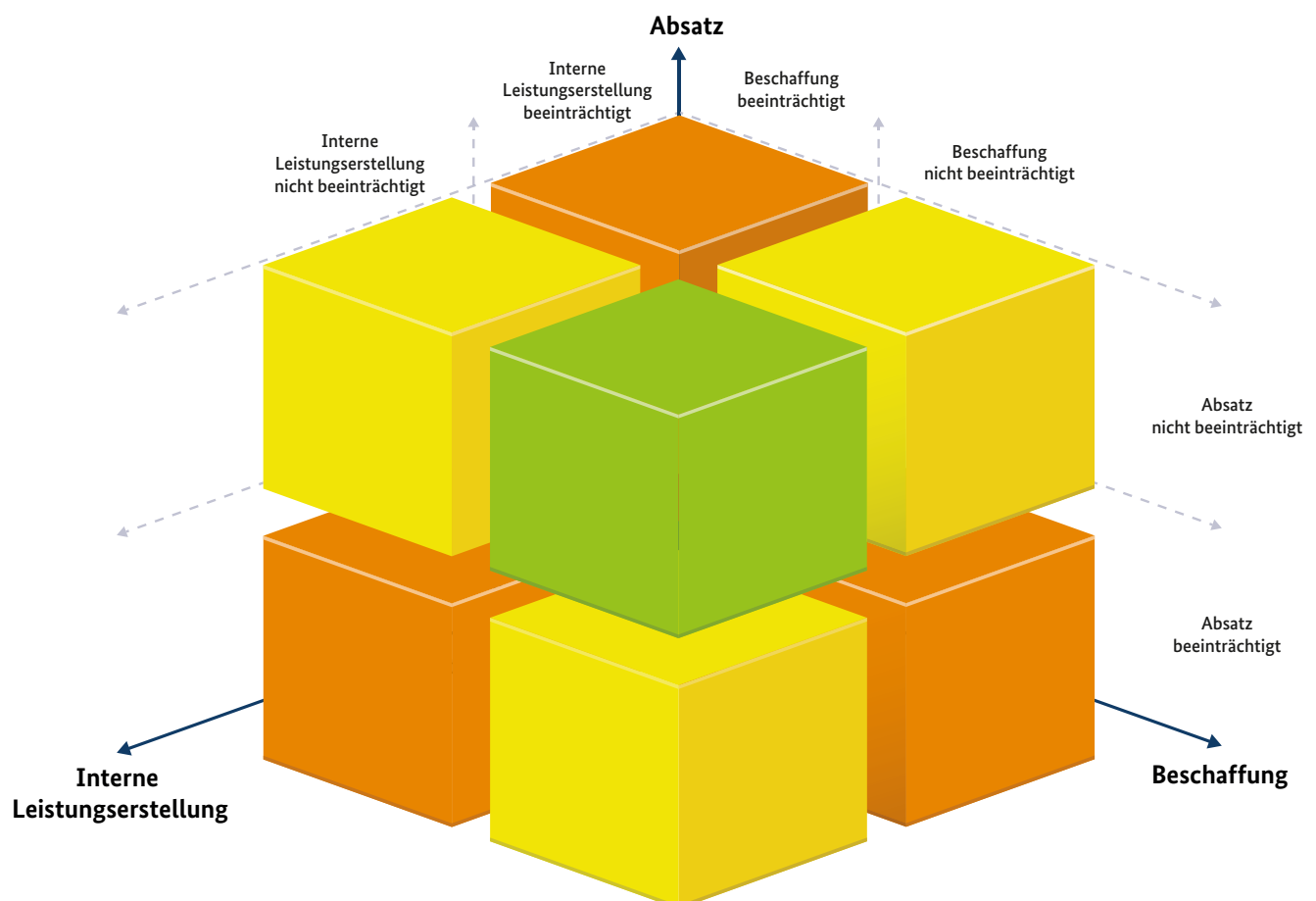
Jeder der drei Bereiche – **Beschaffung**, **interne Leistungserstellung** und **Absatz** – enthält Potenziale, die zu einer Minderung der Störung eingesetzt werden können. Für Reaktionstaktiken auf der Beschaffungsseite stellen die Akteure des beschaffungsseitigen Wertschöpfungsnetzwerks und strategische Partnerschaften mit diesen ein wichtiges Potenzial dar. Das Potenzial der internen Leistungserstellung stellen die Kernkompetenzen dar. Diese schaffen prozessuales und technisches Know-how, welches in Krisensituationen zur Verringerung der Störungsauswirkungen eingesetzt werden kann. Dabei ermöglicht die interne Leistungserstellung die Herstellung verschiedener Produkte. Für die Absatzseite bieten Märkte und deren Erschließung verschiedene Optionen, um auf die Krise zu reagieren. Hier kann sowohl für ein bestehendes Produkt eine neue Zielgruppe erschlossen werden als auch mit einem neuen Produkt eine bestehende oder neue Zielgruppe erreicht werden, um Störungsauswirkungen zu reduzieren.

Bei auftretenden Beeinträchtigungen im Rahmen einer Krise ermöglicht das im Folgenden dargestellte Framework die Analyse des Portfolios und die Ableitung potenzieller Reaktionstaktiken. Das Framework leitet dabei auf Basis der Kombination der durch die Krise beeinträchtigten Bereiche

spezifische Reaktionstaktiken ab, um als Unternehmen auf die Auswirkung der Krise adäquat reagieren zu können. Durch Einordnung des Unternehmens in das dreidimensionale Framework (siehe Abbildung 20) entlang der Achsen Beschaffung, interne Leistungserstellung und Absatz werden die möglichen Reaktionsoptionen identifiziert. Dabei verändern die Strategioptionen nicht nur singulär den betroffenen Bereich, sondern können mehrere Bereiche umfassen und so der Beeinträchtigung eines oder mehrerer Bereiche durch externe Faktoren entgegenwirken.

Die Anwendung der Portfolioanalyse umfasst hierbei zwei Schritte: Den ersten Schritt bildet die individuelle Einordnung des Unternehmens im Hinblick auf die Störung der Unternehmensbereiche durch die Krise. Dabei bewertet das Unternehmen seine Geschäftsfelder qualitativ hinsichtlich einer Beeinträchtigung der *Beschaffung*, der *internen Leistungserstellung* und des *Absatzes* durch eine Einordnung der unternehmensspezifischen Wertschöpfungsketten in das Framework. Eine Wertschöpfungskette bezieht sich dabei auf ein Produkt des Unternehmens. Die Einordnung der einzelnen Wertschöpfungsketten des Unternehmens ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung.

Abbildung 20: Framework zur Ableitung von Reaktionstaktiken in Krisenzeiten



Quelle: eigene Darstellung

Hierbei bilden die folgenden drei Leitfragen die Basis zur Einordnung:

1. Ist die *Beschaffungsseite* durch die Krise fundamental beeinträchtigt?
2. Wird die *interne Leistungserstellung* durch die Krise entscheidend gestört?
3. Wird der *Absatz* durch die Krise substantiell erschwert?

Der erste Schritt wird beendet, wenn jeder der drei Bereiche als *beeinträchtigt durch die Krise* oder *nicht durch die Krise beeinträchtigt* bewertet ist. Durch Beantwortung der

Fragen ist eine Einordnung der Wertschöpfungsketten in das Framework möglich. Die Einordnung führt zu acht verschiedenen Beeinträchtigungskombinationen. Diese sind in Abbildung 20 in Form von Würfeln dargestellt. Dabei ist bei gelben Würfeln lediglich eine Dimension beeinträchtigt, während bei orangen Würfeln zwei der Dimensionen beeinträchtigt sind. Die Beeinträchtigungskombinationen bilden die Grundlage zur Ableitung der Reaktionstaktiken innerhalb der Portfolioanalyse. Dort, wo zwei Dimensionen beeinträchtigt sind, existieren einerseits einzelne Reaktionstaktiken, die beiden Beeinträchtigungen entgegenwirken. Andererseits besteht in diesen Fällen die Möglichkeit, Reaktionstaktiken, die jeweils eine Beeinträchtigung lösen, zu kombinieren.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Reaktionstaktiken

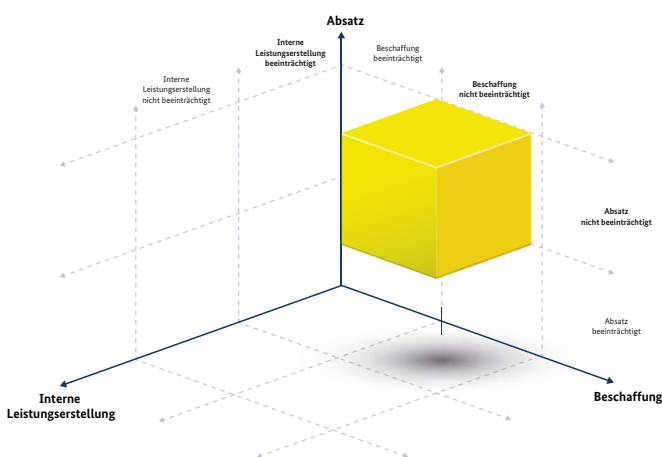
Nr .	Reaktionstaktik	Kurzbeschreibung
1	Unternehmensinterne organisatorische Veränderungen	Umstrukturierung interner Abläufe und Prozesse zur Wiederherstellung temporär durch die Krise beeinträchtigter organisatorischer Strukturen
2	Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln	Sicherung der Produktionsfähigkeit durch die Eigenversorgung mit kritischen Hilfsmitteln
3	Fokusverlagerung innerhalb des bestehenden Produktportfolios	
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio	Kapazitäten werden für anderes produziertes Produkt innerhalb des bestehenden Produktportfolios genutzt
3b	Fokussierung von Serviceleistungen	Kapazitäten werden für den Ausbau von Serviceleistungen, die bereits für bestehende Produkte angeboten werden, genutzt
4	Produktdiversifikation	
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)	Erweiterung des Produktportfolios durch ein neues Produkt, welches in direktem Sachzusammenhang zum bestehenden Produktportfolio steht
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)	Erweiterung des Produktportfolios durch ein neues Produkt, welches in keinem direkten Sachzusammenhang zum bestehenden Produktportfolio steht
5	Produktionskapazitäten	
5a	Einkauf von Produktionskapazitäten	Nutzung der Produktionskapazitäten anderer Akteure (Lohn- und Auftragsfertigung)
5b	Verkauf von Produktionskapazitäten	Nicht genutzte Produktionskapazitäten werden für Nutzung durch andere Akteure freigegeben (Lohn- und Auftragsfertigung)
6	Substitution von Materialien und Vorprodukten	
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe	Anpassung der Wertschöpfungstiefe und dadurch Veränderung der in der Produktion verwendeten Materialien und Vorprodukte (Insourcing und Outsourcing)
6b	Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte	Substitution der in der Produktion verwendeten Materialien und Vorprodukte durch Bezug vergleichbarer Materialien und Vorprodukte Die Wertschöpfungstiefe des Unternehmens bleibt unverändert.
7	Anpassung des Bestandsmanagements	Kurzfristige Anpassung von Vorgaben und Toleranzen für Bestände
8	Bezug von Materialien und Vorprodukten von alternativen Lieferanten	Einsatz von alternativen verfügbaren Lieferanten für die Beschaffung von Materialien und Vorprodukten
9	Marktentwicklung durch Erschließung von Zusatz- und Teilmärkten	Mit dem bestehenden Produktportfolio wird ein Zusatz- oder Teilmarkt hinsichtlich neuer Kundengruppen erschlossen. Hierbei kann sowohl ein neuer Teilmarkt erschlossen und so die bestehende Zielgruppe erweitert als auch ein Zusatzmarkt mit einer neuen Zielgruppe erschlossen werden.

Die Situation ohne Beeinträchtigung in den drei Dimensionen (grüner Würfel in Abbildung 20) erfordert keine akute Veränderung und wird deshalb aus den folgenden Betrachtungen ausgeschlossen. Eine Einordnung in diesem Würfel lässt auf eine ausreichend hohe Resilienz schließen.

Für die weiteren sieben Würfel werden im Folgenden spezifische Reaktionstaktiken erläutert. Zusätzlich werden erleichternde und erschwerende Faktoren für die Umsetzung der Strategien hervorgehoben und diese an Unternehmensbeispielen veranschaulicht. Die Reaktionstaktiken wurden im Rahmen der Experteninterviews identifiziert und mithilfe von aktuellen Praxisbeispielen im Kontext der COVID-19-Pandemie erweitert. Einen Überblick über die in der Portfolioanalyse zugeordneten Reaktionstaktiken bietet Tabelle 4.

Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung

Abbildung 21: Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung



Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 5 wurden mögliche Reaktionstaktiken als Antwort auf eine beeinträchtigte Leistungserstellung zusammengefasst. Diese werden im Folgenden erläutert und durch Beispiele veranschaulicht.

Ist die interne Leistungserstellung durch die Krise hinsichtlich organisationaler Abläufe und Prozesse beeinträchtigt, bieten **unternehmensinterne organisatorische Veränderungen** (1), durch temporäre Umstrukturierung interner Abläufe und Prozesse, eine mögliche Reaktionstaktik zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit. Betroffen sind hierbei die personellen Ressourcen des Unternehmens, sodass ein Teil der Beschäftigten ungeplant ausfällt. Ein neuer Schichtbetriebsplan oder die Vergrößerung des Personalstamms können die interne Leistungserstellung wieder ermöglichen. Besonders die Vergrößerung des Personalstamms kann durch die erschwerte Akquise geschulten Personals innerhalb einer Krise und die Anwerbung für einen begrenzten Zeitraum erschwert werden. Organisatorische Veränderungen werden darüber hinaus wesentlich davon beeinflusst, ob die Belegschaft bereit ist, die Maßnahmen umzusetzen.

Erfolgreiche organisationale Veränderungen bei Viessmann:

Um die Störeinwirkung der COVID-19-Pandemie auf die Leistungsfähigkeit zu minimieren, hat Viessmann frühzeitig scharfe Hygieneschutzmaßnahmen umgesetzt. Der Erfolg der Maßnahmen wurde maßgeblich von der Belegschaft beeinflusst. Neben strikten Schichtbetriebsplänen in der Produktion konnte der Geschäftsbereich Instandhaltung durch vermehrte digitale Lösungen seine Arbeit, auch unter pandemiebedingten Auflagen, weiterführen.

Tabelle 5: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung

Nr.	Reaktionstaktik
1	Unternehmensinterne organisatorische Veränderungen
2	Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio
3b	Fokussierung von Serviceleistungen
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)
5a	Einkauf von Produktionskapazitäten
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe

„Die hohe Disziplin innerhalb unserer Belegschaft hat maßgeblich zum Erhalt unserer hohen Leistungsfähigkeit während der Pandemie beigetragen. Durch die schlagartige Umsetzung strenger Hygienemaßnahmen, beispielsweise Schutzmaßnahmen in der Produktion, eines strukturierten Schichtplans und der schnellen Umstellung auf Home-Office, konnten wir frühzeitig gezielt reagieren.“

Dr. Frank Voßloh – Geschäftsführer (Viessmann Deutschland GmbH)

Eine weitere Reaktionstaktik für den Fall, dass nicht produziert werden kann, weil Vorschriften aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von kritischen Hilfsmitteln, wie Schutzmasken, nicht eingehalten werden können, bietet die **Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln** (2). Die Sicherung der Produktionsfähigkeit wird durch die Eigenversorgung mit produktionsrelevanten Hilfsmitteln sichergestellt. Erleichternde Faktoren dieser Reaktionstaktik sind, neben dem Zugang zu kurzfristigen Investitionsmitteln und der Zusammenarbeit mit lokalen Partnern, das unternehmensinterne technische Know-how, um neue Wege zur Leistungserstellung von Hilfsmitteln umsetzen zu können.

Eigenproduktion von Atemschutzmasken für die Belegschaft beim Automobilzulieferer **ZF**:

Durch staatlich vorgeschriebene Hygienemaßnahmen und den gleichzeitigen Mangel der dafür notwendigen Schutzausrüstung wurde die Produktion bei dem Automobilzulieferer ZF zu Beginn der COVID-19-Pandemie in China kritisch gefährdet. Um die Leistungsfähigkeit aufrechterhalten zu können, wurde eine Maschine zur Produktion von Atemschutzmasken angeschafft. Durch die Eigenproduktion wurde der Bedarf an Atemschutzmasken für alle Mitarbeiter sichergestellt und die interne Leistungserstellung gesichert.¹⁰⁵

Kommt es zur Beeinträchtigung einzelner Prozesse der internen Leistungserstellung, kann sowohl durch die **Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus dem bestehenden Produktportfolio** (3a) als auch durch die **Fokussierung von Serviceleistungen** (3b) der Störung ent-

gegengewirkt werden. Bei der ersten Reaktionstaktik (3a) wird der Fokus von einem durch die Krise beeinträchtigten Produkt auf ein anderes produziertes Produkt innerhalb des bestehenden Produktportfolios, dessen Produktion nicht beeinträchtigt ist, gesetzt. Dafür werden unter anderem personelle Ressourcen anders eingesetzt. Die Möglichkeit kommt insbesondere für breit aufgestellte Unternehmen mit einem diversifizierten Produktportfolio in Betracht. Bei der zweiten Reaktionstaktik (3b) bauen Unternehmen ihre vormals durch Produktion geprägten Geschäftsfelder in Richtung der Serviceleistungen aus. Dabei werden vorhandene Ressourcen verstärkt eingesetzt, um bereits bestehende Serviceleistungen weiter auszubauen.

Erweiterung der Softwarelösung von **Philips** durch die strategische Partnerschaft mit **OPTIMAL SYSTEMS**:

Die digitale Infrastruktur für Krankenhäuser wird, auch als Folge der COVID-19-Pandemie, im Gesundheitssektor, insbesondere für Krankenhäuser, vorangetrieben. Durch die strategische Partnerschaft zwischen Philips und OPTIMAL SYSTEMS können diese gemeinsam eine ganzheitliche IT-Lösung für die Digitalisierung medizinischer Einrichtungen bieten, indem die Gesundheits-IT von Philips und die ECM-Lösung von OPTIMAL SYSTEMS sich in ihrer Funktionalität ergänzen.¹⁰⁶

In Anlehnung an die oben beschriebene Fokussierung von Serviceleistungen, die sich auf bereits bestehende Serviceleistungen bezieht, können Unternehmen auch neue Serviceleistungen anbieten. Dies wird in die Taktik **Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt** (4a) eingeordnet. Dabei ist das Erbringen von Serviceleistungen nicht an die maschinellen Ressourcen und örtlichen Gegebenheiten gebunden, sondern kann auch digital erfolgen. Über das bestehende Produktportfolio hinaus können durch eine Produktdiversifikation die Rahmenbedingungen der internen Leistungserstellung so verändert werden, dass die interne Leistungserstellung für das neue Produkt nicht mehr beeinträchtigt ist. Beispiele für Serviceleistungen zusätzlich zum Verkauf von Maschinen können Unterstützung bei der Prozessentwicklung bzw. -optimierung oder Automatisierung sein.

105 Vgl. Ringel 2020.

106 Vgl. OPTIMAL SYSTEMS 2020.

Serviceleistungen des Verpackungsspezialisten August Faller:

Der Verpackungshersteller August Faller bietet seinen Kunden Services im Bereich der Verpackungsgestaltung und im Druckdatenmanagement sowie in der Logistik.¹⁰⁷

Kommt es zum Ausfall spezifischer Teile des Produktionsprozesses in Folge der Krise, bietet der **Einkauf von Produktionskapazitäten** (5a) eine weitere Reaktionstaktik. Beim Ausfall einzelner Produktionsprozesse kann durch den gezielten Zukauf von Produktionskapazitäten bei anderen Wertschöpfungspartnern dem Ausfall der kompletten Produktion entgegengewirkt werden. Hierbei ist der Grad des Zukaufs von Produktionskapazitäten produktspezifisch zu wählen. Dieser kann sich auf Maschinenkapazitäten, auf personelle Ressourcen sowie auf beides im Sinne einer Lohnfertigung beziehen.

Relevanz der Auftragsfertigung während der COVID-19-Pandemie:

FACTUREE

Das auf Auftragsfertigung spezialisierte Onlineportal FACTUREE verbindet in seinem Produktionsnetzwerk über 1000 Fertigungspartner und bietet seinen Kunden so die Möglichkeit, bei Engpässen in der Fertigung schnell eine Alternative zu finden. Die COVID-19-Pandemie führte zu einer deutlich gestiegenen Nachfrage und einer kontinuierlich wachsenden Kundenzahl.¹⁰⁸

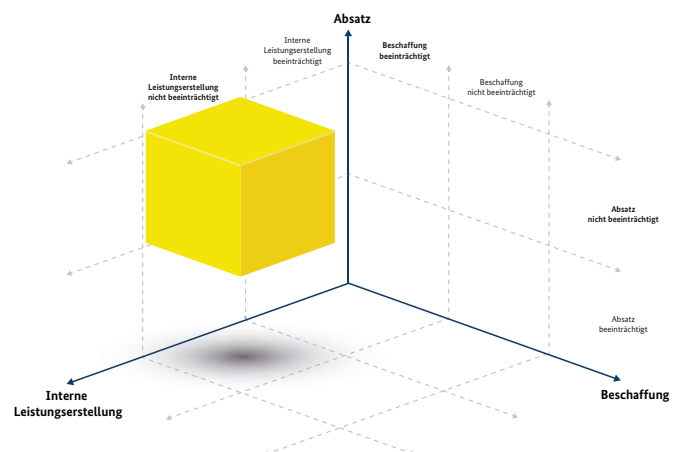
BioNTech und Novartis

BioNTech plant die Nutzung von Kapazitäten von Novartis für die Abfüllung des COVID-19-Impfstoffs. Dazu haben die Unternehmen eine vorläufige Vereinbarung über eine Auftragsfertigung unterzeichnet. BioNTech würde demnach Bulkware an Novartis liefern, die diese in einem Sterilbetrieb abfüllen und dann zurück an BioNTech schicken würden.¹⁰⁹

Eine weitere Reaktionsmöglichkeit bietet beim Ausfall einzelner Teile der Produktion die **Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe** (6a) durch Bezug bereits weiterverarbeiteter Zwischenprodukte. Hierbei wird ein Teil des unternehmensinternen Produktionsprozesses soweit ausgelagert, dass die interne Leistungserstellung wieder ermöglicht wird. Im Gegensatz zum Einkauf von Produktionskapazitäten wird hierbei das Produkt, anstatt der Kapazität zur Erstellung des Produkts, direkt bezogen. Im ausgeprägtesten Fall wird das gesamte Endprodukt bezogen. Dabei wird der Produzent zum Händler und ist somit weiterhin in der Lage, den bestehenden Absatzmarkt zu bedienen und seine Kundinnen und Kunden zu halten. Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Strategie ist, dass die Kundinnen und Kunden das Substitut akzeptieren. Dies ist insbesondere bei standardisierten Produkten möglich.

Beeinträchtigung der Beschaffung

Abbildung 22: Beeinträchtigung der Beschaffung



Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 6 wurden mögliche Reaktionstaktiken als Antwort auf eine beeinträchtigte Beschaffung zusammengefasst, die nachfolgend erläutert werden.

¹⁰⁷ Vgl. Mersch 2018.

¹⁰⁸ Vgl. FACTUREE 2020.

¹⁰⁹ Vgl. ÄrzteZeitung 2021.

Tabelle 6: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung der Beschaffung

Nr.	Reaktionstaktik
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio
3b	Fokussierung von Serviceleistungen
5b	Verkauf von Produktionskapazitäten
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe
6b	Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte
7	Anpassung des Bestandsmanagements
8	Bezug von Materialien und Vorprodukten von alternativen Lieferanten

Einer Beeinträchtigung der Beschaffung kann durch die oben beschriebene Reaktionstaktik der **Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus dem bestehenden Produktportfolio** (3a) entgegengewirkt werden, wenn die Beschaffung eines anderen Produkts nicht beeinträchtigt ist und gleichzeitig eine ausreichend hohe Nachfrage für dieses Produkt besteht. Darüber hinaus bietet die **Fokussierung von Serviceleistungen** (3b) eine Möglichkeit, Leistungen unabhängig von den für das Produkt erforderlichen Materialien und Vorprodukten zu erbringen.

Neben dem oben beschriebenen Zukauf von Kapazitäten oder Produkten kann das Unternehmen andererseits selbst als strategischer Partner auftreten und **Produktionskapazitäten verkaufen** (5b). Hierbei werden, als Gegenstück zu Reaktionstaktik 5a, durch die Krise nicht nutzbare Produktkapazitäten an andere Akteure vergeben. Verschiedene Umsetzungsgrade dieser Taktik umfassen das Verkaufen von Maschinenkapazitäten bis hin zur Übernahme ganzer Prozessabläufe inklusive des Personalaufwands. Das Unternehmen kann dabei als Lohnfertiger auftreten oder im Rahmen einer strategischen Partnerschaft vorhandenes Know-how einbringen.

Zur Impfstoffproduktion werden **Curevac** und **Bayer** strategische Partner:

Die Relevanz von strategischen Allianzen zeigt das Bündnis zwischen dem Biotech-Unternehmen Curevac und dem Pharmakonzern Bayer während der COVID-19-Pandemie.¹¹⁰ Hierbei unterstützt Bayer mit seinen Kompetenzen in Zulassungsfragen und bei Bedarf, hinsichtlich der Impfstoffproduktion des Curevac-Vakzins, mit Produktionskapazitäten.

Der eingeschränkten Verfügbarkeit von zu beschaffendem Material und Vorprodukten kann durch die **Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe** (6a) hin zu erhältlichen Materialien und Vorprodukten oder durch **Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte** (6b) entgegengewirkt werden. Beim Einsatz der Reaktionstaktik 6a kann die Wertschöpfungstiefe der internen Leistungserstellung sowohl verringert als auch erhöht werden. Durch eine Erhöhung der Wertschöpfungstiefe können Produkte, die vor der Krise im Rahmen der Make-or-buy-Entscheidung zugekauft wurden, zur Sicherstellung der Materialverfügbarkeit während der Krise wieder selbst hergestellt werden. Voraussetzung ist, dass die erforderlichen Rohstoffe beschafft werden können. Darüber hinaus kann die Wertschöpfungstiefe auch verringert werden, wenn anstelle der eigentlich beschafften Materialien und Vorprodukte höher verarbeitete Vorprodukte beschafft werden können. Hierbei können alternative Rohstoffe und Vormaterialien, die vor der Krisenzeit aufgrund wirtschaftlicher Bewertungskriterien nicht bezogen wurden, eine Alternative bieten. Die neu aufgeführte Reaktionstaktik 6b bietet die Möglichkeit, nicht verfügbare Beschaffungsmaterialien auszugleichen, indem Substitute bezogen werden. Die Wertschöpfungstiefe wird bei dieser Strategie nicht verändert. Außerdem wird die interne Leistungserstellung hierdurch nur wenig beeinflusst, da die innerhalb der Produktionsschritte verwendeten Materialien und Vorprodukte durch ein Substitut ersetzt werden. Der Fokus der Strategie liegt auf der Verfügbarkeit der Substitute und nicht auf der Veränderung des eigentlichen Produktionsprozesses. Alternative Materialien und Vorprodukte können zum Beispiel mittels additiver Fertigungsverfahren hergestellt werden. Beim Einsatz von alternativen Materialien können erforderliche Zulassungen und Toleranzen eine Herausforderung darstellen.

110 Vgl. Fröndhoff/Hofmann 2021.

Produktion von 3D-Ventilen für Intensivbeatmungsgeräte während der COVID-19-Pandemie in Italien durch das **Fab-Lab**:

Während der COVID-19-Pandemie kam es in Mailand zu einem Engpass an Ventilen für Beatmungsgeräte, welche für die lebensnotwendige Beatmung der Patienten im Krankenhausbetrieb unumgänglich waren. Durch die kurzfristige Herstellung des Ventils im 3D-Drucker des Fab-Labs konnten innerhalb eines Tages mehrere Patienten durch Beatmungsgeräte medizinisch versorgt werden.¹¹¹

Wird die Beschaffungsseite beeinträchtigt, bietet die **Anpassung des Bestandsmanagements** (7) eine mögliche Reaktionstaktik, bei welcher das Unternehmen intern Umstellungen vornimmt. Kurzfristige Anpassungen von Vorgaben und Toleranzbereichen für Bestände und Bestellmengen können zur Überbrückung von Lieferengpässen beitragen, wobei höhere Lagerkosten in Kauf genommen werden. Diese Reaktionstaktik kann insbesondere dann eingesetzt werden, wenn Störungen in einem Wertschöpfungsnetzwerk zeitversetzt an unterschiedlichen Orten auftreten. In diesen Fällen kann den Lieferanten entgegengekommen und beispielsweise Lieferungen vor dem eigentlichen Termin akzeptiert werden.

Zudem können **Materialien und Vorprodukte von alternativen Lieferanten bezogen** (8) werden. Für die Aktivierung alternativer Lieferanten sind die Verfügbarkeit und Lieferfähigkeit wesentliche Erfolgsfaktoren. Des Weiteren können erforderliche Zulassungen und Auditierungen die Verfügbarkeit alternativer Lieferanten weiter eingrenzen. Dies wird umgangen, wenn bereits im Vorfeld mehrere Lieferanten qualifiziert werden. Der Zugang zu potenziellen neuen Beschaffungskanälen ist dabei für die erfolgreiche Umsetzung dieser Reaktionstaktik ausschlaggebend. Durch eine verminderte Ressourcenverfügbarkeit, Einschränkungen im globalen Handel sowie vertragliche Bindungen zu konkurrierenden Wettbewerbern und deren Marktmacht wird der Zugang zu Beschaffungskanälen in einer Krisensituation häufig erschwert. Diese Faktoren sind auch beim Bezug eines Substituts im Rahmen einer veränderten Wertschöpfungstiefe oder alternativer Materialien (6a und 6b) zu beachten.

Sicherung der Materialversorgung durch Reaktionsschnelligkeit bei **Viessmann**:

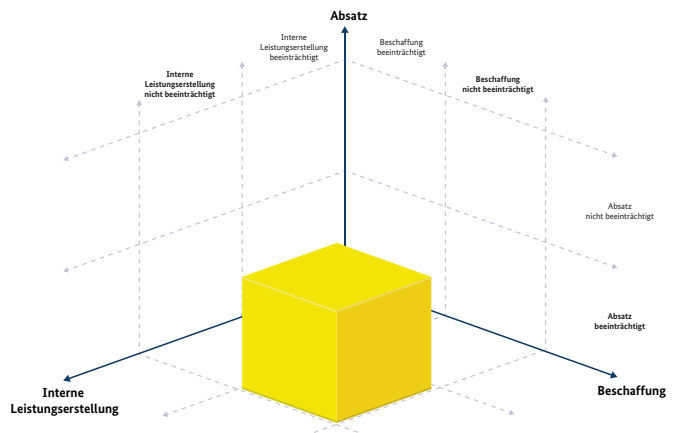
Während der COVID-19-Pandemie konnte Viessmann den Störeinflüssen auf Beschaffungsseite, durch die Aktivierung bereits im Vorfeld qualifizierter B- und C-Lieferanten, entgegenwirken.

„Wir haben während der Corona-Pandemie viel Energie in den Einkauf gesteckt. Durch eine erhöhte Reaktionsschnelligkeit und das Hochfahren von Lieferantenkontakten konnten wir unsere beschaffungsseitige Versorgung auch während der Pandemie sicherstellen.“

Dr. Frank Voßloh – Geschäftsführer (Viessmann Deutschland GmbH)

Beeinträchtigung des Absatzes

Abbildung 23: Beeinträchtigung des Absatzes



Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 7 sind mögliche Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung des Absatzes dargestellt, die im Folgenden erläutert und durch Beispiele veranschaulicht werden.

111 Vgl. Welzel 2020.

Tabelle 7: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung des Absatzes

Nr.	Reaktionstaktik
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio
3b	Fokussierung von Serviceleistungen
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)
5b	Verkauf von Produktionskapazitäten
9	Marktentwicklung durch Erschließung von Zusatz- und Teilmärkten

Bei einer Beeinträchtigung des Absatzes kann auf den Nachfragerückgang bei Produkten durch die **Fokussierung eines anderen Produkts aus dem bestehenden Portfolio** (3a) reagiert werden, wenn bei diesem die Nachfrage steigt. Zusätzlich stellt die Reaktionstaktik **Fokussierung von Serviceleistungen** (3b) eine Möglichkeit dar, bestehende Kunden zu erreichen.

Steigerung der Produktion klinischer Beatmungsgeräte bei **Philips**:

Angesichts des während der COVID-19-Pandemie erhöhten Bedarfs an medizinischen Geräten steigert Philips die Produktion an intensivmedizinischen Lösungen weltweit. Gleichzeitig sinkt die Nachfrage nach dem Konsumentenportfolio. Innerhalb des bestehenden Produktportfolios wurde sowohl die Produktion von Patientenmonitoren als auch von tragbaren Beatmungsgeräten und medizinischen Verbrauchsmaterialien erhöht. Umgesetzt wurde die Produktionssteigerung durch den innovativen Einsatz des bestehenden Know-hows von Philips, die Einstellung zusätzlicher und Verlagerung aktueller Beschäftigter, die direkte Zusammenarbeit mit Partnern sowie das Hinzufügen einer Fertigungslinie.¹¹²

Wie die Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus dem bestehenden Produktportfolio (3a) durch Aktivitäten auf der Absatzseite unterstützt werden kann, veranschaulicht das folgende Beispiel:

Fokusverlagerung durch Erhöhung der Marketingaktivitäten bei **Bayer**:

Die Erhöhung der Marketingaktivitäten von Bayer im Bereich der Wund- und Heilsalben bieten ein Praxisbeispiel für die Fokusverlagerung innerhalb des Produktportfolios (3a) in einer Krise bei Beeinträchtigung der Absatzseite. Die während der COVID-19-Pandemie eingeführten, erhöhten Hygienemaßnahmen in der Bevölkerung führten für Bayer zu einem Einbruch der Nachfrage von Medikamenten zur Bekämpfung grippaler Infekte. Gleichzeitig stieg jedoch durch Hautreizungen infolge des Tragens von Schutzmasken der Bedarf an Wund- und Heilsalben. Als Antwort wurde der damit einhergehende Nachfrageanstieg an Wund- und Heilsalben mithilfe von Marketingaktivitäten gezielt adressiert.

Wird in Folge solcher Aktivitäten eine Veränderung der Produktionskapazitäten für einzelne Produkte des Produktportfolios notwendig, ist eine hohe Flexibilität ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

„Die Etablierung von Standards, beispielsweise im Bereich der Produktgestaltung oder durch die Nutzung gleicher Technologien an verschiedenen Standorten, erhöht die Flexibilität und Reaktionsfähigkeit.“

Denis Morgenthaler – Head of Global Supply Management Steriles & Devices (Bayer AG – Division Pharmaceuticals)

112 Vgl. Lindemann/Mazzoni 2020.

Führen Krisen zu einer Beeinträchtigung der Absatzseite, bietet die **Marktentwicklung** (9) eine Reaktionstaktik, um den Auswirkungen entgegenzuwirken. Mit dem bestehenden Produktportfolio wird dabei ein Zusatz- oder Teilmarkt hinsichtlich neuer Kundengruppen erschlossen. Hierbei kann sowohl die bereits bestehende Zielgruppe in einem neuen Teilmarkt erweitert als auch eine neue Zielgruppe in einem Zusatzmarkt erschlossen werden. Dabei können durch eine Krise veränderte Rahmenbedingungen dazu führen, dass neue Zielgruppen relevant werden. Beispielsweise sind im Rahmen der COVID-19-Pandemie Privatpersonen zu einer neuen Zielgruppe für Masken geworden.

Erweiterung der Kundengruppe durch die COVID-19-Pandemie bei **Viessmann**:

Durch den hohen Grad an gesellschaftlicher Aufmerksamkeit hinsichtlich der Luftqualität in Räumen während der COVID-19-Pandemie rücken Luftreinigungs- und Lüftungssysteme für Gebäude verstärkt in den Fokus der Öffentlichkeit. Hierdurch konnte Viessmann sowohl bei öffentlichen Trägern, wie Schulen, als auch im privaten Gewerbe, z. B. bei Arztpraxen, Banken und Versicherungen, neue Kundengruppen für Luftreinigungs- und Lüftungssysteme gewinnen.

„Der Bedarf an Luftreinigungs- und Lüftungssystemen ist während der Corona-Pandemie stark gestiegen. Durch unsere Kernkompetenzen in diesem Bereich können wir die Bedürfnisse neuer Kundengruppen sehr gut bedienen. Besonders bei kritischer Infrastruktur, wie Schulen, aber auch in Bürogebäuden, können wir mit unserem Produkt einen wesentlichen Beitrag leisten.“

Dr. Frank Voßloh – Geschäftsführer (Viessmann Deutschland GmbH)

Bei der **Marktentwicklung** (9) und der **Fokusverlagerung** (3) wird das bestehende Produktportfolio genutzt. Im Gegensatz dazu steht bei der **Produktdiversifikation** (4) ein neues Produkt zur Adressierung neuer oder bestehender Kundengruppen im Vordergrund. Bei der Entwicklung neuer Produkte ist der gezielte Einsatz der Kernkompeten-

zen ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Wie die Kernkompetenzen eingesetzt werden können, veranschaulichen folgende Beispiele:

Produktdiversifikation im Rahmen der COVID-19-Pandemie:

Die COVID-19-Pandemie führt zu der Entstehung eines regionalen Schutzartikelmarktes, fernab des vorherigen medizinischen Bedarfes. Branchenübergreifend nutzten Unternehmen ihre Kernkompetenzen für Produktdiversifikation (4) zum Einstieg in neue Marktfelder.

Eterna und Van Laack:

Der hohe gesellschaftliche Bedarf an Schutzmasken während der COVID-19-Pandemie führte bei mehreren Modemarken, wie eterna¹¹³ und Van Laack¹¹⁴, zu einer Umstellung der Produktion auf Mund-Nasen-Schutz. Hierbei wurden sowohl Alltagsmasken als auch medizinische Atemschutzmasken produziert.

Automobilzulieferer **Zettl**:

Auch der Automobilzulieferer Zettl, welchem durch die COVID-19-Pandemie Kurzarbeit drohte, stellte seine Produktion innerhalb kurzer Zeit von Lederinterieur zu Atemschutzmasken für Kliniken und Arztpraxen um.¹¹⁵

Messeartikelhersteller **Schönberg**:

Der Messeartikelhersteller Schönberg, welcher unter der Absage von Messeformaten während der Pandemie litt, stellte seine Produktion von Aufstellern und Tresen auf Trennwände und -scheiben aus Plexiglas um. Die neue Zielgruppe sind Einzelhandelsgeschäfte wie Supermärkte und Cafés.¹¹⁶

Schnapsbrennerei **Penninger**:

Die Schnapsbrennerei Penninger zeigt, wie in der Krisenzeit neue Märkte durch Produktdiversifikation erschlossen werden können. Neben Likören für den B2B-Markt wird seit der Pandemie zusätzlich Neutralalkohol an regionale Kliniken vertrieben.¹¹⁷

113 Vgl. dpa/lby 2020.

114 Vgl. Prokasky 2020.

115 Vgl. Automobilwoche 2020.

116 Vgl. WLW.

117 Vgl. Koller 2020.

Hauseigener Werkzeugbau zur Fertigung von Visierhaltern bei **Schütz**:

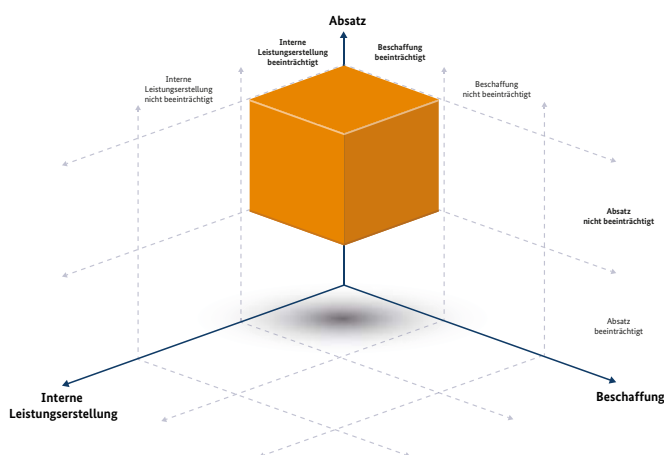
Das in der Kunststoffverarbeitung und im Spritzguss angesiedelte B2B-Unternehmen Schütz stellt Verpackungssysteme mit unterschiedlichen Füllstoffen her, darunter Kunststoff- und Stahlfässer. Um dem Mangel an Medizinartikeln während der COVID-19-Pandemie zu begegnen, produzierte Schütz, mithilfe der Erfahrung in der Kunststoffverarbeitung und im Spritzguss, ein eigenes Spritzgusswerkzeug zur Fertigung von Visierhaltern. Damit stellt Schütz eine hohe Stückzahl an Gesichtsvisieren her.¹¹⁸

Im Hinblick auf die **Marktentwicklung** (9), die **Produktdiversifikation** (4) sowie die **Fokussierung eines anderen produzierten Produkts innerhalb des Produktportfolios** (3a) ist die Erreichbarkeit der Kunden ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Bei allen drei Reaktionstaktiken können sowohl Betriebsgrößenvorteile als auch ein etabliertes Markenimage zur erfolgreichen Umsetzung der Strategien beitragen. Neue Marktpotenziale können sich in einer Krise durch die plötzliche Öffnung oder Veränderung eines bestehenden Marktgefüges oder die Entstehung ganz neuer Märkte ergeben.

Darüber hinaus stellt die oben beschriebene Reaktionstaktik **Produktionskapazitäten verkaufen** (5b) eine Möglichkeit dar, um mit einem beeinträchtigten Absatz umzugehen.

Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung

Abbildung 24: Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung



Quelle: eigene Darstellung

Bei einer gleichzeitigen Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung können einige der bisher beschriebenen Reaktionstaktiken einzeln eingesetzt werden, da sie beiden Beeinträchtigungen entgegenwirken. Diese sind in Tabelle 8 im oberen Abschnitt zu finden und werden nachfolgend erläutert. Darüber hinaus können weitere Reaktionstaktiken kombiniert werden. Durch die Kombination von zwei zunächst unabhängigen Reaktionstaktiken ist die Reduktion der gesamten Störauswirkung möglich. Mögliche Kombinationen ergeben sich aus den im unteren Teil von in Tabelle 8 aufgezeigten Taktiken, die in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben sind.

Durch die **Fokusverlagerung** (3) innerhalb des bestehenden Produktportfolios findet sowohl bei der internen Leistungserstellung als auch auf Beschaffungsseite eine Veränderung der Aktivitäten statt. Findet diese Verlagerung von einem Produkt, welches hinsichtlich der internen Leistungserstellung und der Beschaffungsseite gestört ist, hin zu einem in diesen Bereichen unbeeinträchtigten Produkt statt, kann die Störeinwirkung in beiden Dimensionen reduziert werden. Durch das Erweitern des Produktportfolios im Rahmen der Produktdiversifikation bieten **geringfügig veränderte Produkte mit Sachzusammenhang mit bestehendem Produkt** (4a) und **neue Produkte ohne charakteristischen Sachzusammenhang** (4b) einen vergleichbaren Ansatz zur Minimierung der Störeinwirkung durch die Krise. Hierbei wird das bestehende Produktportfolio durch ein neues Produkt erweitert.

Hat der strategische Partner, dessen Produktionskapazitäten beim **Einkauf von Produktionskapazitäten** (5a) genutzt werden, Zugang zu Lieferanten und kritischen Beschaffungselementen, kann durch diese Reaktionstaktik die beeinträchtigte Beschaffungsseite mit abgedeckt werden. Hierbei werden die Produktionskapazitäten im Sinne einer Auftragsfertigung vergeben. Vergleichbar mit diesem Vorgehen kann durch die **Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe** (6a) neben der internen Leistungserstellung auch die Beschaffungsseite beeinflusst werden. Beschaffte Materialien und Vorprodukte werden gezielt verändert, sodass sowohl die beeinträchtigte interne Leistungserstellung als auch die beeinträchtigte Beschaffungsseite nicht länger zur Produktion eines Produkts notwendig sind.

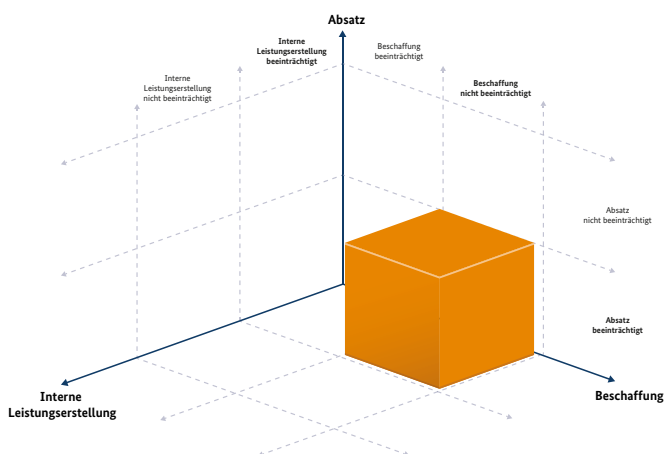
118 Vgl. Schütz 2020.

Tabelle 8: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung

Einzel einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik		
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio		
3b	Fokussierung von Serviceleistungen		
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
5a	Einkauf von Produktionskapazitäten		
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe		
Nur in Kombination einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik	Nr.	Reaktionstaktik
1	Unternehmensinterne organisatorische Veränderungen	5b	Verkauf von Produktionskapazitäten
		6b	Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte
		7	Anpassung des Bestandsmanagements
2	Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln	8	Bezug von Materialien und Vorprodukten von alternativen Lieferanten

Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Absatz

Abbildung 25: Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Absatz



Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 9 sind die Reaktionstaktiken bei einer gleichzeitigen Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung und des Absatzes aufgeführt.

Der obere Tabellenteil enthält die einzeln einsetzbaren Reaktionstaktiken, die beiden Beeinträchtigungen gleichzeitig entgegenwirken. Die im unteren Teil der Tabelle genannten Taktiken sind nur in Kombination zielführend. Die Beschreibung dieser Reaktionstaktiken findet sich in den vorangegangenen Abschnitten.

Durch die Fokusverlagerung innerhalb des Produktportfolios, sowohl durch die **Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus dem bestehendem Produktportfolio** (3a) als auch durch die **Fokussierung von Serviceleistungen** (3b), können die Beeinträchtigungen der internen Leistungserstellung und der Absatzseite minimiert werden. Ist das betrachtete Produkt sowohl hinsichtlich der internen Leistungserstellung als auch auf Absatzseite durch die Krise gestört, werden durch die Verlagerung innerhalb des Produktportfolios auf ein nicht beeinträchtigtes Produkt beide gestörten Bereiche entlastet. Wird anstelle eines bereits bestehenden Produkts des Portfolios ein neues Produkt genutzt, wird die Reaktionstaktik **Produktdiversifikation** (4) umgesetzt. Diese kann sowohl durch ein **geringfügig verändertes neues Produkt mit Sachzusammenhang mit einem bestehenden Produkt** (4a) als auch mit einem **neuen Produkt ohne charakteristischen Sachzusammenhang** (4b) umgesetzt werden.

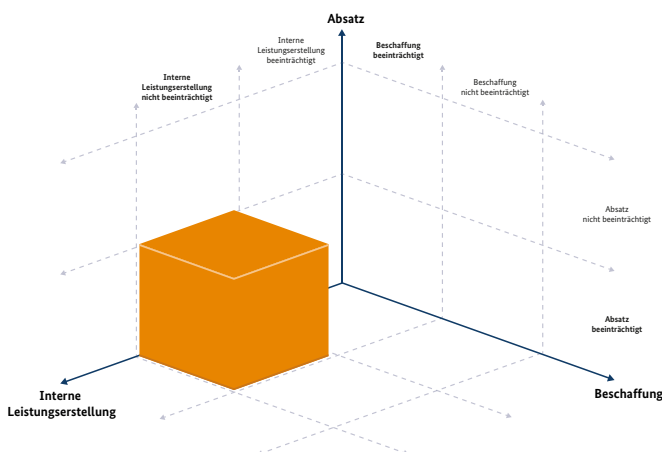
Tabelle 9: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Absatz

Einzel einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik		
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio		
3b	Fokussierung von Serviceleistungen		
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
5a	Einkauf von Produktionskapazitäten		
Nur in Kombination einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik	Nr.	Reaktionstaktik
1	Unternehmensinterne organisatorische Veränderungen	9	Marktentwicklung durch Erschließung von Zusatz- und Teilmärkten
2	Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln		
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe		

Vergleichbar mit dem Einsatz der Reaktionstaktik **Einkauf von Produktionskapazitäten** (5a) im Falle einer beeinträchtigten Leistungserstellung und Beschaffung kann diese durch die Nutzung von strategischen Partnerschaften auch dazu dienen, die beeinträchtigte Leistungserstellung und den Absatz auszugleichen. Hat der strategische Partner, dessen Produktkapazitäten genutzt werden, Zugang zu Kundengruppen, kann durch diese Reaktionstaktik die beeinträchtigte Absatzseite mit abgedeckt werden. Dabei bringt das Unternehmen den Zugang zum Beschaffungsmarkt ein, sodass Vorteile für beide Partner entstehen.

Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz

Abbildung 26: Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz



Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 10 sind die Reaktionstaktiken bei einer gleichzeitigen Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz aufgeführt. Im oberen Tabellenabschnitt befinden sich die einzeln einsetzbaren Reaktionstaktiken, die im Folgenden erläutert werden. Der untere Tabellenteil enthält die nur in Kombination einsetzbaren Reaktionstaktiken, deren Beschreibung den vorangegangenen Abschnitten zu entnehmen ist.

Ist sowohl die Beschaffungs- als auch die Absatzseite eines Produkts betroffen, kann durch die **Fokusverlagerung innerhalb des bestehenden Produktportfolios** (3a) der Störung entgegengewirkt werden. Hervorzuheben ist, dass das Umsetzungspotenzial hierbei abhängig von der Stärke der Störung ist. Betrifft die Störung einen überwiegenden Anteil der Geschäftsfelder und mehrere Produkte auf Beschaffungs- und Absatzseite, bietet sich die **Produktdiversifikation** (4) an. Hierbei wird ein neues Produkt entwickelt und vertrieben. Dabei muss bei der Veränderung des Produkts besonders darauf geachtet werden, dass die erforderlichen Rohstoffe und Vorprodukte beschafft werden können, um die Beeinträchtigung der Beschaffungsseite auszugleichen. Außerdem muss durch das Bedienen einer neuen Zielgruppe die Beeinträchtigung auf der Absatzseite aufgehoben werden.

Durch den **Verkauf von Produktionskapazitäten** (5b), bei dem die durch die Krise nicht beeinträchtigte interne Leistungserstellung eingesetzt wird, können sowohl das Personal als auch die Maschinen weiterhin genutzt werden.

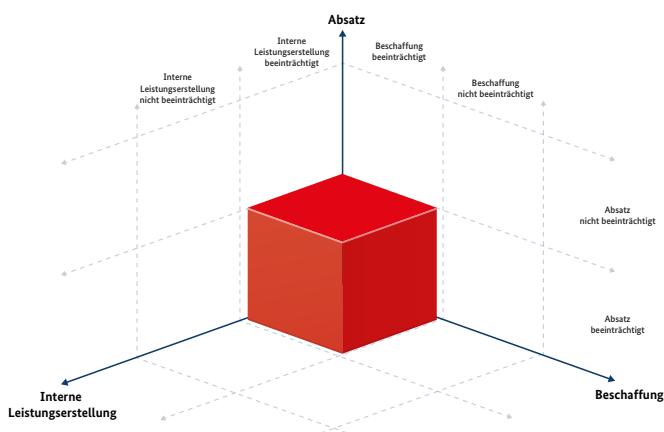
Tabelle 10: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz

Einzel einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik		
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio		
3b	Fokussierung von Serviceleistungen		
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)		
5b	Verkauf von Produktionskapazitäten		
Nur in Kombination einsetzbare Reaktionstaktiken			
Nr.	Reaktionstaktik	Nr.	Reaktionstaktik
6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe	9	Marktentwicklung durch Erschließung von Zusatz- und Teilmärkten
6b	Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte		
7	Anpassung des Bestandsmanagements		

Voraussetzung hierfür ist, dass der strategische Partner die benötigten Rohstoffe und Vorprodukte zur Verfügung stellt.

Beeinträchtigung von Beschaffung, interner Leistungserstellung und Absatz

Abbildung 27: Beeinträchtigung von Beschaffung, interner Leistungserstellung und Absatz



Quelle: eigene Darstellung

Bei einer gleichzeitigen Beeinträchtigung aller drei Dimensionen können von den bisher beschriebenen Reaktionstaktiken die **Fokusverlagerung** (3) innerhalb des bestehenden Produktportfolios und die **Produktdiversifikation** (4) eingesetzt werden, um den Beeinträchtigungen in allen drei Dimensionen entgegenzuwirken (siehe Tabelle 11). Diese werden nachfolgend erläutert. Darüber hinaus können weitere, zuvor beschriebene Taktiken kombiniert werden, die jeweils die Beeinträchtigung in einer der Dimensionen lösen.

Beeinträchtigt die Krise sowohl die interne Leistungserstellung als auch die Beschaffungs- und Absatzseite, ist ausschlaggebend, ob die beeinträchtigten Bereiche ein Produkt oder übergreifend mehrere Produkte des bestehenden Produktportfolios eines Unternehmens betreffen. Im ersten Fall kann die Fokusverlagerung innerhalb des bestehenden Produktportfolios sowohl durch die **Fokussierung eines anderen produzierten Produkts** (3a) als auch durch die **Fokussierung von Serviceleistungen** (3b) dazu beitragen, dass die Störeinträge minimiert werden. Im zweiten Fall ist die Produktdiversifikation durch ein neues Produkt sowohl durch ein **geringfügig verändertes Produkt mit Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio** (4a) als auch durch ein **neues Produkt ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio** (4b) denkbar. Ausschlaggebend für den Erfolg der Reaktionstaktiken ist, inwiefern durch das neue Produkt eine Abgrenzung zu den durch die Krise gestörten Produkten erreicht wird.

Tabelle 11: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung, Beschaffung und Absatz

Einzel einsetzbare Reaktionstaktiken					
Nr.	Reaktionstaktik				
3a	Fokussierung eines anderen produzierten Produkts aus bestehendem Produktportfolio				
3b	Fokussierung von Serviceleistungen				
4a	Produktdiversifikation mit geringfügig verändertem Produkt (Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)				
4b	Produktdiversifikation mit neuem Produkt (ohne charakteristischen Sachzusammenhang mit bestehendem Produktportfolio)				
Nur in Kombination einsetzbare Reaktionstaktiken					
Nr.	Reaktionstaktik	Nr.	Reaktionstaktik	Nr.	Reaktionstaktik
1	Unternehmensinterne organisatorische Veränderungen	5b	Verkauf von Produktionskapazitäten	9	Marktentwicklung durch Erschließung von Zusatz- und Teilmärkten
2	Eigenherstellung von benötigten Hilfsmitteln	6a	Anpassung der unternehmensinternen Wertschöpfungstiefe		
		6b	Nutzung alternativer Materialien und Vorprodukte		
		7	Anpassung des Bestandsmanagements		
5a	Einkauf von Produktionskapazitäten	8	Bezug von Materialien und Vorprodukten von alternativen Lieferanten		

Insgesamt ermöglicht die dargestellte Portfolioanalyse, ausgerichtet auf die durch die Krise beeinträchtigten unternehmerischen Bereiche, die systematische Ableitung einer oder mehrerer Reaktionstaktiken. Durch deren Kombination kann ein Unternehmen an verschiedenen Bereichen ansetzen, um effizient die Störeinwirkung der Krise zu minimieren. Die Auswahl und Umsetzung der relevanten Reaktionstaktiken sind dabei abhängig von der unternehmensindividuellen Situation und den Rahmenbedingungen. Die vorgestellten Beispiele zeigen konkrete Umsetzungsmöglichkeiten auf. Darüber hinaus verdeutlichen

die Praxisbeispiele, inwiefern es Unternehmen im Rahmen der COVID-19-Pandemie gelungen ist, Teilnehmer neuer Wertschöpfungsnetzwerke zu werden und in diesem Zuge neue Märkte zu erschließen. Die vorgestellte Portfolioanalyse kann neben dem hier gezeigten Einsatz zur Identifikation kurzfristiger Reaktionen in einer Krisensituation ebenso zur Vorbereitung auf Krisensituationen genutzt werden. Die Portfolioanalyse unterstützt bei der systematischen Analyse verschiedener Szenarien und der proaktiven Vorbereitung möglicher Reaktionen.

6 Fazit und Ausblick

Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass ein Großteil der befragten Unternehmen und ihre Wertschöpfungsnetzwerke derzeit noch nicht ausreichend resilient aufgestellt sind, um bei zukünftigen Krisen mit ähnlicher Tragweite wie der COVID-19-Pandemie keine Störungsauswirkungen zu erfahren. Das Potenzial verfügbarer Maßnahmen wird insbesondere vor dem Hintergrund des Einsatzes von Industrie 4.0-Technologien aktuell noch nicht ausgeschöpft.

Die Gestaltung resilienter Wertschöpfungsnetzwerke bedarf einer ganzheitlichen Betrachtung und erfordert sowohl die Stärkung der *Robustheit* als auch der *Agilität*. Dabei sind einerseits die langfristige resiliente Ausrichtung und andererseits konkrete Reaktionen in Krisensituationen von Bedeutung. Die langfristige Ausrichtung kann durch Veränderungen in den drei Handlungsfeldern **Netzwerkgestaltung**, **Datenintegration** und **Industrie 4.0-Technologien** erzielt werden.

Die Gestaltung des physischen Netzwerks sowie die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks tragen wesentlich zur Steigerung der Resilienz bei. Bei der Umsetzung sind im Rahmen der **Netzwerkgestaltung** folgende Aspekte für die Steigerung der Resilienz zu berücksichtigen:

- Aktuelle Netzwerkstruktur abbilden und analysieren
- Gestaltungszielgrößen priorisieren und Netzwerkstruktur optimieren
- Kollaboration mit Netzwerkpartnern ausweiten und Resilienz von Lieferanten berücksichtigen
- Unternehmensübergreifendes und kontinuierliches Risikomanagement einsetzen

Die Datenintegration schafft die notwendigen Voraussetzungen, um sowohl kurzfristige Veränderungen wahrzunehmen als auch potenzielle Veränderungen vorherzusagen. Zur erfolgreichen **Datenintegration** sind folgende Empfehlungen umzusetzen:

- Datenverfügbarkeit durch eine systematische Identifikation der Datenbedarfe sicherstellen
- Kompetenzen im Datenmanagement als Grundlage für eine gezielte und langfristige Gestaltung der Resilienz aufbauen

- Datenaustausch mit Wertschöpfungspartnern verstärken und standardisieren
- Externe Daten in der Risikoanalyse berücksichtigen

Industrie 4.0-Technologien unterstützen die Zugänglichkeit und Verfügbarkeit von Daten und nutzen diese Daten, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Folgende **Industrie 4.0-Technologien** tragen zu einer Steigerung der Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken bei:

- Digitale Datenmarktplätze zur souveränen Kollaboration mit Wertschöpfungspartnern nutzen
- End-to-End-Transparenz und Reaktionsfähigkeit durch den Einsatz von Digital Twins verbessern
- Prognosefähigkeiten durch den Einsatz von komplexen Datenanalysen ausbauen
- Durch den Einsatz von smarter Hardware und Advanced Robotics handlungsfähig bleiben

Zur Ermittlung von Reaktionen in Krisensituationen ermöglicht das entwickelte Framework die Analyse des Wertschöpfungsnetzwerks eines Unternehmens und die systematische Ableitung potenzieller Reaktionstaktiken. Diese umfassen das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk, welches in die Bereiche *Beschaffung*, *Interne Leistungserstellung* und *Absatz* gegliedert ist. Zusätzlich zur Ableitung von Reaktionen in einer Krisensituation kann das Framework auch zur Vorbereitung auf mögliche Krisen eingesetzt werden, um proaktiv Szenarien zu analysieren und Reaktionen vorzubereiten.

Die vorliegenden Ergebnisse können durch eine Untersuchung der langfristigen Auswirkungen der COVID-19-Pandemie erweitert werden. In diesem Zusammenhang kann auch der Erfolg kurzfristig umgesetzter Veränderungen in Unternehmen analysiert werden. Darüber hinaus kann der Nutzen von Industrie 4.0-Technologien zur Steigerung der Resilienz mithilfe von Pilotprojekten und durch die Analyse von Best Practices stärker hervorgehoben werden. Das entwickelte Framework gilt es im Rahmen von Case Studies anzuwenden und die Reaktionstaktiken durch die Analyse von Praxisbeispielen weiterer Krisensituationen zu detaillieren und gegebenenfalls zu erweitern.

Anhang

Abbildungen

Abbildung 1: Leistungsfähigkeit bei Störungen	6
Abbildung 2: Methodik	7
Abbildung 3: Übersicht über Teilnehmende der Fragebogenstudie	8
Abbildung 4: Wertschöpfungsnetzwerk eines Unternehmens	11
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Krise, Störung und Störungsauswirkung	12
Abbildung 6: Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Unternehmen	14
Abbildung 7: Auswirkungen der COVID-19-Pandemie	14
Abbildung 8: Beherrschbarkeit der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie	15
Abbildung 9: Bewertung der Relevanz der Resilienzstrategien	16
Abbildung 10: Treiber der Agilität und Robustheit	16
Abbildung 11: Entwicklungsstatus in Bezug auf die Resilienztreiber	17
Abbildung 12: Entwicklung und Bewertung der Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz	18
Abbildung 13: Maßnahmen der Netzwerkgestaltung	19
Abbildung 14: Maßnahmen der Datenintegration	21
Abbildung 15: Maßnahmen von Industrie 4.0-Technologien	23
Abbildung 16: Maßnahmenbewertung hinsichtlich der Relevanz	26
Abbildung 17: Maßnahmenbewertung hinsichtlich des Umsetzungsstatus	27
Abbildung 18: Bewertung nach geplanter langfristiger und kurzfristiger Umsetzung	28
Abbildung 19: Betrachtungsbereiche im Wertschöpfungsnetzwerk aus Sicht eines Unternehmens	41
Abbildung 20: Framework zur Ableitung von Reaktionstaktiken in Krisenzeiten	42
Abbildung 21: Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung	44
Abbildung 22: Beeinträchtigung der Beschaffung	46
Abbildung 23: Beeinträchtigung des Absatzes	48
Abbildung 24: Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung	51
Abbildung 25: Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Absatz	52
Abbildung 26: Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz	53
Abbildung 27: Beeinträchtigung von Beschaffung, interner Leistungserstellung und Absatz	54

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht Teilnehmende Fokusgruppeninterview	8
Tabelle 2: Übersicht Teilnehmende Tiefeninterviews	9
Tabelle 3: Zusammenfassung der Handlungsoptionen und ihrer Auswirkungen auf die Resilienztreiber	30
Tabelle 4: Zusammenfassung der Reaktionstaktiken	43
Tabelle 5: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung der internen Leistungserstellung	44
Tabelle 6: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung der Beschaffung	47
Tabelle 7: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung des Absatzes	49
Tabelle 8: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Beschaffung	52
Tabelle 9: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung und Absatz	53
Tabelle 10: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von Beschaffung und Absatz	54
Tabelle 11: Reaktionstaktiken bei Beeinträchtigung von interner Leistungserstellung, Beschaffung und Absatz	55

Literatur

acatech 2020

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in der Industrie (acatech HORIZONTE)*, München 2020.

APICS 2017

APICS (Hrsg.): *SCOR Supply Chain Operations Reference Model 2017. Version 12.0*, 2017. URL: <https://tinyurl.com/mw57up5z> [Stand: 25.02.2021].

ÄrzteZeitung 2021

ÄrzteZeitung: COVID-19-Vakzine: Novartis übernimmt Abfüllung für BioNTech, 2021. URL: www.aerztezeitung.de/Wirtschaft/COVID-19-Vakzine-Novartis-uebernimmt-Abfuellung-fuer-BioNTech-416671.html [Stand: 12.02.2021].

Automobilwoche 2020

Automobilwoche: Zulieferer produzieren Schutzausrüstung: Not macht erfinderisch, 2020. URL: www.automobilwoche.de/article/20200325/AGENTURMELDUNGEN/303259986/zulieferer-produzieren-schutzausruestung-not-macht-erfinderisch [Stand: 04.02.2021].

Bach et al. 2010

Bach, N./Buchholz, W./Eichler, B.: „Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke – Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen“. In: Bach, N./Buchholz, W./Eichler, B. (Hrsg.): *Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke*, 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler 2010, S. 1-20.

Bencek et al. 2020

Bencek, D./Ceni-Hulek, L./Wambach, A./Weche, J.: „Wettbewerb in Zeiten der Pandemie“. In: *Wirtschaftsdienst*, 100: 11, 2020, S. 876-884.

Biedermann 2018

Biedermann, L.: *Supply Chain Resilienz. Konzeptioneller Bezugsrahmen und Identifikation zukünftiger Erfolgsfaktoren* (Universität Bremen, Dissertation), Wiesbaden: Springer Gabler 2018.

BITKOM 2014

BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Hrsg.): *Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider*, 2014. URL: www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/140228-Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.pdf [Stand: 12.02.2021].

BITKOM 2015

BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Hrsg.): *Big Data und Geschäftsmodell-Innovationen in der Praxis: 40+ Beispiele*, 2015. URL: www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/151229-Big-Data-und-GM-Innovationen.pdf [Stand: 22.03.2021].

Blechner 2020

Blechner, N.: *Folgen der Corona-Krise. Autoindustrie droht Absatzeinbruch*, 2020. URL: www.tagesschau.de/wirtschaft/boerse/autoindustrie-coronakrise-101.html [Stand: 04.02.2021].

BMWi 2019

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Das Projekt GAIA-X. Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems*, 2019. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.pdf [Stand: 12.02.2021].

Böhnke et al. 2017

Böhnke, N. C./Pointner, A./Ramsauer, C.: „Supply-Chain-Strategien im Zeitalter von VUCA. Robustheit und Agilität als Strategien zur Begegnung von Umfeld-Risiken in der Automobilindustrie – Untersuchungen aus Sicht der Beschaffung“. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112: 9, 2017, S. 555-558.

Bösch et al. 2020

Bösch, F./Deitelhoff, N./Kroll, S./Thiel, T.: „Für eine reflexive Krisenforschung – zur Einführung“. In: Bösch, F./Deitelhoff, N./Kroll, S. (Hrsg.): *Handbuch Krisenforschung*, Wiesbaden: Springer 2020, S. 3-16.

Bühler et al. 2019

Bühler, D./Schneider, H./Thiessen, T.: „Plattformökonomie für den Mittelstand – von den Großen lernen, Vertrauen aufbauen, den Einstieg wagen“. In: *Begleitforschung Mittelstand-Digital* (Hrsg.): *Mittelstand-Digital Magazin WISSEN-SCHAFT TRIFFT PRAXIS*, 12, 2019, S. 5-12.

BMBF 2015

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *Zukunftsbild „Industrie 4.0“*, 2015. URL: www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/zukunftsbild-industrie-4-0.pdf [Stand: 27.01.2021].

Chopra/Meindl 2016

Chopra, S./Meindl, P.: *Supply Chain Management. Strategy, Planning, and Operation*, Boston, MA: Pearson 2016.

Christopher/Holweg 2017

Christopher, M./Holweg, M.: „Supply Chain 2.0 Revisited: A Framework for Managing Volatility-induced Risk in the Supply Chain“. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47: 1, 2017, S. 2-17.

Christopher/Peck 2004

Christopher, M./Peck, H.: „Building the Resilient Supply Chain“. In: *The International Journal of Logistics Management*, 15: 2, 2004, S. 1-13.

Cirullies et al. 2017

Cirullies, J./Schwede, C./Nagel, L.: *Industrial Data Space – Digitale Souveränität für den automatisierten Datenaustausch*, 2017. URL: www.industrie-management.de/node/73 [Stand: 24.03.2021].

DHL 2019

DHL Customer Solutions & Innovation (Hrsg.): *Digital Twins in Logistics. A DHL Perspective on the Impact of digital twins on the logistics industry*, 2019. URL: www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-digital-twins-in-logistics.pdf [Stand: 24.03.2021].

dpa/lby 2020

dpa/lby (Hrsg.): *Hemdenhersteller produziert Gesichtsmasken*, 2020. URL: www.sueddeutsche.de/gesundheits/gesundheits-passau-hemdenhersteller-produziert-gesichtsmasken-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-200320-99-411786 [Stand: 04.02.2021].

Duden 2021

Duden (Hrsg.): *[Definition] Risiko*. URL: www.duden.de/rechtschreibung/Risiko [Stand: 24.02.2021].

FACTUREE 2021

FACTUREE (Hrsg.): „FACTUREE beleuchtet Industrie-Trends 2021: Online-Fertigung nimmt weiter Fahrt auf“ (Pressemitteilung vom 23.11.2020). URL: www.facturee.de/facturee-beleuchtet-industrie-trends-2021-online-fertigung-nimmt-weiter-fahrt-auf/ [Stand: 12.02.2021].

Forschungsbeirat/acatech 2019

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Themenfelder Industrie 4.0. Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0*, 2019. URL: www.acatech.de/publikation/themenfelder-industrie-4-0/ [Stand: 27.01.2021].

Fröndhoff/Hofmann 2021

Fröndhoff, B./Hofmann, S.: *Bayer soll Curevac bei der Impfstoff-Aufholjagd helfen*, 2021. URL: <https://handelsblatt.com/unternehmen/industrie/kampf-gegen-corona-bayer-soll-curevac-bei-der-impfstoff-aufholjagd-helfen/26776152.html> [Stand: 01.02.2021].

Görg et al. 2020

Görg, H./Mösle, S./Petersen, T./Egger, H./Kilic, K./Marin, D./Flach, L./Aichele, R./Braml, M./Wiechers, R./Steinwachs, T./Hosseini, M./Baur, M./Joachimsen, K./Bogaschewsky, R.: „Neustart der Industrie unter dem Einfluss von Covid-19: Wie bereit ist die globale Lieferkette?“ In: ifo institut (Hrsg.): *ifo Schnelldienst*, München 2020, 73, Nr. 05, S. 3-34.

Grunwald 2016

Grunwald, A.: „Umweltrisiken“. In: Ott, K./Dierks, J./Voget-Kleschin, L./Metzler, J. B. (Hrsg.): *Handbuch Umweltethik*, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag 2016, S. 49-55.

Hatiboglu et al. 2019

Hatiboglu, B./Schuler, S./Bildstein, A./Hämmerle, M.: *Einsatzfelder von künstlicher Intelligenz im Produktionsumfeld. Kurzstudie im Rahmen von „100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg“*, 2019. URL: https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5491073.pdf [Stand: 22.03.2021].

Hausladen 2016

Hausladen, I.: *IT-gestützte Logistik. Systeme – Prozesse – Anwendungen*, Wiesbaden: Springer Gabler 2016.

Heß 2017

Heß, G.: *Strategischer Einkauf und Supply-Strategie. Schrittweise Entwicklung des strategischen Einkaufs mit der 15M-Architektur 2.0*, Wiesbaden: Springer Gabler 2017.

Hofbauer et al. 2015

Hofbauer, G./Glazunova, A./Hecht, D.: *Strategische Lieferantenauswahl. Heft Nr. 36 aus der Reihe „Arbeitsberichte – Working Papers“*, 2015, URL: www.thi.de/fileadmin/daten/Working_Papers/thi_workingpaper_36_hofbauer.pdf [Stand: 27.01.2021].

Hotwagner 2008

Hotwagner, B.: „Supply Chain Risk Management und dessen systemische Umsetzung im Unternehmen“. In: *WuM – Wirtschaft und Management*, 8, 2008, S. 23-40.

Huth/Romeike 2016

Huth, M./Romeike, F.: „Grundlagen des Risikomanagements in der Logistik“. In: Huth, M./Romeike, F. (Hrsg.): *Risikomanagement in der Logistik. Konzepte – Instrumente – Anwendungsbeispiele*, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 13-47.

Ivanov 2020

Ivanov, D.: „Predicting the Impacts of Epidemic Outbreaks on Global Supply Chains: A Simulation-based Analysis on the Coronavirus Outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) Case“. In: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136: 101922, 2020, S. 1366-5545.

Ivanov/Dolgui 2020

Ivanov, D./Dolgui, A.: „A Digital Supply Chain Twin for Managing the Disruption Risks and Resilience in the Era of Industry 4.0“. In: *Production Planning & Control*, 31, 2020, S. 24.

Kamalahmadi/Parast 2016

Kamalahmadi, M./Parast, M.: „A Review of the Literature on the Principles of Enterprise and Supply Chain Resilience: Major Findings and Directions for Future Research“. In: *International Journal of Production Economics*, 171, Part 1, 2016, S. 116-133.

KANTAR 2020

KANTAR: *Betroffenheit deutscher Unternehmen durch die Corona-Pandemie: Zweite Erhebungswelle*, 2020. URL: www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/B/betroffenheit-deutscher-unternehmen-durch-die-corona-pandemie-zweite-erhebungswelle.pdf?__blob=publication-File&v=12 [Stand: 04.02.2021].

Kersten et al. 2017

Kersten, W./Seiter, M./See, B. v./Hackius, N./Maurer, T.: *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Chancen der digitalen Transformation*, 2017. URL: <https://www.activatec.de/blog/wp-content/uploads/2017/10/Trends-und-Strategien-in-Logistik-und-Supply-Chain-Management-Kersten-von-See-Hackius-Maurer.pdf> [Stand: 24.02.2021].

Klibi et al. 2010

Klibi, W./Martel, A./Guitouni, A.: „The Design of Robust Value-creating Supply Chain Networks: A Critical Review“. In: *European Journal of Operational Research*, 203: 2, 2010, S. 283-293.

Koller 2020

Koller, M.: *Schnapsbrenner liefert an Kliniken*, 2020. URL: www.mittelbayerische.de/bayern-nachrichten/schnapsbrenner-liefert-an-kliniken-21705-art1894210.html [Stand: 04.02.2021].

Lernende Systeme – Die Plattform für Künstliche Intelligenz 2020

Lernende Systeme – Die Plattform für Künstliche Intelligenz: *Von Daten zu Wertschöpfung. Potenziale von daten- und KI-basierten Wertschöpfungsnetzwerken*, 2020. URL: www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Publikationen/PLS_Booklet_Datenoekosysteme.pdf [Stand: 27.01.2020].

Leveling et al. 2014

Leveling, J./Edelbrock, M./Otto, B.: „Big Data Analytics for Supply Chain Management“. In: *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2014, S. 918-922.

Lindemann/Mazzoni 2020

Lindemann, S./Mazzoni, L.: „Als Reaktion auf die COVID-19-Pandemie steigert Philips die Produktion wichtiger Gesundheitstechnologie“ (Pressemitteilung vom 25.03.2020). URL: www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/2020/20200325-covid-19-pandemie-philips-steigert-produktion.html [Stand: 12.02.2021].

Lund et al. 2020

Lund, S./Manyika, J./Barribal, E./Krishnan, M./Alicke, K./Brishan, M./George, K./Smit, S./Swan, D./Hutzler, K.: *Risk, Resilience, and Rebalancing in Global Value Chains*, 2020. URL: www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Risk%20resilience%20and%20rebalancing%20in%20global%20value%20chains/Risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains-full-report-vH.pdf?shouldIndex=false [Stand: 24.02.2021].

Mandal et al. 2016

Mandal, S./Sarathy, R./Korasiga, V. R./Bhattacharya, S./Das-tidar, S. G.: „Achieving Supply Chain Resilience“. In: *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 7: 5, 2016, S. 544-562.

Marek/Berwing 2019

Marek, S./Berwing, K.: „Supply-Chain-Management: Wettbewerbsfest“. In: *Business Intelligence Magazine*, 3, 2019, S. 46-48.

Meissner 2017

Meissner, J. P.: „Adaptives Abweichungsmanagement in der Fertigungssteuerung bei Kleinserien“. In: G. Schuh (Hrsg.): *Schriftenreihe Rationalisierung* (Band 153, Technische Hochschule, Dissertation), Aachen: Apprimus 2017.

Mersch 2018

Mersch, T.: *Vorsprung durch Service. Produzierende Unternehmen im B2B-Sektor entdecken die Dienstleistung als Umsatztreiber: Kluge Servicemodelle von der Entwicklung bis zur Wartung stärken die Kundenbindung und verbessern die Marge*, 2018. URL: www.deutsche-bank.de/ms/results-finanzenwissen-fuer-unternehmen/finanzierung/03-2018_vorsprung-durch-service.html [Stand: 12.02.2021].

MG/Reuters 2021

MG/Reuters, DPA-AFX: *Mangel an Halbleitern. Taiwan will Autobauern aus der Patsche helfen*, 2021. URL: www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/halbleiter-krise-taiwan-will-deutschen-autobauern-aus-der-patsche-helfen-a-7ac1c4f8-0b33-40bb-b8a3-99605fdc242a [Stand: 04.02.2021].

OPTIMAL SYSTEMS 2020

OPTIMAL SYSTEMS: „Philips und OPTIMAL SYSTEMS gehen Partnerschaft ein“ (Pressemitteilung vom 05.11.2020). URL: www.optimal-systems.de/unternehmensnews/philips-und-optimal-systems-gehen-partnerschaft-ein [Stand: 12.02.2021].

Otto et al. 2019

Otto, B./Steinbuß, S./Teuscher, A./Lohmann, S.: *Reference Architecture Model. Version 3.0*. (International Data Spaces Association), 2019. URL: www.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/2019/03/IDS-Reference-Architecture-Model-3.0.pdf [Stand: 24.02.2021].

Otto et al. 2021

Otto, B./Rubina, A./Eitel, A./Teuscher, A./Schleimer, A. M./Lange, C./Stingl, D./Loukipoudis, E./Brost, G./Böge, G./Pettenpohl, H./Langkau, J./Gelhaar, J./Mitani, K./Hupperz, M./Huber, M./Jahnke, N./Brandstädter, R./Wessel, S./Bader, S.: *GAIA-X and IDS* (Positionspapier), 2021. URL: <https://s.fhg.de/naw> [Stand: 12.02.2021].

Papadopoulos et al. 2017

Papadopoulos, T./Gusasekaran, A./Dubey, R./Altay, N./Childe, S. J./Fosso-Wamba, S.: „The Role of Big Data in Explaining Disaster Resilience in Supply Chains for Sustainability“. In: *Journal of Cleaner Production*, 142, 2017, S. 1108-1118.

Petersen/Bluth 2020

Petersen, T./Bluth, C.: *Megatrend-Report #02: Die Corona-Transformation. Wie die Pandemie die Globalisierung bremst und die Digitalisierung beschleunigt*, 2020. URL: www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/MT_MegatrendReport2_Web_2020_DT.pdf [Stand: 24.02.2021].

Pettit et al. 2013

Pettit, T. J./Croxtan, K. L./ Fiksel, J.: „Ensuring Supply Chain Resilience: Development and Implementation of an Assessment Tool“. In: *Journal of Business Logistics*, 24: 1, 2013, S. 46-76.

Plusserver 2021

Plusserver (Hrsg.): *GAIA-X. Eine Cloud für digitale Souveränität in Europa*, 2021. URL: <https://tinyurl.com/azn8j3fh> [Stand: 12.02.2021].

Porter 1986

Porter, M. E.: „Changing Patterns of International Competition“. In: *California Management Review*, XXVIII: 2, 1986, S. 9-40.

Prokasky 2020

Prokasky, A.: *Masken und Kittel bescheren van Laack Umsatzsprung*, 2020. URL: www.textilwirtschaft.de/business/news/produktion-von-schutzausruestung-masken-und-kittel-bescheren-van-laack-umsatzsprung-228404?crefresh=1 [Stand: 04.02.2021].

Ringel 2020

Ringel, A.: *Schutzmaske statt Autoteile: Zulieferer ändern Produktion*, 2020. URL: www.produktion.de/wirtschaft/schutzmaske-statt-autoteile-zulieferer-aendern-produktion-307.html [Stand: 04.02.2021].

Romeike/Spitzner 2016

Romeike, F./Spitzner, J.: „Einsatz von Simulationsmethoden im Logistik-Risikomanagement“. In: Huth, M./Romeike, F. (Hrsg.): *Risikomanagement in der Logistik. Konzepte – Instrumente – Anwendungsbeispiele*, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S.127-158.

Rossak 2013

Rossak, I. (Hrsg.): *Datenintegration. Integrationsansätze, Beispielszenarien, Problemlösungen*, Talend Open Studio, München: Hanser 2013.

Schäfer 2020

Schäfer, J.: *COVID-19-Flächenbrand in der Händler-Supply-Chain: Teil 2 – Präventionsmaßnahmen*, 2020. URL: www.ey-parthenon.de/covid-19/haendler-supply-chain-praeventionsmassnahmen/ [Stand: 04.02.2021].

Schiegg 2005

Schiegg, P.: „Typologie und Erklärungsansätze für Strukturen der Planung und Steuerung in Produktionsnetzwerken“. In: Luczak, H./Eversheim, W. (Hrsg.): *Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung* (Band 75, Aachen, Technische Hochschule, Dissertation, 2005), Aachen: Shaker 2005.

Schlatt et al. 2016

Schlatt, V./Schweizer, A./Urbach, N./Fridgen, G.: *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potentiale*, 2016. URL: www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/Blockchain_WhitePaper_Grundlagen-Anwendungen-Potentiale.pdf [Stand: 01.07.2020].

Schlegel/Trent 2012

Schlegel, G. L./Trent, R. J.: „Risk Management. Welcome to the new normal“. In: *Supply Chain Management Review*, 01, 2012, S. 12-21.

Schuh et al. 2020

Schuh, G./Anderl, R./Dumitrescu, R./Krüger, A./Hompel, M. Ten: *Der Industrie 4.0 Maturity Index in der betrieblichen Anwendung. Aktuelle Herausforderungen, Fallbeispiele und Entwicklungstrends (acatech STUDIE)*, 2020. URL: www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/ [Stand: 30.03.2021].

Schuh et al. 2011

Schuh, G./Kampker, A./Rittstieg, M.: „Vernetzte Wertschöpfung und Kooperationsmanagement“. In: Schuh, G./Kampker, A. (Hrsg.): *Strategie und Management produzieren der Unternehmen* (Band 1), Berlin: Springer 2011, S. 463-535.

Schütz 2020

Schütz (Hrsg.): „Schütz produziert Geschichtsvisiere für Krankenhäuser und Pflegeheime“ (Pressemitteilung von April 2020). URL: www.schuetz.net/de/presse/company/2020/schnelle-hilfe-aus-selters/ [Stand: 04.07.2005].

Seiter et al. 2019

Seiter, M./Autenrieth, P./Schüler, F.: „Logistikdienstleister im Zeitalter digitaler Plattformen“. In: Schröder M./Wegner, K. (Hrsg.): *Logistik im Wandel der Zeit – Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains. Festschrift für Wolfgang Kersten zum 60. Geburtstag*, Wiesbaden: Springer Gabler 2019, S. 585-600.

Seynsche 2020

Seynsche, M.: *Vor zehn Jahren: Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull*, 2020. URL: www.deutschlandfunk.de/vor-10-jahren-ausbruch-des-isländischen-vulkans.871.de.html?dram:article_id=472909 [Stand: 01.02.2021].

Sonnenberg 2020

Sonnenberg, P.: *Exporteinbruch. Maschinenbau im „Corona-Schock“*, 2020. URL: www.tagesschau.de/wirtschaft/corona-maschinenbau-101.html [Stand: 04.02.2021].

Statistisches Bundesamt 2021

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): *Wirtschaftliche Auswirkungen, Statistiken mit Bezug zu COVID-19: Einzelhandel – Experimentelle Daten zeigen Kaufverhalten*, 2021. URL: www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Corona/Wirtschaft/kontextinformationen-wirtschaft.html#einzelhandel [Stand: 25.02.2021].

Stölzle et al. 2018

Stölzle, W./Schmidt, T./Kille, C./Schulze, F. (Hrsg.): *Digitalisierungswerkzeuge in der Logistik: Einsatzpotenziale, Reifegrad und Wertbeitrag. Impulse für Investitionsentscheidungen in die Digitalisierung – Erfolgsgeschichten und aktuelle Herausforderungen*, Göttingen: Cuvillier 2018. URL: <https://tinyurl.com/bdrt26np> [Stand: 12.02.2021].

Sturgeon 2001

Sturgeon, T. J.: „How Do We Define Value Chains and Production Networks?“ In: *IDS Bulletin*; 32: 3, 2001, S. 9-18.

Sydow/Möllering 2006

Sydow, J./Möllering G.: „Logistik in Netzwerkorganisationen. Dynamik verstehen, Wandel managen“. In: *Logistik Management*, 8: 2, 2006, S. 7-14.

Töpfer 2013

Töpfer, A.: „Die Managementperspektive im Krisenmanagement. Welche Rolle spielt das Management bei der Bewältigung von Krisensituationen?“ In: Thießen, A. (Hrsg.): *Handbuch Krisenmanagement*; Wiesbaden: Springer 2013, S. 237-268.

Tran-Mai/Renner 2017

Tran-Mai, T./Renner, P.: *Digitalisierung – Industrie 4.0 – Additive Fertigung. Effiziente und flexible Just-in-time-Produktion*, 2017. URL: <https://transfermagazin.steinbeis.de/?p=2762> [Stand: 04.02.2021].

TÜV Süd 2021

TÜV Süd (Hrsg.): *Lieferantenaudit mit Audit Services von TÜV SÜD*. URL: www.tuvsud.com/de-de/dienstleistungen/auditierung-und-zertifizierung/audit-services/lieferantenaudit [Stand: 27.01.2021].

Unkrig 2020

Unkrig, E. R.: *Mandate der Führung 4.0. Agilität – Resilienz – Vitalität*. Wiesbaden: Springer Gabler 2020.

Van Weele/Eßig 2017

Van Weele, A. J./Eßig, M.: *Strategische Beschaffung. Grundlagen, Planung und Umsetzung eines integrierten Supply Management*. Wiesbaden: Springer Gabler 2017.

Welzel 2020

Welzel, S.: *Corona: 3-D-Drucker gegen medizinische Engpässe*, 2020. URL: www.ndr.de/nachrichten/info/Corona-3-D-Drucker-gegen-medizinische-Engpaesse,dreidruck138.html [Stand: 12.02.2021].

Werner 2017

Werner, H.: „Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling“. Wiesbaden: Springer Gabler 2017.

Wiechers 2020

Wiechers, R.: *Corona-Pandemie beschädigt die Lieferketten im Maschinenbau*, 2020. URL: www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/1298720 [Stand: 04.02.2021].

Wieland/Wallenburg 2013

Wieland, A./Wallenburg C.: „Dealing with Supply Chain Risks“. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42: 10, 2012, S. 887-905.

Wieland/Wallenburg 2013

Wieland, A./Wallenburg, C.: „The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View“. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43: 3, 2013, S. 300-320.

WLW

WLW (Hrsg.): *Folgen der Corona-Krise: So haben Unternehmen ihre Produktion umgestellt*. URL: www.wlw.de/de/inside-business/aktuelles/folgen-der-corona-krise-so-haben-unternehmen-ihre-produktion-umgestellt [Stand: 04.02.2021].

ZVEI 2014

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (Hrsg.): *Supply Chain Management in der Elektronikfertigung*, 2014. URL: www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2014/november/Leitfaden_Supply_Chain_Management_in_der_Elektronikfertigung/Leitfaden-Supply-Chain-Management.pdf [Stand: 27.01.2021].

ZVEI 2015

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (Hrsg.): *Modulbasierte Produktion in der Prozessindustrie – Auswirkungen auf die Automation im Umfeld von Industrie 4.0. Empfehlungen des AK Modulare Automation zur NE 148 der Namur*, 2015. URL: <https://tinyurl.com/23xkhy6v> [Stand: 24.03.2021].

Beteiligte Experten

Thomas Bauer, Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH

Denis Morgenthaler, Bayer AG – Division Pharmaceuticals

Dr. Florian Schlüter, thyssenkrupp Materials Services GmbH

Dr. Frank Voßloh, Viessmann Deutschland GmbH

Prof. Peter Liggesmeyer, Technische Universität Kaiserslautern/Fraunhofer IESE

Dr. Uwe Kubach, SAP SE

Dr. André Walter, Airbus Operations GmbH

Mitglieder des Forschungsbeirats

Vertreterinnen und Vertreter der Wissenschaft

Prof. Reiner Anderl, Technische Universität Darmstadt

Prof. Thomas Bauernhansl, Universität Stuttgart/
Fraunhofer IPA

Prof. Manfred Broy, Technische Universität München

Prof. Angelika Bullinger-Hoffmann, Technische Universität Chemnitz

Prof. Claudia Eckert, Technische Universität München/
Fraunhofer AISEC

Prof. Ulrich Epple, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Prof. Alexander Fay, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Prof. Jürgen Gausemeier, Universität Paderborn

Prof. Hartmut Hirsch-Kreinsen, Technische Universität Dortmund

Prof. Gerrit Hornung, Universität Kassel

Prof. Gisela Lanza, Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Peter Liggesmeyer, Technische Universität Kaiserslautern/Fraunhofer IESE

Prof. Wolfgang Nebel, Universität Oldenburg/OFFIS

Prof. Sabine Pfeiffer, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Prof. Frank Piller, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Prof. Thomas Schildhauer, Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft/Institute of Electronic Business

Prof. Rainer Stark, Technische Universität Berlin/
Fraunhofer IPK

Prof. Michael ten Hompel, Technische Universität Dortmund/Fraunhofer IML

Prof. Wolfgang Wahlster, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Vertreterinnen und Vertreter der Industrie

Klaus Bauer, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG

Wilfried Bauer, T-Systems International GmbH

Stefan-Maria Creutz, BIZERBA SE & Co. KG

Dr. Jan-Henning Fabian, ABB AG

Dr. Ursula Frank, Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Dr. Christina Franke, Robert Bosch GmbH

Dietmar Goericke, Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau e.V.

Dr. Uwe Kubach, SAP SE

Prof. Peter Post, Festo AG & Co. KG

Dr. Harald Schöning, Software AG

Dr. Georg von Wichert, Siemens AG

Dr. André Walter, Airbus Operations GmbH

