

Schocks und Risiken in der Metallindustrie

Eine Studie zu Resilienz in produzierenden Unternehmen

E. Gross, M. Schneider, C. Schäfer, C. Birenbaum, S. Kriebel, S. Nigg, V. Krause, U. Brücher, T. Kugler, C. Waguet, T. Bauernhansl et al.

ZUSAMMENFASSUNG In der Studie werden aktuelle Schocks und Risiken in der metallverarbeitenden Industrie untersucht. Die Interviews zeigen: Eine fehlende Digitalisierung, fehlende Netzwerke und nicht passende Unternehmensstrukturen verzögern Reaktionen auf Marktveränderungen. Zudem wurden die Ergebnisse mit der aktuellen Literatur abgeglichen. Die Studie wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Resiplat“ durchgeführt, in dem untersucht wird, wie sich Unternehmen mittels eines digitalen Plattformökosystems für die Zukunft resilenter aufstellen können.

STICHWÖRTER

Digitalisierung, Produktionsmanagement, Industrie 4.0

Current shocks and risks in metal industry and how resilience can be improved – a study on resilience

ABSTRACT The study examines current shocks and risks in the metal industry. The interviews show that a lack of digitalization, networks, and unsuitable corporate structures are delaying responses to market changes. The results were also compared to recent literature. The study was conducted as part of the “Resiplat” research project, which investigates how companies can become more resilient for the future by using a digital platform ecosystem.

1 Motivation und Zielsetzung

1.1 Motivation

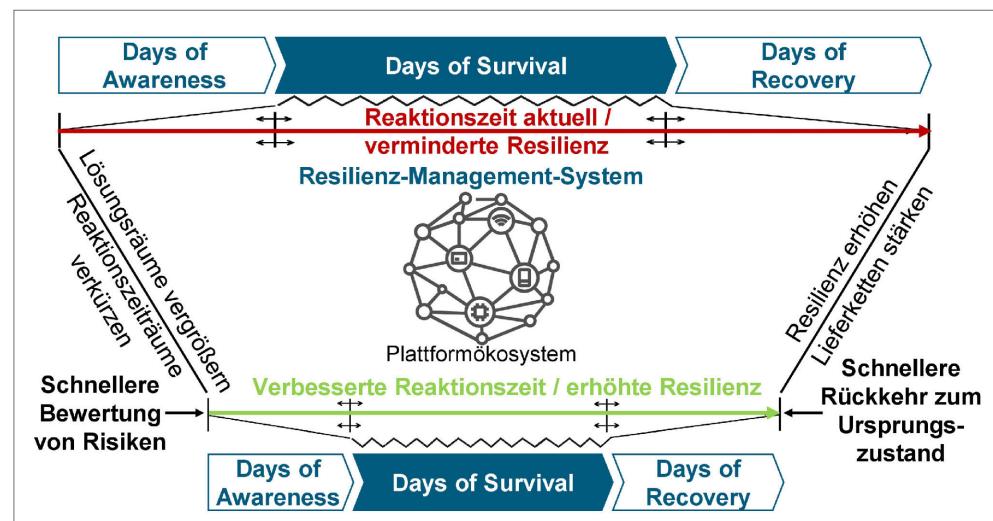
Produzierende Unternehmen agieren in einem volatilen, unsicheren, komplexen und ambigen Umfeld (kurz: VUCA) und sind konfrontiert mit einer Vielzahl von Schocks wie Wirtschafts- und Gesundheitskrisen, Umweltkatastrophen, gesellschaftlichen Geschehnissen, politischen sowie regulatorischen Einflüssen [1, 2]. Unternehmen werden in der Regel von einem Schock pro Jahr getroffen [3, 4]. Folgen sind unvorhergesehene Störungen wie Lieferkettenunterbrechungen, technologische Ausfälle oder Markt- und Nachfrageveränderungen, deren Auswirkungen besonders für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), also mit weniger als 250 Mitarbeitenden, existenzbedrohend sein können [5]. Die damit einhergehenden, außerplanmäßigen Ausgaben für ein KMU werden auf 21 000 – 42 000 Euro geschätzt [6].

Allein für die circa 33 000 Unternehmen des Metallhandwerks in Deutschland [7] ergibt sich dadurch ein Gesamtschaden von über einer Milliarde Euro pro Jahr. Viele dieser KMU sind aktuellen und zukünftigen Herausforderungen nicht gewachsen. Zur Aufrechterhaltung der Geschäftstätigkeit müssen KMU „widerstandsfähig“ sein, dies wird als Resilienz bezeichnet [3]. Resilienz ist die Fähigkeit eines Systems, sich schnell an unerwartete Veränderungen anzupassen, dessen Funktionsfähigkeit aufrechtzuerhalten oder schnell wiederherzustellen [8, 9]. Im Produktionsumfeld bedeutet dies, sich effektiv an verschiedene Störungen oder Veränderungen anzupassen und die betriebliche Kontinuität aufrechtzuerhalten [10]. Resiliente Unternehmen lernen aus widrigen

Ereignissen und nutzen die erlangten Erfahrungen als Vorteil für die Zukunft. Ein übergeordnetes Ziel zur Steigerung der Resilienz ist die Verkürzung der Reaktionszeiträume von Unternehmen auf Schocks, siehe **Bild 1**.

Es wird zwischen drei Zeiträumen unterschieden: Die „Days of Awareness“ beschreiben den Zeitraum, in dem Unternehmen potenzielle Risiken antizipieren und bewerten, bevor deren tatsächliche Auswirkungen eintreten. In der Vergangenheit zeigte sich, dass viele Unternehmen von Schocks überrascht wurden und plötzlich mit unvorhergesehenen Situationen konfrontiert waren. Diese verzögerte Reaktion symbolisiert in Bild 1 die rote Darstellung. Der zweite Zeitraum, die „Days of Survival“, beschreibt die Phase, in der Unternehmen auf eingetretene Krisen und Effekte von Risiken aktiv reagieren. Unternehmen befinden sich in dieser Situation im Krisenmanagement mit dem Ziel, den laufenden Betrieb aufrechtzuerhalten und schnellstmöglich den Normalzustand wiederherzustellen. In diesem Zeitraum entstehen in den meisten Fällen hohe Kostensteigerungen, was in der Vergangenheit einige Unternehmen an den Rand der Existenz führte. Der dritte Zeitraum, die „Days of Recovery“, beschreibt die Phase, in der Unternehmen auf Basis der bewältigten Krisen und Effekte einen optimierten Ursprungszustand herbeiführen. Hier ist das Ziel, aus den Situationen zu lernen und einen neuen Zustand auf einem höheren Niveau als vor der Krise einzunehmen. [11]

Um dies zu ermöglichen, ist ein Plattformökosystem nötig, in dem miteinander verbundene Akteure wie Lieferanten, Zwischenhändler oder Endbearbeiter entlang der Wertschöpfungskette agieren. Diese Akteure schaffen Werte und tauschen sie innerhalb



des Netzwerks aus. Die Plattform stellt die dafür erforderliche Infrastruktur, Regeln und Schnittstellen bereit und ermöglicht so ein Resilienz-Managementsystem. Dieses System erlaubt auch eine schnellere Entscheidungsfindung, eine verbesserte Datenverfügbarkeit sowie eine automatisierte Risikoerkennung entlang der Wertschöpfungskette. Dadurch können Risiken schneller bewertet werden, was die Reaktionszeit der Unternehmen deutlich verbessert. Das Ergebnis ist eine beschleunigte Rückkehr zum Ausgangszustand. Insgesamt führt dies zu einer gesteigerten Reaktionsfähigkeit und damit zu einer höheren Resilienz, wie in Bild 1 in Grün visualisiert.

Vor diesem Hintergrund müssen in Unternehmen Maßnahmen identifiziert werden, die Lösungsräume in den verschiedenen Zeiträumen vergrößern und Reaktionszeiträume verkürzen. Dies leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Resilienz, indem es die Resilienz des Einzelunternehmens erhöht und somit in Summe die gesamte Lieferkette stärkt. Die Schaffung von Transparenz durch Vernetzung über Unternehmensgrenzen hinweg mithilfe von Plattformen [12–14] stärkt die Resilienz von KMU durch Informations- und Geschwindigkeitsvorteile [15–17] und wird im Forschungsprojekt „Resiplat“ [18] ausführlich behandelt.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Studie ist es, ein tieferes Verständnis für die aktuellen Herausforderungen und Resilienzstrategien in der metallbe- und -verarbeitenden Industrie in Deutschland zu erlangen. Im Fokus stehen die Fragen, wie Unternehmen auf externe Schocks reagieren und wie sie Risiken abwägen, welche Rolle digitale Technologien dabei spielen und wie bestehende Schwächen in der Krisenbewältigung durch ein vernetztes Resilienz-Managementsystem adressiert werden können. Zur Beantwortung wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt. In leitfadengestützten Interviews mit Fach- und Führungskräften aus kleinen und mittleren Unternehmen wurden Erfahrungen, Einschätzungen und ergriffene Maßnahmen zur Resilienz erhoben.

Die Auswahl der Interviewten erfolgte entlang der Wertschöpfungskette, um unterschiedliche Perspektiven – von der Beschaffung über die Produktion bis hin zur Distribution – abzubilden. Die Interviewergebnisse wurden systematisch ausgewertet und mit aktuellen wissenschaftlichen Publikationen und Studien abglichen. Dieser Abgleich ermöglicht eine fundierte Einordnung

der Praxisperspektiven in den bestehenden Forschungsstand und dient als Grundlage für die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Stärkung der organisatorischen und technologischen Resilienz sowie strategischen Ansätzen für ein zukunftsfähiges Resilienzmanagement.

2 Methodisches Vorgehen

Die wissenschaftliche Basis der Studie ist eine systematische Literaturanalyse aktueller wissenschaftlicher Veröffentlichungen zu Störungen, Schocks und Handlungsbedarfen von produzierenden Unternehmen mit Fokus auf Produktion und Supply-Chain. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden qualitative Experteninterviews mit Führungskräften und Fachverantwortlichen mit Unternehmen aus Deutschland mit einem Fokus auf kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) durchgeführt. Ziel war es, die theoretischen Erkenntnisse mit der gelebten Umsetzungspraxis abzugleichen und ein praxisnahe Bild aktueller Entwicklungen zu gewinnen, gerade in der Metallindustrie.

2.1 Methodisches Vorgehen bei der Literaturanalyse

Zur fundierten Einordnung der Interviewergebnisse wurde eine systematische Literaturanalyse nach der „Prisma“-Methode durchgeführt [19]. Ziel war es, den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu Schocks und den resultierenden Risiken und Maßnahmen zur Resilienzsteigerung im industriellen Kontext zu erfassen. Die Recherche konzentrierte sich auf deutsch- und englischsprachige Veröffentlichungen und wurde in den Datenbanken „Web of Science“, „EBSCOhost“ sowie „Scopus“ durchgeführt. Der verwendete Suchstring lautete jeweils:

- „Resilienz“ AND („Störung“ OR „Schock“) AND („Fertigung“ OR „Produktion“ OR „Supply Chain“ OR „Lieferkette“)
- „Resilience“ AND („Disruption“ OR „Shock“) AND („manufacturing“ OR „production“ OR „Supply Chain“)

Die Suche generierte insgesamt 1498 Treffer. Davon konnten 858 Publikationen dem Anwendungsbereich zugeordnet werden. Auf Basis der Titelanalyse wurden 539 Beiträge als relevant eingestuft. Bei der Sichtung des Abstracts reduzierte sich die Zahl auf 204 Beiträge, die zwischen 2006 und 2025 veröffentlicht wurden. Für die vertiefende Analyse wurden 28 Veröffentlichungen mit relevantem Volltext berücksichtigt. Einbezogen wurden

ausschließlich peer-reviewte, systematische Übersichtsarbeiten beziehungsweise Metastudien aus den Jahren 2020–2025.

Danach wurden die 28 identifizierten Publikationen einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen. Relevante Aussagen zu Schocks, Risiken und Resilienzmaßnahmen wurden systematisch extrahiert und thematisch aggregiert. Dabei wurden inhaltlich verwandte Aussagen synthetisiert, um Redundanzen zu minimieren und übergeordnete Bedeutungsstrukturen sichtbar zu machen. Auf Basis dieser aggregierten Inhalte wurde ein iteratives KategorienSchema entwickelt, das eine strukturierte Zuordnung der Inhalte ermöglichte. Im Zuge dieses induktiven Verfahrens entstanden zunächst thematische Kategorien, die anschließend zu übergeordneten Clustern zusammengeführt wurden. Auf eine Vorstrukturierung durch vordefinierte Kategorien wurde bewusst verzichtet, um eine theoriefreie Analyse und möglichst offene Mustererkennung innerhalb der Literatur zu gewährleisten. [20]

Dieses strukturierte Vorgehen ermöglichte eine präzise Klassifikation der Literaturbefunde und diente zugleich als analytische Grundlage für den späteren Abgleich mit den empirischen Interviewdaten sowie für die Ableitung praxisrelevanter Handlungsempfehlungen.

2.2 Methodisches Vorgehen bei den Interviews

Für die Interviews konnten 18 Fachleute aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen in leitender Funktion gewonnen werden. Der Schwerpunkt der Erhebung lag auf KMU, wobei etwa 80 % der befragten Unternehmen dieser Kategorie zuzuordnen sind. Ergänzend wurden auch einzelne größere Unternehmen mit mehr als 500 beziehungsweise 1 000 Mitarbeitenden in die Untersuchung einbezogen.

Die teilnehmenden Unternehmen stammen aus verschiedenen Branchen: der Metallverarbeitung und Blechbearbeitung (sechs Unternehmen), dem Maschinen- und Anlagenbau (sechs Unternehmen), dem Stahl- und Metallhandel (drei Unternehmen), der Automatisierungs- und Spanntechnik (zwei Unternehmen) sowie der Ingenieur- und Umwelttechnik (ein Unternehmen). Sie bilden somit die Wertschöpfungskette vom Rohteil bis zum fertigem Kundenteil ab. Die Interviews wurden überwiegend auf Managementebene geführt, sodass insbesondere Personen in leitenden Funktionen befragt wurden. Die Interviews wurden anhand eines semi-strukturierten Leitfadens durchgeführt, der auf Grundlage der Literaturanalyse entwickelt wurde.

Der Leitfaden umfasste neben allgemeinen Unternehmensinformationen folgende thematische Schwerpunkte:

- Aktuelle Schocks und Risiken,
- Maßnahmen und Reaktionsfähigkeit auf Schocks und Risiken,
- Status quo und Strategien zur Stärkung der Resilienz sowie
- Anforderungen an ein Resilienz-Managementsystem.

Die Interviews wurden aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die Auswertung erfolgte anhand der Methode der zusammenfassenden Inhaltsanalyse [20].

Nach diesem Ansatz erfolgte eine induktive Kategorisierung, bei der relevante Inhalte als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Kategorien dienten. Im nächsten Schritt wurden weitere Inhalte den bereits identifizierten Kategorien zugeordnet. Dabei basierte die Zuordnung auf inhaltlichen Gemeinsamkeiten und der Relevanz für die Forschungsfragen. Dieser Prozess führte schließlich zu einer Kategorisierung, welche die unterschiedlichen Aspekte des untersuchten Themas widerspiegelt [20].

3 Ergebnisse der Studie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Literaturanalyse für produzierende Unternehmen nach den Kategorien Schocks, Risiken und Maßnahmen zur Resilienzsteigerung vorgestellt.

Darüber hinaus präsentiert es die Ergebnisse aus den Interviews. Diese sind unterteilt in die Kategorien: „Aktuelle Schocks und Risiken“, „Maßnahmen und Reaktionsfähigkeit auf Schocks und Risiken“, „Status quo und Strategien zur Stärkung der Resilienz“ sowie „Anforderungen an ein Resilienz-Managementsystem“.

3.1 Ergebnisse der Literaturanalyse

Mithilfe der Literaturanalyse wurden die 28 relevanten Veröffentlichungen hinsichtlich Schocks, Risiken und Maßnahmen für produzierende Unternehmen analysiert.

3.1.1 Ergebnisse zu Schocks für produzierende Unternehmen

Schocks im industriellen Kontext lassen sich definieren als unerwartete, plötzlich eintretende Ereignisse oder Störungen, die betriebliche Abläufe und Netzwerke substantiell beeinträchtigen und schnelle Anpassungs- oder Bewältigungsmaßnahmen erfordern, um wirtschaftliche Schäden zu minimieren [21, 22]. Dabei können Schocks von unterschiedlichen Bereichen und Ebenen ausgelöst werden und vielseitige Auswirkungen auf produzierende Unternehmen haben. Im Rahmen der Literaturanalyse wurden 46 Arten von Schocks identifiziert, welche sich in folgende Kategorien einteilen lassen:

- Gesellschaft: Diese Kategorie umfasst Schocks, die Auswirkungen von gesellschaftlichen Dynamiken und Verhaltensweisen aufweisen.
- Kriminalität: Hier werden Bedrohungen durch illegale oder destruktive Aktivitäten aufgeführt. Diese Schocks betreffen die Sicherheit von Unternehmen und ihren Betrieb.
- Mensch: Betrifft Schocks, die auf menschlichem Verhalten, Fehlern oder Konflikten basieren. Sie entstehen oft intern und können die Effizienz und Stabilität eines Unternehmens beeinträchtigen.
- Pandemie: Bezieht sich auf globale Gesundheitskrisen, wie Pandemien, die sich auf viele verschiedene Bereiche auswirken. Besonders die Corona-Pandemie hat das Thema der Resilienz in der Wissenschaft angetrieben, weshalb diese als Schock in nahezu allen Veröffentlichungen genannt wird.
- Politik: Politisch bedingte Schocks werden durch politische Handlungen, Instabilitäten oder Konflikte verursacht und betreffen die Rahmenbedingungen, in denen Unternehmen operieren.
- Produktion / Operations: Hier werden operationale Schocks beschrieben, die direkt mit der Produktion verbunden sind.
- Umwelt / Unglück: Umweltbedingte Schocks sind plötzliche und oft unvorhersehbare Ereignisse, die durch natürliche oder vom Menschen beeinflusste Umweltfaktoren ausgelöst werden.
- Wirtschaft / Markt: Bezieht sich auf Schocks, die durch wirtschaftliche Schwankungen oder Marktdynamiken entstehen.
- Nachfrage: Schocks in dieser Kategorie entstehen durch Veränderungen in der Marktnachfrage, zum Beispiel durch plötzliche Nachfrageänderungen oder verändertes Kundenverhalten.

Kategorie	Schocks	Kategorie	Schocks
Kriminalität	Cyberangriffe	Produktion / Operations	Interne Prozessstörungen
	Piraterie		Produktionsengpässe
	Betrug / Täuschung		Qualitätsprobleme bei Komponenten
	Sabotage		IT- / Infrastruktur-Ausfälle
	Korruption		Maschinenstörungen und -ausfälle
	Plagiate / Verstoß gegen Schutzrechte	Umwelt / Unglück	Naturkatastrophen
	Terrorismus		Umweltkatastrophen
Mensch	Arbeitskonflikte	Wirtschaft / Markt	Finanzielle Krisen
	Industrieunfälle		Industrievereischiebungen
	Ausfall von Schlüsselpositionen		Inflation
	Krankheiten und Infektionsausbrüche		Preisvolatilität
	Menschliche Fehler und Kommunikationspr.		Streiks & Gewerkschaftaktivitäten
	Streitigkeiten um geistiges Eigentum		Disruptive technologische Innovationen
	Psychologische Panik		Plötzliche Nachfrageänderungen
Pandemie	Gesundheitliche Sicherheitsmaßnahmen	Nachfrage	Veränderung Kundenverhalten
	Panikreaktionen		Blockade von Handelsrouten
Politik	Einreiseverbote und Grenzschließungen		Lieferantenausfälle
	Geopolitische Krisen		Logistische Störungen
	Handelsbeschränkungen		Verkehrsunfälle
	Politische Maßnahmen		Versorgungsengpässe
	Sozio-politische Krisen		

Bild 2 Kategorisierung von Schocks für produzierende Unternehmen. *Grafik: Fraunhofer IPA*

- Zulieferung: Diese Kategorie umfasst Schocks, die sich aus Störungen in der Lieferkette ergeben.
- Die Zuordnung der Schocks je Kategorie ist **Bild 2** zu entnehmen.

Diese Übersicht der Schocks und deren Kategorisierung verdeutlicht, dass produzierende Unternehmen mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert sind. Die Schocks können sowohl intern als auch extern entstehen. Interne Schocks haben ihren Ursprung im Unternehmen, etwa bei menschlichen Fehlern und Kommunikationsproblemen, oder Qualitätsproblemen bei Komponenten. Externe Schocks liegen außerhalb des Einflussbereichs des Unternehmens und wirken auf diese ein. Beispiele sind geopolitische Krisen oder Umweltkatastrophen.

Zu berücksichtigen ist auch die Tragweite des Ereignisses. So können beispielsweise Lieferantenausfälle auf der einen Seite nur eine geringfügige Störung verursachen, wenn es sich um einen Normteil-Lieferanten handelt und der Materialbedarf abgepuffert werden kann. Auf der anderen Seite kann die betriebliche Kontinuität substanziell beeinträchtigt werden, wenn etwa ein Schlüsselieferant eines komplexen Bauteils aufgrund eines Betriebsbrandes ausfällt. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass Schocks in den meisten Fällen nicht singulär auftreten, sondern sich summieren und sich in unterschiedlicher Art und Weise auf die Lieferkette auswirken. Aufgrund der Vielzahl an potenziellen Schocks bestehen für produzierende Unternehmen unterschiedliche Risiken.

3.1.2 Ergebnisse zu Risiken für produzierende Unternehmen

Risiken im unternehmerischen Kontext bezeichnen potenzielle Gefahrenquellen, die sich aus der Unsicherheit über zukünftige Entwicklungen ergeben und die Prozesse oder Ziele eines Systems beeinträchtigen können [23, 24]. Dabei stehen Schocks und Risiken in Bezug zueinander. Wenn ein Risiko realisiert wird, also eintritt, so wird es zu einem Schock, der unmittelbare Aus-

wirkungen hat. Schocks sind eine extreme Form von Risiko. Während Risiken oft langfristig eingeschätzt und überwacht werden, erfordern Schocks kurzfristige, oft akute Reaktionen. Ein Schock kann das plötzliche Eintreten eines Risikos sein. In der Literaturanalyse wurden 94 Risiken identifiziert. Diese können sieben Kategorien zugeordnet werden, die weitere Unterkategorien umfassen:

- Informations- & Steuerungsrisiken: entstehen durch mangelnde Datenverfügbarkeit, Transparenz oder Koordination, vor allem in komplexen Wertschöpfungsketten.
- Lieferketten- & Beschaffungsrisiken: beziehen sich auf Störungen in der Materialversorgung, mangelnde Verfügbarkeit von Vorprodukten, Rohstoffen oder logistischen Dienstleistungen.
- Markt-, Nachfrage- & Finanzrisiken: umfassen Risiken durch Marktveränderungen, Kundenschwankungen oder finanzielle Rahmenbedingungen.
- Operative Risiken: hängen direkt mit dem täglichen Betrieb, vor allem der Produktion, Lagerung und Logistik, zusammen.
- Organisations- und Unternehmensstrukturrisiken: entstehen durch unzureichende Organisation und Management, mangelhafte Struktur oder strategische Fehlentscheidungen.

Die zuvor beschriebenen Risikokategorien und deren Unterkategorien können **Bild 3** entnommen werden.

3.1.3 Ergebnisse zu Maßnahmen für die Resilienzsteigerung produzierender Unternehmen

Um die unterschiedlichen Risiken und Schocks richtig zu adressieren, müssen Unternehmen verschiedene Maßnahmen umsetzen. Diese lassen sich in präventive und reaktive Maßnahmen unterteilen, die in den drei Phasen „Days of Awareness“, „Days of Survival“ und „Days of Recovery“ unterschiedlich wirken. In der Literaturanalyse wurden 93 Maßnahmen zur Resilienzsteigerung identifiziert. Diese Maßnahmen können acht Kategorien zugeord-

Kategorie	Unterkategorie
Informations- & Steuerungsrisiken	Informationsverlust & Transparenzprobleme
	Koordinations- und Kommunikationsrisiken
	Prognose- und Planungsunsicherheit
Lieferketten- & Beschaffungsrisiken	Kritische Abhängigkeit von Lieferanten & Regionen
	Systemische Lieferkettenstörung
	Transport- und Logistikprobleme
	Versorgungsengpässe
Markt-, Nachfrage- & Finanzrisiken	Zeitliche Verzögerungen & Flexibilitätsverlust
	Finanzielle Risiken (Kosten, Liquidität, Insolvenz)
	Marktverhalten & Nachfragevolatilität
	Reputations- & Wettbewerbsverluste
Operative Risiken	Politisch-rechtliche & regulatorische Risiken
	Produktionsstillstand und -ausfall (technisch, personell, extern)
	Qualitätsrisiken
Organisations- & Unternehmensstrukturrisiken	Sicherheits- & Cyberrisiken
	Organisations- & Strukturdefizite
	Unflexible Produktionsstruktur & mangelnde Redundanz
	Wiederherstellung & Anpassungsfähigkeit

Bild 3 Risikokategorien und Unterkategorien produzierender Unternehmen. *Grafik: Fraunhofer IPA*

Kategorie	Unterkategorie
Kapazitive & physische Resilienzmaßnahmen	Lokale & additive Fertigung
	Produktions- und Lieferkapazitäten
	Redundanz & Sicherheit
	Resiliente Ressourcennutzung
Netzwerkbasierte Resilienz & Kooperationsstrategien	Governance & Struktur
	Kooperations- & Netzwerkstrategien
	Resiliente Ressourcennutzung
Organisatorische & kulturelle Resilienzverankerung	Mitarbeiter und Unternehmenskultur
	Supply Chain Design
Präventive Planung & Risikofrüherkennung	Bewertung & Standardisierung von Resilienz
	Planung, Szenarien & Risikomanagementprozesse
	Risikofrüherkennung & Störungsprognose
	Digitale Analyse & Prognose
Digitale Resilienz & datengetriebene Steuerung	Simulation & Optimierung
	Technologische Transformation
	Transparenz & Echtzeitüberwachung
	Nachhaltigkeitsstrategien
Transformative Resilienz & strategische Innovation	Agilität
	Flexibilität
	Planung & Steuerung
	Wandelbarkeit
Dynamische Anpassungsfähigkeit & operative Flexibilität	Digitale & organisatorische Ausweichstrategien
	Krisenplanung & strukturelle Wiederherstellung
	Logistische & operative Notfallmaßnahmen
Krisenreaktion & operative Wiederherstellung	

Bild 4 Kategorien und Unterkategorien für Maßnahmen zur Resilienzsteigerung für produzierende Unternehmen. *Grafik: Fraunhofer IPA*

net werden, die sich wiederum in 24 Unterkategorien aufteilen lassen:

- Kapazitive & physische Resilienzmaßnahmen:
Fokus auf physische und kapazitätsbezogene Aspekte wie lokale Fertigung, Redundanz und die Nutzung von Ressourcen, um Produktions- und Lieferkapazitäten abzusichern
- Netzwerkbasierte Resilienz & Kooperationsstrategien:
Maßnahmen zur Verbesserung der Governance, Netzwerkstrategien und der Zusammenarbeit innerhalb von Liefer- und Wertschöpfungsketten
- Organisatorische & kulturelle Resilienzverankerung:
Förderung von Mitarbeitendenbeteiligung und Unternehmens-

kultur, um Resilienz organisatorisch und kulturell zu verankern

- Präventive Planung & Risikofrüherkennung:
Strategien wie Supply-Chain-Design, Risikomanagement und Szenarioplanung, um Risiken frühzeitig zu erkennen und präventiv entgegenzuwirken
- Digitale Resilienz & datengetriebene Steuerung:
Einsatz von Technologien zur Analyse, Optimierung und Echtzeitüberwachung, um digitale Transparenz und Steuerung zu ermöglichen
- Transformative Resilienz & strategische Innovation:
Integration von Nachhaltigkeitsstrategien und innovativen Ansätzen zur langfristigen Transformation und Anpassung

Bild 5 Nennungen aus den Experteninterviews zu Schockarten, deren Häufigkeiten und Folgeeffekten. *Grafik: Fraunhofer IPA*

Schockart	Häufigkeit	Typische Folgeeffekte
COVID-19-Pandemie	Sehr häufig (15)	Produktionsstopps, Kurzarbeit, Auftragsrückgänge
Ukraine-Krieg	Häufig (13)	Materialknappheit, Energiepreise, Investitionszurückhaltung
Lieferkettenstörungen (z. B. Suez)	Häufig (10)	Verzögerte Lieferungen, Teilemangel, Opportunitätsverluste
Inflation / Energiepreise	Häufig (9)	Preisseigerungen, sinkende Margen, Kaufzurückhaltung
IT- / Cyberangriffe	Einige (6)	Produktionsunterbrechung, Datenverluste
Politische Eingriffe / Zölle	Einige (5)	Exportschwierigkeiten, Kalkulationsunsicherheit
Branchen- / Nachfrageschocks	Einige (4)	Absatzprobleme, Umorientierung (z. B. Papier, Automotive)

- Dynamische Anpassungsfähigkeit & operative Flexibilität: Förderung von Agilität, Flexibilität und Wandelbarkeit, um auf Veränderungen schnell reagieren zu können
- Krisenreaktion & operative Wiederherstellung: Maßnahmen zur Krisenbewältigung, wie Notfallpläne und Wiederherstellungsstrategien für logistische und operative Prozesse

Die zuvor beschriebenen Kategorien und deren Unterkategorien der Maßnahmen zur Resilienzsteigerung können **Bild 4** entnommen werden.

Die Maßnahmen können mehrere Risiken oder Schocks gleichzeitig adressieren. Bei der Umsetzung dieser Maßnahmen ergeben sich für Unternehmen im Wesentlichen drei Gestaltungsfelder. Dabei können die Maßnahmen in mindestens einem dieser Felder oder sogar in mehreren gleichzeitig wirken:

- Transparenz durch Digitalisierung: Dieses Gestaltungsfeld zielt darauf ab, durch den Einsatz digitaler Technologien eine bessere Übersicht über Prozesse, Daten und Risiken zu schaffen. Transparenz ermöglicht es, Störungen früher zu erkennen und fundierte Entscheidungen in Echtzeit zu treffen.
- Ausbau von Netzwerk & Kooperation: Dieses Gestaltungsfeld betont die Bedeutung von Governance, Partnerschaften und Netzwerken innerhalb von Wertschöpfungsketten. Eine enge Zusammenarbeit mit Partnern und Lieferanten stärkt die Resilienz durch gemeinsame Strategien und geteilte Ressourcen.
- Resiliente Unternehmenskultur & -organisation: Dieses Gestaltungsfeld fokussiert darauf, die Resilienz durch die Unternehmenskultur und organisatorische Strukturen zu verankern. Mitarbeitende, Führungskräfte und Prozesse müssen flexibel, agil und widerstandsfähig auf Störungen reagieren können.

3.2 Ergebnisse aus den Interviews

Die Ergebnisse der Interviews sind in vier thematische Unterkapitel gegliedert, die sich an der Struktur des Interviewleitfadens orientieren. Im Mittelpunkt stehen zentrale Aspekte der Resilienz in kleinen und mittleren Unternehmen.

Die Unterkapitel umfassen (1) aktuelle Schocks und Risiken, (2) Reaktionsfähigkeit auf Schocks und Risiken, (3) Strategien und Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz sowie (4) Anforderungen an ein Resilienz-Managementsystem. Diese Struktur ermöglicht eine systematische Analyse der erhobenen Daten und unterstützt die Ableitung praxisrelevanter Erkenntnisse.

3.2.1 Aktuelle Schocks und Risiken

Die Auswertung der Interviews mit 18 kleinen und mittleren produzierenden Unternehmen zeigt, dass externe Schocks, ihre unmittelbaren Folgen sowie potenzielle zukünftige Risiken wesentliche Einflussgrößen für die betriebliche Resilienz darstellen. Die Häufigkeit, Reichweite und Art dieser Belastungen variieren zwar, es lassen sich aber konsistente Strukturen identifizieren.

Alle Befragten nannten externe Schocks als zentralen Auslöser betrieblicher Störungen. Die drei am häufigsten genannten Schockarten waren pandemiebedingte Einschränkungen, geopolitische Entwicklungen wie der Ukrainekrieg sowie versorgungsbezogene Ereignisse, etwa die Blockade des Suezkanals oder Lieferausfälle. Einen Überblick über die Schockarten, ihre Häufigkeit der Nennung in den Interviews sowie typische betriebliche Folgeeffekte können **Bild 5** entnommen werden.

Die resultierenden Folgen betrafen vor allem den Produktionsbereich. In 15 Interviews wurde von Produktionstopps, Materialknappheit oder Unterauslastung berichtet. Ebenso häufig wurden wirtschaftliche Auswirkungen wie Umsatzrückgänge, gestiegene Herstellkosten und eine sinkende Planungssicherheit benannt. In über zwei Dritteln der Fälle waren auch personelle Folgen zu beobachten: von krankheitsbedingten Ausfällen über Fluktuation bis hin zu sinkender Motivation und einer Verschlechterung des sozialen Betriebsklimas. Diese betrieblichen Reaktionen gehen auf externe Schocks zurück, verstärken sich aber durch strukturelle Schwächen im Unternehmen.

Es zeigt sich eine Überschneidung zwischen konkreten Folgen und wahrgenommenen Risiken. So wurden etwa Fachkräftemangel, Fluktuation und Lieferverzögerungen in vielen Fällen nicht nur als bereits eingetretene Effekte geschildert, sondern von zwölf Unternehmen zusätzlich als zukünftige Bedrohung mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit eingeordnet. Auch Produktionsstopps, IT-Ausfälle oder Qualitätsprobleme erscheinen sowohl retrospektiv als Folge als auch prospektiv als Risiko. Die identifizierten Risiken lassen sich fünf zentralen Kategorien zuordnen, wie in **Bild 6** dargestellt.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass insbesondere Personal- und Lieferkettenrisiken von der Mehrheit der Unternehmen (dreizehn Nennungen) als kritische Schwachstellen wahrgenommen werden. Dabei zeigen sich personelle Verwundbarkeiten nicht nur operativ, sondern auch strategisch und kulturell: Fehlendes Know-how, begrenzte Ressourcen und eingeschränkte Handlungsspielräume behindern insbesondere in Krisensituationen die Reaktionsfähigkeit. Zugleich wurde deutlich, dass nicht alle betrieblichen Belastungen direkt auf externe Schocks zurückzuführen sind. Vielmehr wirken strukturelle Schwächen, etwa ein

Risikokategorie	Konkret
Personalrisiken	Verlust von Know-how, Ausfälle, Fachkräftemangel
Markt- und Kundenrisiken	Abwanderung, Preiswettbewerb
Lieferketten- und Beschaffungsrisiken	Lieferverzögerungen, Ausfall einzelner Zulieferer, Engpässe bei Vorprodukten oder Rohstoffen, mangelnde Alternativen
Operative Risiken	Produktionsstopps, Maschinenstillstände, IT-Ausfälle, Qualitätsprobleme
Strategisch-strukturelle Risiken	Fehlende Nachfolge, mangelnde Digitalisierung oder überhöhter Organisationsaufwand

Bild 6 Risikokategorien und konkrete Ausprägungen.
Grafik: Fraunhofer IPA

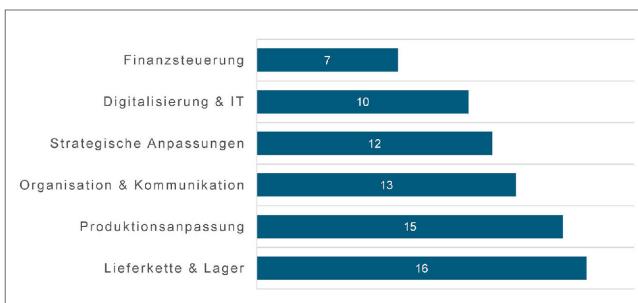


Bild 7 Häufigkeiten der Maßnahmenfelder in Bezug auf Schocks.
Grafik: Fraunhofer IPA

geringer Digitalisierungsgrad, mangelnde Prozess- und Datentransparenz oder das Fehlen eines systematischen Risikomanagements, in vielen Fällen als Verstärker. Was zunächst als unmittelbare Krisenfolge erscheint, ist häufig Ausdruck bereits zuvor bestehender interner Defizite, die erst unter Stressbedingungen sichtbar werden.

Insgesamt wird deutlich: Schocks, betriebliche Auswirkungen und wahrgenommene Risiken sind untrennbar miteinander verknüpft. Sie bilden ein komplexes Wirkungsgefüge, dessen Belastungsdynamik maßgeblich davon abhängt, wie frühzeitig interne Schwachstellen erkannt und durch geeignete Maßnahmen gezielt adressiert werden.

3.2.2 Maßnahmen und Reaktionsfähigkeit auf Schocks und Risiken

Die befragten produzierenden KMU reagierten auf externe Schocks mit einem breiten Bündel an Maßnahmen, die sich in Ausrichtung, Zielrichtung und Umsetzbarkeit deutlich unterscheiden. In 16 Fällen wurden Anpassungen in der Lieferketten- und Lagerstrategie (wie Aufbau von Notfallbeständen, Diversifikation von Lieferanten) umgesetzt, gefolgt von Produktionsanpassungen (zum Beispiel Auftragspriorisierung, flexible Fertigungstiefe) mit 15 Nennungen. Auch organisatorische Maßnahmen (13 Nennungen) wie Kundenkommunikation oder strategische Reorganisierung (zwölf Nennungen) kamen zum Einsatz. Maßnahmen im Bereich Digitalisierung & IT wurden in zehn Fällen umgesetzt, darunter die Einführung von ERP-Erweiterungen oder digitalen Kommunikationskanälen. Die Finanzsteuerung wurde hingegen nur siebenmal umgesetzt, beispielsweise in Form von Liquiditätsanalysen oder Preisgleitklauseln. Die verschiedenen Maßnahmen inklusive ihrer Nennungen sind in **Bild 7** dargestellt.

Es wird erkennbar, dass operative Anpassungen dominieren, während strategische Maßnahmen seltener umgesetzt wurden. Agilität ist dabei als strategische Fähigkeit zu verstehen, sich schnell und proaktiv an neue Rahmenbedingungen anzupassen,

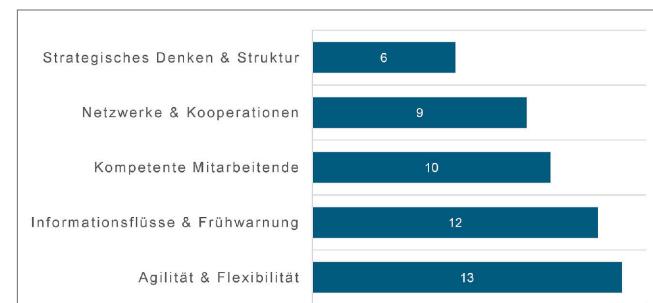


Bild 8 Voraussetzungen für einen besseren Umgang mit Schocks.
Grafik: Fraunhofer IPA

während Flexibilität die operative Möglichkeit beschreibt, kurzfristig Prozesse, Ressourcen oder Kapazitäten zur Bewältigung konkreter Störungen umzustellen.

Ob diese Maßnahmen die Resilienz tatsächlich erhöht haben, wurde von den Unternehmen unterschiedlich bewertet. Kurzfristige Stabilisierungseffekte – etwa durch verbesserte Versorgungssicherheit oder klare interne Kommunikation – wurden von der Mehrheit (13 Nennungen) bestätigt. Mittelfristige oder langfristige Resilienzeffekte zeigten sich vor allem, wenn Maßnahmen nicht isoliert, sondern strukturell und kulturell eingebettet waren.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist abhängig von bestimmten Voraussetzungen. Wie **Bild 8** zeigt, wurden vor allem Agilität und Flexibilität, transparente Informationsflüsse, kompetente Mitarbeitende sowie eine gute Vernetzung als grundlegende Voraussetzungen genannt.

Agilität beschreibt hier die strategische Fähigkeit, sich proaktiv und vorausschauend an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen [2, 4], während Flexibilität die operative Möglichkeit meint, kurzfristig Prozesse, Ressourcen oder Kapazitäten zur Bewältigung konkreter Störungen umzustellen [1, 3, 10]. Zudem erwiesen sich spezifische strategische Voraussetzungen wie proaktive Planung, klare Verantwortlichkeiten und eine resilienzorientierte Unternehmenskultur als wirksam, wurden jedoch seltener (sechs Nennungen) erfüllt.

Deutlich wird, dass viele dieser Voraussetzungen auf einen zentralen Querschnittsfaktor zurückgehen: die Digitalisierung. Sie wurde nicht nur als eigene Maßnahme, sondern vor allem als strukturelle Grundlage für nahezu alle anderen Resilienzvoraussetzungen beschrieben. Digitalisierung schafft Transparenz, erleichtert fundierte Entscheidungen und erlaubt es, Faktoren wie Agilität, Informationsflüsse oder Netzwerkfähigkeit überhaupt erst wirksam miteinander zu verknüpfen. Damit ist sie weit mehr als ein technisches Add-on: Sie bildet die infrastrukturelle Basis für resiliente Unternehmensstrukturen.

Bild 9 Status quo der Digitalisierung und gewünschte Weiterentwicklung. *Grafik: Fraunhofer IPA*

Digitaler Bereich	Aktueller Stand	Gewünschte Weiterentwicklung
ERP / Warenwirtschaft	Meist vorhanden, aber teils veraltet oder wenig automatisiert	Vollintegration mit Lager, Einkauf & Lieferanten (Echtzeit, KI-Unterstützung)
Kommunikation / Kollaboration	Teams, Outlook, Exchange weit verbreitet	Zentrale Plattform mit Kundenintegration & Dokumentenlogistik
Datenanalyse / Forecasting	Dashboards punktuell im Einsatz	Frühwarnsysteme, zentrale Dashboards mit Predictive Analytics
Cloud / Systemintegration	Teilweise cloud-basiert, oft viele Einzelsysteme	Vereinheitlichung, geringere Schnittstellenkomplexität
Künstliche Intelligenz / Automatisierung	Erste Pilotanwendungen, vor allem bei Kommunikation & Angebotslogik	KI-gestützte Planung, automatisierte Kundeninteraktion, eigene KI-Modelle

Bild 10 Informationsbedarfe der Unternehmen. *Grafik: Fraunhofer IPA*

Informationsbereich	Benötigte Inhalte
Lieferketten & Material	Verfügbarkeit, Auslastung, Rückstände, Verspätungen, Alternativquellen
Markt- & Preisentwicklung	Rohstoffpreise, Energiekosten, Logistikkosten, erwartete Trends
Interne Auslastung & Kapazität	Maschinenverfügbarkeit, Auftragsstand, Lagerreichweite, Fertigungsstatus
Personal & Qualifikation	Verfügbarkeit, Know-how-Verteilung, Ausfallrisiken
Externe Frühwarnung & Kommunikation	Rückmeldungen von Lieferanten, Branchensignale, gesetzliche Änderungen

3.2.3 Status quo und Strategien zur Stärkung der Resilienz

Auch die Strategien und Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz, die auch als digitaler Reifegrad zusammengefasst werden können, sind bei den befragten KMU verschieden. Während zehn Unternehmen moderne ERP-Systeme, cloudbasierte Datenanalysen und KI-Tools nutzten, arbeiteten acht Unternehmen noch mit fragmentierten Insellösungen und Excel-basierten Planungsansätzen. Auch wenn Programme wie „Microsoft Teams“, „Outlook“ oder einfache Dashboards flächendeckend eingesetzt wurden, fehlte in zehn Fällen eine Vernetzung der Systeme. Die Ausprägungen sowie die gewünschten Weiterentwicklungen zeigt **Bild 9**.

Neben digitalen Tools spielen Kompetenzen und Strukturen eine zentrale Rolle. Sieben Firmen verfügten über interdisziplinäre Teams, klare Verantwortlichkeiten und Entscheidungsspielräume auf operativer Ebene. Hilfreich waren in neun Fällen erfahrene Mitarbeitende, strukturierte Kommunikationskanäle sowie projektartige Koordinationsformen wie Taskforces oder Krisenstäbe. Ressourcen, wie redundante IT-Infrastruktur oder ein funktionierendes Partnernetzwerk, wurden in sechs Interviews ebenfalls direkt als stabilisierend beschrieben.

Ein Engpass bleibt der Zugang zu relevanten Informationen. Zwölf Unternehmen beklagten mangelnde Transparenz entlang der Lieferkette, unvollständige Echtzeitdaten und fehlende Frühwarnmechanismen. **Bild 10** fasst die häufigsten Informationsbedarfe zusammen, die im Kontext von Schocks als entscheidend für schnelle und wirksame Reaktionen aufgeführt wurden:

3.2.4 Anforderungen an ein Resilienz-Managementsystem

Kein befragtes Unternehmen verfügt bislang über Erfahrungen mit der Einführung oder Nutzung eines expliziten Resilienz-Managementsystems. Unter einem Resilienz-Managementsystem ist ein organisatorisch und technologisch verankertes System zu

verstehen, das Unternehmen befähigt, Risiken frühzeitig zu erkennen, in Krisen handlungsfähig zu bleiben und aus Erfahrungen zu lernen. Es umfasst die Phasen Awareness, Survival und Recovery und integriert digitale Elemente wie Datenintegration, Echtzeitinformationen und Plattformlösungen, die bislang vor allem in KMU meist nur als Wunsch formuliert wurden. Auch bekannte methodische Ansätze oder Systeme wurden nicht benannt. Entsprechend konnten die Fragen zu Entscheidungsprozessen, Potenzialen und konkreten Wirkungen solcher Systeme von den Unternehmen nicht beantwortet werden. Dies deutet darauf hin, dass Resilienz bislang primär als Reaktionsfähigkeit verstanden und nur selten systematisch und proaktiv adressiert wird.

Auch beim Themenblock zu Einführungsvoraussetzungen und methodischen Anforderungen zeigten sich Defizite. Antworten blieben allgemein oder vage, was auf eine fehlende Vorstellung zurückzuführen ist. Die meisten Unternehmen haben sich bislang nicht mit der konkreten Ausgestaltung eines Resilienz-Managementsystems auseinandergesetzt. Nur vereinzelt wurden Aspekte wie Datenintegration (drei Nennungen), Echtzeitinformationen (drei Nennungen), Nutzerfreundlichkeit (zwei Nennungen), zentrale Plattformen (eine Nennung) oder KI-basierte Analysen (eine Nennung) genannt – oftmals eher als Wunsch, denn als konkreter Plan. Insgesamt zeigt sich hier ein erhebliches Orientierungsdefizit, aber auch ein offenes Interesse für praktikable und alltagstaugliche Lösungsansätze.

4 Diskussion der Ergebnisse und Gestaltungsfelder zur Stärkung der Resilienz

4.1 Diskussion

Die Ergebnisse der systematischen Literaturanalyse sowie der durchgeführten Interviews zeigen eine thematische Schnittmenge hinsichtlich zentraler Gestaltungsfelder, die für die Resilienz von

Bedeutung sind. Betrachtet man die Ergebnisse der Literaturanalyse zu Schocks, Risiken und Maßnahmen zur Resilienzsteigerung und gleicht diese mit den Experteninterviews ab, lassen sich drei zentrale Gestaltungsfelder identifizieren:

1. Transparenz durch Digitalisierung,
2. Ausbau von Netzwerk & Kooperation und
3. resiliente Unternehmenskultur & -organisation.

Mit deren Umsetzung steigern produzierende Unternehmen ihre Agilität und Flexibilität, was zu einer Steigerung der Resilienz führt. Agilität beschreibt im Kontext der Resilienz die Fähigkeit eines Unternehmens, seine Strukturen, Systeme und Prozesse aktiv und zielgerichtet anzupassen. Flexibilität beschreibt hingegen die Reaktion auf Veränderungen im Vordergrund – ohne dabei grundlegende Prinzipien, Denkmodelle oder Strukturen zu verändern. Agilität zielt also auf proaktive Veränderung ab, wohingegen Flexibilität die Anpassungsfähigkeit innerhalb bestehender Rahmenbedingungen umfasst – beides ist für die Verbesserung der Resilienz relevant.

Die Reihenfolge der Gestaltungsfelder orientiert sich an ihrer Nennung in den Interviews und kann als Indikator für ihre wahrgenommene Relevanz in der Praxis verstanden werden. Die Gestaltungsfelder lassen sich zugleich als Anforderungen begreifen, die Unternehmen gezielt adressieren sollten, um ihre Resilienz systematisch zu stärken.

4.2 Gestaltungsfelder zur Stärkung der Resilienz

Zur Stärkung der Resilienz muss die Gesamtheit technischer, kooperativer und organisatorischer Elemente beachtet werden, die es einem Unternehmen ermöglichen, flexibel auf Störungen zu reagieren, Produktionsausfälle zu minimieren und sich rasch zu erholen – mit dem Ziel, Lieferfähigkeit und Produktqualität auch unter herausfordernden Bedingungen aufrechtzuerhalten. Dabei spielen Vernetzung und gezielter Austausch mit anderen Unternehmen eine zentrale Rolle, um frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen und möglichst schnell in den Ausgangszustand vor dem Schockereignis zurückzukehren. Die Gestaltungsfelder werden nachfolgend beschrieben und um Resilienzfaktoren ergänzt, die den jeweiligen Gestaltungsfeldern zugeordnet sind.

4.2.1 Digitalisierung: Befähiger für Resilienz

Digitalisierung fungiert als zentraler Befähiger resilenter Strukturen, indem sie datenbasierte Entscheidungsprozesse, Automatisierung und adaptive Reaktionsfähigkeit unterstützt. Digitalisierung ist nicht nur technologische Voraussetzung, sondern auch strategischer Hebel zur Erhöhung der organisationalen Anpassungsfähigkeit. Ein resilienzförderndes System sollte daher im Gestaltungsfeld der Digitalisierung beispielsweise folgende Resilienzfaktoren berücksichtigen:

- Robuste, skalierbare und interoperable IT-Infrastrukturen,
- echtzeitfähige Datenverarbeitung und -analyse,
- Integration digitaler Kommunikations- und Kollaborationsplattformen,
- Berücksichtigung von Informationssicherheit und Datenschutz als resilienzrelevante Faktoren.

4.2.2 Netzwerk & Kooperation: Resilienz als kollektives Phänomen

Netzwerke und Kooperationen erhöhen die systemische Widerstandsfähigkeit durch Ressourceteilung, Wissensaustausch und gegenseitige Unterstützung. In komplexen Wertschöpfungsnetzwerken ist die Resilienz einzelner Akteure eng mit der Resilienz des Gesamtsystems verknüpft. Das Gestaltungsfeld Netzwerk & Kooperation umfasst somit Resilienzfaktoren wie etwa:

- Systematischer Aufbau und Pflege strategischer Allianzen,
- vertrauensbasierte, transparente Kommunikationsstrukturen,
- Etablierung eines resilienten Lieferantennetzwerks und
- Koordinationsmechanismen für Krisensituationen.

4.2.3 Unternehmenskultur & -organisation: Fundament nachhaltiger Resilienz

Eine resiliente Organisation ist geprägt durch eine Kultur der Offenheit, des Vertrauens und der kontinuierlichen Weiterentwicklung. Die strategische Verankerung von Resilienz erfordert sowohl normative als auch operative Anpassungen. Diese umfassen für das Gestaltungsfeld Unternehmenskultur & -organisation beispielsweise die folgenden Resilienzfaktoren:

- Integration von Resilienzprinzipien in die Unternehmensstrategie,
- Förderung einer lernorientierten, fehlertoleranten Unternehmenskultur,
- Entwicklung einer resilienten Unternehmensorganisation und zugehöriger Führungskompetenzen,
- Etablierung von Feedback- und Reflexionsmechanismen als Basis für Interventionskreisläufe in Krisenzeiten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die identifizierten Gestaltungsfelder bieten einen konzeptionellen Rahmen für weiterführende empirische Studien. Vor allem die Untersuchung kausaler Zusammenhänge, Wechselwirkungen und Wirkungsgrade zwischen den Gestaltungsfeldern sowie deren Einfluss auf unterschiedliche Resilienzdimensionen ist ein weiterer Untersuchungsraum.

Die bisherigen Erkenntnisse und abgeleiteten Anforderungen an ein resilienzförderndes System verdeutlichen, dass Resilienz ein vielschichtiges, systemisches Konstrukt ist, dessen Wirksamkeit sich erst durch das Zusammenspiel verschiedener Faktoren entfaltet. Aus der Studie ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Viele Unternehmen agieren reaktiv statt proaktiv.
- Digitalisierung ist ein entscheidender Hebel für Resilienz, wird aber oft vernachlässigt.
- Es besteht ein hoher Bedarf an praxisnahen, skalierbaren Lösungen für das interne und externe Management von Resilienz. Die im Rahmen der Experteninterviews identifizierten Gestaltungsfelder werden unter anderem im Forschungsprojekt Resiplat [18] untersucht und unterstreichen die zentrale Bedeutung von Resilienz für die unternehmerische Praxis.

Aufbauend auf der systematischen Literaturrecherche sowie den qualitativen Interviewdaten soll eine ergänzende Onlinebefragung durchgeführt werden. Ziel dieser weiteren Erhebung ist, die empirische Basis zu erweitern, ein breiteres Praxisbild zu gewinnen und die im Rahmen der Interviews formulierten Hypothesen und Thesen einer quantitativen Validierung zu unterziehen.

FÖRDERHINWEIS

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit (Förderkennzeichen 02J23C04) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

LITERATUR

- [1] Gaubinger, K.: VUCA-Welt als zentrale Herausforderung für den Mittelstand. In: Gaubinger, K. (Hrsg.): Hybrides Innovationsmanagement für den Mittelstand in einer VUCA-Welt. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2021, S. 1–27
- [2] Herbane, B.: Rethinking organizational resilience and strategic renewal in SMEs. *Entrepreneurship & Regional Development* 31 (2019) 5–6, pp. 476–495
- [3] Schuh, G.; Patzwald, M.; Krebs, L. et al.: Resilienz im strategischen Management produzierender Unternehmen. Konzeptpapier. Stand: 2022. Internet: www.ikt.fraunhofer.de/content/dam/ikt/de/documents/white_paper/fraunhofer-ikt-publikation-konzeptpapier-resilienz-im-strategischen-management.pdf. Zugriff am 28.10.2025
- [4] Meschnig, G.: Volatilität nutzen – flexible Strategien, agile Organisationen. *Controlling & Management* 56 (2012) 3, S. 172–173
- [5] Kohl, H.; Buß, D.; Gebauer, H. et al.: White Paper »RESYST«. Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest. Stand: 2021. Internet: publica.fraunhofer.de/bistreams/57596bf7-1c31-4311-b708-3ee67650d06f/download. Zugriff am 28.10.2025
- [6] Potter, C.; Waterfall, G.: Information Security Breaches Survey. Technical Report. Internet: www.pwc.co.uk/assets/pdf/olpapp/uk-information-security-breaches-survey-technical-report.pdf. Zugriff am 28.10.2025
- [7] Bundesverband Metall: Struktur- und Konjunkturdaten zum Metallhandwerk. Internet: www.metallhandwerk.de/struktur-und-konjunkturdaten-zum-metallhandwerk/. Zugriff am 29.10.2025
- [8] Unkrig, E. R.: Resilienz im Unternehmen – den Faktor Mensch fördern. Handlungsempfehlungen und praktische Umsetzung. Heidelberg: Springer Gabler 2021
- [9] Schmitt, R.; Bauernhansl, T.; Bergs, T. et al.: WGP-Standpunkt Resilienz. WGP-Positionspapier zur Resilienz in Produktionssystemen. Internet: wgp.de/wp-content/uploads/2025/01/Positionspapier-Resilienz_final.pdf. Zugriff am 28.10.2025
- [10] Hémond, Y.; Robert, B.: Preparedness: the state of the art and future prospects. *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 21 (2012) 4, pp. 404–417
- [11] Henne, I.: How end-to-end data collaboration optimises value creation in supply chains. *Journal of Supply Chain Management, Logistics and Procurement* 6 (2023) 1, p. 14–25
- [12] Kübler, P.; Schneider, M.; Groß, E. et al.: IIoT Platforms as a central database for digital production. Stand: 2022. Internet: publica.fraunhofer.de/items/968b3fb2-2a35-45ba-a033-e0ce4b162a5b/request-a-copy?bitstream=fdfca5e49-3705-4875-9ae7-c821108c6519. Zugriff am 28.10.2025
- [13] Jelschow, V.; Schneider, M.; Groß, E. et al.: Auswahl von IIoT-Plattformen in der Produktion. Strategische Fragestellungen für die Anforderungsanalyse. *wt Werkstattstechnik* online 112 (2022) 5, S. 336–341. Düsseldorf: VDI Fachmedien, doi.org/10.37544/1436-4980-2022-05-66
- [14] Groß, E.; Schneider, M.; Schel, D. et al.: Erfolgreich mit IIoT-Plattformen. Von der Auswahl bis zur Einführung: IIoT-Plattformen in der Produktion. Webinar. Stand: 2022, Internet: www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen/veranstaltungen/2022/iiot-plattform.html?mtm_campaign=22-10-13-sm-iiot. Zugriff am 29.10.2025
- [15] Liang, L.; Han, Z.; Xie, J. et al.: S&T Innovation Platform Sharing Service Contract Mechanism to Achieve Supply Chain Resilience. *Sustainability* 14 (2022) 21, #14124
- [16] Bullinger-Hoffmann, A.; Rieprich, M.; Ramm, S. et al.: Resiliente Wertschöpfungsnetzwerke in der Gesundheitswirtschaft. Studie zum Umgang mit krisenbedingten Störungen in Zeiten von Industrie 4.0. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz 2022
- [17] Schneider, M.; Groß, E.; Gramberg, T. et al.: IIoT-Plattformen und digitale Services für den Mittelstand. So funktioniert plattformbasierte Wertschöpfung in der Produktion. Webinar. Stand: 2023, Internet: www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen/veranstaltunggen/2023/iiot_fuer_mittelstand.html. Zugriff am 29.10.2025
- [18] Gross, E.; Schneider, M.; Birenbaum, C.: Resiplat– Resilienzsteigerung in metallbe- und -verarbeitenden Unternehmen durch ein vernetztes Plattformökosystem. Internet: www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/resiplat.html. Zugriff am 28.10.2025
- [19] Liberati, A.; Altman, D. G.; Tetzlaff, J. et al.: The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of clinical epidemiology* 62 (2009) 10, e1–34
- [20] Mayring, P.; Fenzl, T.: Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS 2022, S. 691–706
- [21] Benfer, M.; Verhaelen, B.; Peukert, S. et al.: Resilience Measures in Global Production Networks. A Literature Review and Conceptual Framework. *Die Unternehmung* 75 (2021) 4, S. 491–520, www.jstor.org/stable/27284470
- [22] Shishodia, A.; Sharma, R.; Rajesh, R. et al.: Supply chain resilience: A review, conceptual framework and future research. *The International Journal of Logistics Management* 34 (2023) 4, pp. 879–908
- [23] Christopher, M.; Peck, H.: Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management* 15 (2004) 2, pp. 1–14
- [24] Tang, C. S.: Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics* 103 (2006) 2, pp. 451–488

Plattformökosystem. Internet: www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/resiplat.html. Zugriff am 28.10.2025

[19] Liberati, A.; Altman, D. G.; Tetzlaff, J. et al.: The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of clinical epidemiology* 62 (2009) 10, e1–34

[20] Mayring, P.; Fenzl, T.: Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS 2022, S. 691–706

[21] Benfer, M.; Verhaelen, B.; Peukert, S. et al.: Resilience Measures in Global Production Networks. A Literature Review and Conceptual Framework. *Die Unternehmung* 75 (2021) 4, S. 491–520, www.jstor.org/stable/27284470

[22] Shishodia, A.; Sharma, R.; Rajesh, R. et al.: Supply chain resilience: A review, conceptual framework and future research. *The International Journal of Logistics Management* 34 (2023) 4, pp. 879–908

[23] Christopher, M.; Peck, H.: Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management* 15 (2004) 2, pp. 1–14

[24] Tang, C. S.: Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics* 103 (2006) 2, pp. 451–488

Dr.-Ing. Erwin Gross 

erwin.gross@ipa.fraunhofer.de

Mirko Schneider, M. Sc. 

Christina Schäfer, B. Sc. 

Dr.-Ing. Christoph Birenbaum

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl 

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

www.ipa.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Dirk Marrenbach 

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

www.iao.fraunhofer.de

Prof. Dr. Vinzenz Krause 

Sebastian Kriebel, M. Sc. 

Stefan Niggli, M. Sc. 

Academy for Exponential Change GmbH
Pienzenauerstraße 12a, 81679 München

Ulrich Brücher

Arnz FLOTT GmbH Werkzeugmaschinen
Vieringhausen 131, 42857 Remscheid

Matthias Rapp

Toni Kugler

MBO Postpress Solutions GmbH
Grabenstr. 4–6, 71570 Oppenweiler

Maximilian Scheffz

thyssenkrupp Materials Services
thyssenkrupp Allee 1, 45143 Essen

Stefan Thorwarth

RT-Lasertechnik GmbH
Ferdinand-Braun-Str. 2, 33378 Rheda-Wiedenbrück

Thomas Anetseder

A & W Maschinenbau GmbH
Am Kühholz 2, 94136 Thyrnau

Dr. Cyrille Waguet

incontext.technology GmbH
Friedrich-Ebert-Anlage 27, 69117 Heidelberg

LIZENZ



Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons
Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)