

RESILIENZ

EIN FRAUNHOFER-KONZEPT FÜR DIE ANWENDUNG





RESILIENZ VON ORGANISATIONEN, INFRASTRUKTUREN UND ANDEREN KOMPLEXEN SYSTEMEN

*Blackout in New York City
nach Hurrican Sandy, 2012*



KOMPLEXITÄT ERFORDERT SYSTEMKOMPETENZ

Das Jahr 2020 hat mit der COVID-19-Pandemie den Fokus voll auf das Thema Resilienz gerichtet. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft diskutieren intensiv darüber, wie man die Resilienz von komplexen technischen und sozio-technischen Systemen **bestimmen**, vor allem aber mit welchen Maßnahmen man deren **Resilienz stärken** kann. Welche Eigenschaften entscheiden, ob beispielsweise ein Unternehmen oder eine ganze Wertschöpfungskette bereits bei kleineren Störungen ihre Leistungsfähigkeit verlieren oder aber in der Lage sind, auch schwere Schocks zu absorbieren? Mit welchen organisatorischen, technischen oder personellen Maßnahmen können Entscheidungsträger sicherstellen, dass bei zukünftigen Krisen die Systeme sich rasch erholen oder gar gestärkt aus ihnen hervorgehen?

Unser Verständnis

von Resilienz: Resilienz bezeichnet die Fähigkeit sozio-technischer Systeme, Schocks und Störereignisse zu absorbieren und Kernfunktionalitäten aufrecht zu erhalten bzw. schnell wiederherzustellen sowie aus Erfahrungen zu lernen und sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen.

Zahlreiche Fraunhofer-Institute forschen seit vielen Jahren mit ganz unterschiedlichen methodischen Ansätzen an Konzepten und Lösungen, die zu einer Steigerung der Resilienz beitragen können. Bereits 2014 entstand in einem gemeinsamen Projekt mit der acatech – Nationale Akademie der Technikwissenschaften – eine Empfehlung¹ an die Politik, wie man durch welche Maßnahmen dem Ziel einer resilienteren Wirtschaft und Gesellschaft näherkommt. Fraunhofer vereint dabei ein breites Spektrum an Fachexpertisen, um basierend auf unterschiedlichsten technologischen, gesellschaftswissenschaftlichen und ökonomischen Methoden das Forschungsfeld Resilienz voranzubringen. Mit seiner einzigartigen Kompetenz und Erfahrung in der angewandten Forschung möchte die Fraunhofer-Gesellschaft einen Beitrag zu einem besseren Verständnis jener Faktoren leisten, die **Systeme widerstandsfähig und anpassungsfähig** machen.

Mit dem vorliegenden Dossier möchten wir Lösungswege aufzeigen, die Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft dabei unterstützen können, auf zukünftige Schocks und Krisen bestmöglich vorbereitet zu sein. Anhand konkreter Projektbeispiele und Initiativen machen wir deutlich, dass das vielseitige Zusammenwirken der verschiedenen wissenschaftlich-technischen Kompetenzen bereits heute die Grundlage bietet für mehr Resilienz von Gesellschaft, Staat und Wirtschaft.

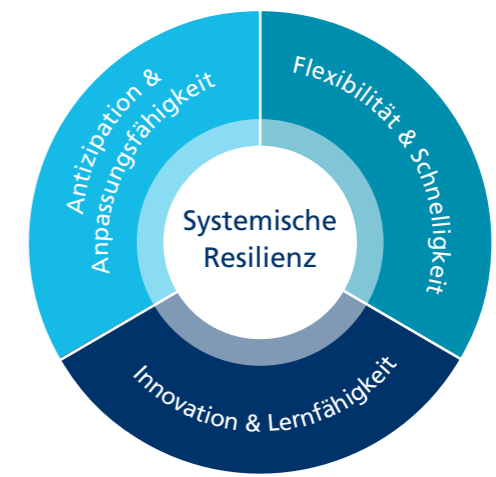
¹ acatech Studie: »Resilience-by-Design«: Strategie für die technologischen Zukunftsthemen. München, 2014 <https://www.acatech.de/publikation/resilien-tech-resilience-by-design-strategie-fuer-die-technologischen-zukunftsthemen-2/>

DER NEUE IMPERATIV DER RESILIENZ

Auch losgelöst von den Herausforderungen in Folge von COVID-19 wird es in den kommenden Jahren immer wichtiger werden, ein vertieftes Verständnis für die Resilienz unserer Systeme zu entwickeln und in resilienzsteigernde Maßnahmen zu investieren. Absehbar ist, dass verschiedene **globale Veränderungsprozesse** wie der Klimawandel, die Energie- und Mobilitätswende oder auch geo-politische Dynamiken unmittelbare und häufig disruptive Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft haben werden. Zugleich werden mit der Digitalisierung die Wirtschafts- und Produktionssysteme immer komplexer, was zu neuen **Verwundbarkeiten** gegenüber Schocks führen kann.

Durch **Kaskadeneffekte** können bereits lokale Störereignisse zu einer systemischen Herausforderung werden. Ein fundiertes und holistisches Verständnis der Resilienzeigenschaften unserer Systeme, verbunden mit der strategischen Förderung zur Steigerung der Resilienz kann dabei helfen, diesen komplexen Herausforderungen zu begegnen und auch in unsicheren Zeiten langfristig erfolgreich zu sein. Dabei bedeutet eine Erhöhung der Resilienz keineswegs notwendigerweise eine Einbuße an Effizienz. Kluge Investitionen in die Stärkung systemischer Resilienz können langfristig sogar zu einer Effizienzsteigerung, aus wirtschaftlicher Sicht gar zu Standortvorteilen gegenüber Wettbewerbern beitragen. Insbesondere bei der **Gestaltung zentraler Transformationsprozesse** wie der Dekarbonisierung, der Energiewende oder der Digitalisierung, die ja von unerwarteten Brüchen und unplanbaren Dynamiken gekennzeichnet sind, ist ein hohes Maß an Resilienz ein entscheidender Erfolgsfaktor.

¹ Grafik: Die drei Kernfähigkeiten von systemischer Resilienz



1

DREI KERNFÄHIGKEITEN ENTSCHEIDEND FÜR RESILIENZ

Entsprechend der Mission von Fraunhofer ist es unser Anspruch, die Randbedingungen klar zu definieren, die wir bei der Anwendung unseres Resilienzansatzes zu Grunde legen. Demnach basiert unser Verständnis von Resilienz auf folgendem Fundament:

In einer komplexen, von Unsicherheit geprägten Welt lassen sich nicht alle Risiken frühzeitig identifizieren, **Schocks sind unvermeidbar**. Resiliente Systeme sind jedoch in der Lage, solche Schocks zu absorbieren, ihre Kernfunktionalitäten aufrechtzuerhalten bzw. schnell wiederherzustellen und darüber hinaus aus Erfahrungen zu lernen sowie sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen. Dies gilt sowohl für technische Systeme (bspw. Infrastrukturen) als auch für sozio-technische Systeme (z. B. Organisationen, Lieferketten). Entsprechend stehen drei Kernfähigkeiten im Zentrum unseres Ansatzes:

- Erstens besitzen resiliente Systeme die Eigenschaft, in unterschiedlichen Schocksituationen in der Lage zu sein, **schnell und flexibel zu reagieren**, um die Auswirkungen zu minimieren. Ungeachtet der Ursache einer Störung oder eines Schocks stehen ausreichende **Redundanzen** zur Verfügung, um Ausfälle zu kompensieren und Kaskadeneffekte zu vermeiden.
- Zweitens verfügen resiliente Systeme über Kapazitäten, um schleichende Stressfaktoren und Belastungen **frühzeitig zu erkennen und proaktiv Maßnahmen einleiten zu können**. Damit dies gelingt, bedarf es stets einer Kombination aus technischen, organisatorischen und ökonomischen Instrumenten. Dadurch sind resiliente Systeme nicht nur widerstandsfähig gegenüber unerwarteten Schocks, sondern besitzen auch die Fähigkeit, sich fortlaufend an eine sich wandelnde Systemumgebung anzupassen.



1 Naturkatastrophen wie Hurricane Irma verdeutlichen, wie wichtig resiliente Infrastrukturen sind.

- Drittens umfasst nach unserer Überzeugung systemische Resilienz mehr als die Fähigkeit, nach einem Schockereignis »zurückzufedern« im Sinne eines »bounce back«. Vielmehr verfügen resiliente Systeme über die dynamische Fähigkeit, vor, während und nach einem Schockereignis proaktiv zu agieren und aus Schocks zu lernen, sich kontinuierlich weiterzuentwickeln sowie, falls nötig, auch transformative Veränderungen erfolgreich zu meistern. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist ein hohes Maß an Innovationsfähigkeit.

Aufgrund der systemischen Komplexität lässt sich die strategische Stärkung dieser Kernfähigkeiten nicht durch isolierte Einzelmaßnahmen erzielen, sondern macht einen holistischen Ansatz notwendig. Das heißt, sowohl für die Resilienzanalyse als auch für die darauf aufbauende Entwicklung von resilienzfördernden Maßnahmen müssen sehr unterschiedliche Perspektiven und Kompetenzen zusammengeführt werden.

BEDINGUNGEN FÜR ERFOLGREICHE RESILIENZSTRATEGIEN

Mittlerweile erweitern verschiedene Beratungsunternehmen ihr Angebotsportfolio auch um den Aspekt der **Resilienzberatung**. Methodisch verbergen sich dahinter in vielen Fällen altbekannte Konzepte aus dem **Risikomanagement**. Notorische **Schwäche dieser Ansätze** ist jedoch in der Regel, dass insbesondere seltene und schwerwiegende Störungen häufig nicht frühzeitig erkannt werden und die betroffenen Systeme weitgehend unvorbereitet auf die kritischsten Schocks verbleiben und die Krisenbewältigung nur wenig adressiert wird. Zudem konzentrieren sich solche Ansätze auf die Sicherung etablierter Funktionen von Systemen und geben keine Hilfestellung für notwendige Anpassungsprozesse nach Krisen. Resilienzstrategien können hier einen großen Mehrwert bringen, erfordern jedoch eine grundlegend andere Herangehensweise.

Was häufig unterschätzt wird: Die Fähigkeit, die Resilienz einer Organisation oder Infrastruktur zu erhöhen, setzt ein **tiefgehendes Verständnis des eigenen Systems, der Kritikalität einzelner Komponenten innerhalb des Systems, sowie der wechselseitigen Abhängigkeiten** gegenüber externen Stakeholdern und anderer Faktoren voraus. Insbesondere ist es für die Entwicklung umfassender Resilienzstrategien notwendig:

- eine **Integration verschiedener disziplinärer Zugänge** aus der angewandten Forschung zielgerichtet umzusetzen und in passfähige Angebote an die Wirtschaft und die Politik zu übersetzen. Während die ingenieurwissenschaftlichen Resilienzmodelle dabei helfen, die Widerstandsfähigkeit von technischen Systemen (z.B. Infrastrukturen) zu verbessern, beschäftigen sich sozialwissenschaftliche Resilienzansätze unter anderem mit der Frage, wie Organisationen und andere soziale Systeme aus Krisen und Schocks lernen können und deren Anpassungsfähigkeit gesteigert werden kann. In der Realität haben wir es aber zumeist mit **sozio-tech-**



2 Die Komplexität unserer Städte nimmt zu: eine Nachtaufnahme von Bangkok.

nischen Systemen zu tun. So hängt beispielsweise die Resilienz des IT-Systems eines Unternehmens nicht nur von der eingesetzten Hard- und Software, sondern mindestens in gleichem Maße von den Kompetenzen der Mitarbeiter in deren Handhabung ab. Entsprechend erfordert die Entwicklung von ganzheitlichen Resilienzstrategien eine integrierte Betrachtungsweise.

- **Methodenkompetenz** einerseits und **Technologie, Branchen- bzw. Domänenkompetenz** andererseits aus sämtlichen Wirtschaftszweigen miteinander zu verknüpfen und das jeweils vorhandene Wissen für die Systemkompetenz Resilienz nutzbar zu machen. Vor dem Hintergrund zunehmend globalisierter Wertschöpfungsketten und komplexer internationaler regulatorischer Rahmenbedingungen ist hierfür ein enger Wissensaustausch mit internationalen Partnern entscheidend. Zu diesem Zweck hat Fraunhofer 2018 gemeinsam mit Partnern aus über 20 Staaten weltweit das **Global Resilience Research Network** gegründet.

- **Resilienz nicht als statischen Zustand** zu betrachten, sondern als Eigenschaft eines sich dynamisch verändernden Systems, welches die Aspekte Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Robustheit miteinander verknüpft. Das heißt, Resilienz wird nicht als ein Zementieren eines Zustands definiert, sondern als **Kernelement dynamischer Transformationsprozesse**. Dies ermöglicht nicht nur eine erfolgreiche Bewältigung von unerwarteten Krisen und Schocks, sondern schafft auch die Grundvoraussetzung für eine proaktive Gestaltung globaler Dynamiken und Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wie dem Klimawandel, der Digitalisierung oder der Energie- und Mobilitätswende.

- die ökonomische Perspektive zu berücksichtigen. Insbesondere müssen der **mittel- und langfristigen Mehrwert von Investitionen in Resilienzmaßnahmen** aufgezeigt werden. Hier gilt es, zwischen ökonomisch sinnvollen Weiterentwicklungen und unrentablen Maßnahmen zu unterscheiden, um bei Unternehmen und Politik die Akzeptanz in diese Investitionen sicherzustellen. So können ingenieurtechnische Modelle und Simulationen Unternehmerinnen und Unternehmern aufzeigen, wie kluge Investitionen in Preparedness und Mitigation die Kosten für die Bewältigung einer Krisensituation deutlich senken.

- politischen und wirtschaftlichen **Entscheidungsträgern** strategische Planungs- und Handlungsoptionen zu mehr Resilienz aufzuzeigen und ebenso **kleinen und mittelständischen Betrieben** praktische Tools an die Hand zu geben, um ihre Resilienz zu erfassen und zu steigern. Technische, organisatorische und finanzielle Maßnahmen, die zur Steigerung der Resilienz eines Unternehmens beitragen, müssen präzise identifiziert, quantifiziert und in ein wechselseitiges Beziehungsmodell gesetzt werden, so dass ein Entscheidungsträger diese auch operativ steuern kann.



DIE RESILIENZKOMPETENZ BEI FRAUNHOFER

Fraunhofer betreibt seit über zehn Jahren interdisziplinäre und stark angewandte Forschung für Technologien und Innovationen, die unsere lebenswichtigen Systeme resilienter machen können. Das **Kompetenzprofil der Institute** umfasst dabei etablierte Themenfelder wie den Bereich Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS), die Resilienz von Produktions- und Logistikprozessen, dezentrale Energie- und Mobilitätskonzepte für die Energiewende sowie in jüngerer Vergangenheit vermehrt digitale Technologien wie die Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Erhöhung der Resilienz technischer Systeme.

Aufgrund seiner **Multidisziplinarität** einerseits sowie seiner **querschnittlichen Relevanz für sämtliche Wirtschafts- und Industriezweige** andererseits ist das Thema Resilienz bisher nicht explizit in einem Fachverbund der Fraunhofer-Gesellschaft verortet. Eine strategische Zusammenführung und Koordination der vielseitigen Resilienzkompetenzen in den Fraunhofer-Instituten ermöglicht ein in Deutschland absolut einmaliges Resilienzangebot, welches gemäß der Mission der Fraunhofer-Gesellschaft dem Wohle von Gesellschaft und Wirtschaft zur Verfügung gestellt werden kann.

Als **unabhängiger, gemeinnützig orientierter Partner** kann Fraunhofer damit Partner aus Politik und Wirtschaft erfolgreich unterstützen, die Kernfähigkeiten aufzubauen, die für die Steigerung der Resilienz entscheidend sind. Wie die nachstehenden Fallbeispiele deutlich machen, kann der integrative Ansatz von Fraunhofer die Förderung von Resilienz auf sehr unterschiedlichen Ebenen unterstützen. Diese reichen vom politischen-wirtschaftlichen Gesamtsystem über Wertschöpfungs- und Lieferketten bis hin zum einzelnen Unternehmen.

EINBLICKE IN DIE ANGEWANDTE RESILIENZFORSCHUNG

Im Folgenden werden beispielhaft Projekte und Tools vorgestellt, die verschiedene Fraunhofer-Teams zur Steigerung der Resilienz bereits auf den Weg gebracht haben:

Krisenmanagement und Resilienz – Corona (KResCo)

Seit Monaten stellt die COVID-19-Pandemie zahlreiche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens vor große Herausforderungen. Hierbei lassen sich in den verschiedenen Ländern und Wirtschaftsräumen unterschiedlichste Entwicklungen beobachten, die auf variierende Voraussetzungen, Strukturen, Maßnahmen und Wirkungen zurückzuführen sind. Die vielfältigen Lösungsstrategien werden im Fraunhofer-Gemeinschaftsprojekt »Krisenmanagement und Resilienz – Corona« (kurz: KResCo) genauer betrachtet und analysiert. Das Projekt ist Teil des Aktionsprogramms »Fraunhofer vs. Corona«, mit dem Fraunhofer an vorderster Front bei der Bekämpfung der COVID-19-Pandemie mitwirkt – und Wirtschaft und Gesellschaft bei der Bewältigung direkter Auswirkungen und späterer Folgen unterstützt.

KResCo zielt darauf ab, politische Entscheidungen im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie und deren Auswirkungen zu analysieren. So betrachtet das Projekt beispielsweise, welche Faktoren die Anpassungs- und Innovationsfähigkeit von Organisationen in Krisensituationen beeinflussen, aber auch wie die Pandemie als Katalysator für digitale Transformationsprozesse wirken kann. Darauf basierend werden Handlungsempfehlungen für verschiedene gesellschaftliche Bereiche erarbeitet, die hilfreich für den weiteren Verlauf dieser, aber auch zukünftiger Pandemien sind. Die Ergebnisse des Projekts können dabei insbesondere zu einer verbesserten gesellschaftlichen Resilienz beitragen, indem Entscheidungsträgerinnen und -träger ein



1

1 Im Resilience Engineering wird ein Schadensereignis in fünf Phasen eingeteilt.

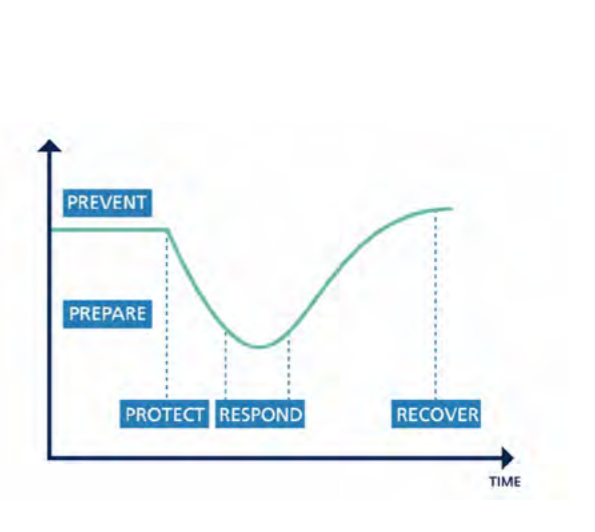
besseres Verständnis der vielfältigen Auswirkungen von Entscheidungen entwickeln und dadurch das Krisenmanagement gestärkt wird. Ein weiteres, übergeordnetes Ziel von KResCo ist die Entwicklung von offen zugänglichen Datensätzen für weitere wissenschaftliche Arbeiten in Bezug auf Pandemieaktionen.

Das Projekt wird über den Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung organisiert und verbindet die unterschiedlichen Expertisen des Fraunhofer-Instituts für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI, des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, des Fraunhofer-Zentrums für Internationales Management und Wissensökonomie IMW sowie des Fraunhofer-Informationszentrums Raum und Bau IRB.

https://www.int.fraunhofer.de/de/presse_und_medien/presseinformationen/PI_KResCo_Projektstart.html

Der Fraunhofer Resilienz-Evaluator (FRE)

Resilienz ist der Schlüssel für Unternehmen, um Krisen erfolgreich zu bewältigen, und sie ist kein Zufall: Man kann sie strategisch planen und messbar machen. Das war die Prämisse am Beginn der Entwicklung eines Werkzeugs speziell für kleine und mittelständische Unternehmen, die das Thema Resilienz strategisch angehen möchten. Die Wahrnehmung von Resilienz als Kerneigenschaft des eigenen Unternehmens oder der Organisation ist der wichtigste Schritt bei der strategischen Planung von Resilienz. Mithilfe eines webbasierten Tools in Form eines strukturierten Fragebogens können KMU



2

2 Die Resilienz eines Unternehmens oder eines Systems ist messbar, indem Leistung als Verlauf über die Zeit betrachtet wird.

ihren aktuellen Resilienzstatus erfassen sowie auswerten und visualisieren und darauf aufbauend konkrete technische, organisatorische und ökonomische Maßnahmen entwickeln, um die Resilienz zu erhöhen. Dabei werden Themenfelder aus dem Bereich Infrastruktur und Technik, Organisation, Finanzen und Personal beleuchtet, am Ende ergibt das Zusammenwirken all dieser Faktoren den Ausschlag darüber, wie resilient ein Unternehmen ist.

Das Tool wurde im Rahmen des Fraunhofer-Programms »Fraunhofer vs. Corona« am Fraunhofer-Institut für Kurzzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, so weiterentwickelt, dass es nun unterschiedlichen Branchen und Unternehmensgrößen zur Verfügung steht.

<https://www.emi.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/sicherheit/forschung/Fraunhofer-Resilience-Evaluator-FRE.html>

Fraunhofer-Innovationsprogramm RESYST – Themenfeld Reorganisations- und Gestaltungskonzepte zur Resilienzsteigerung in Liefer- und Produktionsnetzwerken

Das Fraunhofer-Innovationsprogramm Resiliente Wertschöpfungssysteme (»RESYST«) fokussiert auf resiliente und dynamische Wertschöpfungssysteme bei gleichbleibend hoher Produktivität und Individualisierung. Resilienz gegenüber Störfällen aller Art entwickelt sich dabei zunehmend zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor. Ein interdisziplinäres Konsortium aus 17 Fraunhofer-Instituten erarbeitet konkrete Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen sowohl für den Planungsprozess als auch die Betriebsphase von resilienten Produktions- und



Logistiksystemen. Wesentliches Ziel ist die Entwicklung von Strategien und Technologielösungen sowie die Entwicklung von Wertschöpfungsnetzwerken, welche zur frühzeitigen Erkennung, zum Schutz sowie zur Gegensteuerung bzgl. unerwarteter Ereignisse fähig sind. Die Forscherinnen und Forscher integrieren dabei die unterschiedlichen Sichtweisen, die Management- und Netzwerkebene (z.B. Resilienzstrategie, alternative Wertschöpfungsketten) und die Prozess- und Wertschöpfungsebene (z.B. wandlungsfähige und instandhaltungsfreie Produktionssysteme, ressourceneffiziente Produktionsverfahren), um ganzheitlich Lösungsbausteine zur Gestaltung resilienter Wertschöpfungssysteme bereitzustellen.

Im Themenfeld »Ausfallsichere Liefer- und Produktionsnetzwerke« stehen neue Reorganisations- und Gestaltungskonzepte zur Resilienzsteigerung im Fokus. Resiliente Lieferkonzepte sind eine zentrale Voraussetzung für eine sichere Versorgung. Aus diesem Grund wird Wissen zur Identifikation, Entwicklung und Strukturierung von Resilienzindikatoren zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor. Die Institute für Materialfluss und Logistik IML und für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF des Verbundes Produktion der Fraunhofer-Gesellschaft bündeln ihr Know-how zu Reorganisations- und Gestaltungskonzepten für Verkehrsinfrastrukturen, Liefer- und Produktionsnetzwerken innerhalb von »RESYST«.

Hierbei werden verschiedene Betrachtungsebenen einbezogen, so dass Resilienzindikatoren nicht nur für Liefer- und Logistiknetzwerke erhoben werden, sondern auch für Verkehrsinfrastrukturen der verschiedenen Verkehrsträger. Dabei wird die Planung und Überwachung von widerstandsfähigen und belastbaren Lieferkonzepten und -prozessen auf Basis dieser Indikatoren durchgeführt, um nach dem Auftreten von Beeinträchtigungen die Auswirkungen auf die Logistik erkennen und bewertbar zu machen.

Umfangreiche Daten für diese Analyse stehen im Zuge der Digitalisierung von Logistikprozessen durch den Technologieeinsatz auf Objektebene mit definierten Scanpunkten in

langen Logistikketten (z.B. bei Warenein- und -ausgängen) sowie durch Verkehrstelematik zunehmend zur Verfügung. Die echtzeitnahe Verfügbarkeit von Informationen zur Fracht als Logistikobjekt steigert die Reaktionsfähigkeit auf Anomalien in der Logistik deutlich, weil sie damit die wirtschaftliche Produktionsleistung des einzelnen Unternehmens erfasst – ein wesentlicher Beitrag zur Resilienzphase »Prevent«. Technische Lösungen zum Frachtscan mit der Erfassung unterschiedlichster Frachtmerkmale bieten weiterhin Potenziale für die Resilienzphase »Recover« – z. B. im Falle eines Datenverlusts im IT-System.

Auf mikro-, meso- und makrologistischer Ebene ermöglicht die gemeinsame Diskussion von Bedrohungsszenarien für verschiedene Stakeholder wie Unternehmen, Branche, Region, Legislative die Ableitung von Maßnahmen. Nach Lokalisierung und Priorisierung von Handlungsfeldern zur Resilienzsteigerung im Unternehmen erfolgt die Erarbeitung von Handlungsoptionen und Maßnahmen zur Bewältigung des Zielkonflikts Resilienzsteigerung vs. Kostensenkung: Für die Akzeptanz ist eine optimale Balance von Resilienz und Kosten entscheidend.

Die generische Anpassungsfähigkeit und hohe Flexibilität logistischer Netze fördert die Entwicklung und Umsetzung neuer Produkte, Services und Geschäftsmodelle für resiliente logistische Dienstleistungen und Infrastrukturen, die damit die Leistungsfähigkeit von komplexen Produktionsnetzen absichern. Die operative Absicherung von Wirtschaftsprozessen wird dabei immer auf der Verfügbarkeit von belastbaren Resilienzindikatoren und Echtzeit-Informationen am physischen Warenübergang aufbauen, dem Gefahrenübergang zwischen zwei Stakeholdern innerhalb eines Logistiknetzes.

<https://www.produktion.fraunhofer.de/de/forschung-im-verbund/zukunftsthemen/RESYST.html#1>

Impressum

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c
80686 München

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr.-Ing. Stefan Hiermaier, Daniel Hiller, Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI

Prof. Dr. Jakob Edler, Dr. Florian Roth, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Prof. Dr. Julia C. Arlinghaus, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Kontakt

Daniel Hiller
Daniel.Hiller@emi.fraunhofer.de

Dr. Florian Roth
florian.roth@isi.fraunhofer.de

Bildquellen

Seite 3: Wiki Commons
Seite 5: iStock
Seite 7: picture alliance
Seite 8: Adobe Stock
Alle übrigen Bilder © Fraunhofer

Gestaltung: Silke Schneider

© Fraunhofer-Gesellschaft e.V., München 2021

