

## KI-basierte Maßnahmenempfehlung zur Steigerung der Resilienz und Ressourceneffizienz

# Zukunftsfähigkeit von KMU in der VUKA-Welt

T. Jahangirkhani, L. Wecken, S. Wulf, P. Nyhuis

**ZUSAMMENFASSUNG** Um die Zukunftsfähigkeit von produzierenden Unternehmen in der VUKA-Welt zu sichern, müssen frühzeitig konkrete Maßnahmen erkannt und umgesetzt werden. Diese können in verschiedenen Bereichen wie Resilienz und Ressourceneffizienz liegen und weisen komplexe Interdependenzen untereinander auf. Die Auswahl geeigneter Maßnahmen ist anspruchsvoll, besonders für KMU. Sie benötigen Unterstützung, um ihre individuellen Anforderungen zu bewerten und Maßnahmen zu definieren.

## STICHWÖRTER

Fabrikplanung, Management, Sicherheit

## Future viability of SMEs in the VUCA world

**ABSTRACT** To ensure the future viability of manufacturing companies in the VUCA world, it is necessary to identify specific measures and implement them at an early stage. These measures may refer to various areas, such as resilience and -resource efficiency, and are interdependent in a complex manner. Selecting suitable measures is a challenging task, especially for SMEs. They need support to assess their requirements and define measures.

## 1 Ausgangssituation und Motivation

Spätestens seit den 1980er-Jahren sind die Zeiten vorbei, in denen Unternehmen ihre Planungen unter stabilen und somit vorhersehbaren Umfeldbedingungen durchführen konnten. Der technologische Fortschritt, vor allem in der Logistik, sowie die Einführung des Internets haben die Globalisierung von Waren- und Informationsströmen ermöglicht und die Produktion in Netzwerken verflochten [1].

Für Unternehmen ging das nicht nur mit Chancen einher. Externe Faktoren, wie Weltwirtschaft, Umwelt, Politik, Gesellschaft und Technologie haben einen Einfluss auf Unternehmen, der berücksichtigt werden muss, um weiterhin zukunftsfähig zu wirtschaften [1]. Auch die genannten Einflussfaktoren unterliegen durch die voranschreitende Globalisierung permanenten Veränderungen. Durch diese zunehmend schnellen, kurzzyklischen und sprunghaften Veränderungen der Umfeldbedingungen wird die Prognostizierbarkeit von Einflüssen auf Unternehmen immer herausfordernder [2, 3]. Aus diesem Grund wird das Umfeld, in dem sich Unternehmen bewegen, mittlerweile als volatil, unsicher, komplex sowie ambivalent beschrieben und als VUKA-Welt bezeichnet [4].

In den vergangenen Jahren stieg die Anzahl an Beispielen, die den Zustand der VUKA-Welt verdeutlichen noch einmal deutlich an, wie etwa die Krisen durch Corona oder Krieg sowie singuläre Ereignisse wie die Blockade des Suez-Kanals [5–8]. Unternehmen sind gezwungen, durch die sich stets verändernden Einflüsse mit angepassten Strategien zu reagieren. Fähigkeiten, wie etwa Flexibilität, Rekonfigurierbarkeit oder Wandlungsfähigkeit, galten vor einiger Zeit noch als Erfolgsfaktoren für die zukünftige Wett-

bewerbsfähigkeit [1, 9]. Heute sind diese allein nicht mehr ausreichend, um die Zukunftssicherheit eines Unternehmens zu sichern [10]. Stattdessen gelten Fähigkeiten wie Resilienz oder Ressourceneffizienz zunehmend als Eigenschaften, die zur Zukunftssicherung von Unternehmen beitragen können.

Die Fähigkeit eines Systems, bei Eintritt von Störereignissen die existenznotwendige Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten sowie durch das Einleiten geeigneter Maßnahmen die Betriebsfähigkeit schnellstmöglich wiederherzustellen, wird als Resilienz bezeichnet und ist somit eine aktuelle Anforderung an Unternehmen [11, 12].

Neben der Resilienz stellt die Ressourceneffizienz eine wichtige Fähigkeit für produzierende Unternehmen dar. Die Folgen des Klimawandels haben in der VUKA-Welt mittlerweile einen direkten Einfluss auf Produktionssysteme, sodass sich Unternehmen vermehrt mit ihnen auseinandersetzen müssen [10, 13]. So kann eine steigende Häufigkeit an Extremwetterereignissen zur Zerstörung von Produktionsanlagen sowie Transportwegen oder einer Knappheit von produktionsnotwendigen Rohstoffen und Vorprodukten führen [5, 6, 14]. Um die Folgen des Klimawandels einzudämmen und die Weltwirtschaft klimafreundlich zu gestalten, besteht zudem die Anforderung durch Politik und Gesellschaft, verschärft durch die Selbstverpflichtung Deutschlands auf der Weltklimakonferenz 2015, dass Unternehmen ökologisch nachhaltig produzieren [15]. Die ergiebige Nutzung von Rohstoffen und Energie, gemessen am Verhältnis zwischen Input (eingesetzte Ressourcen) und Output (produzierte Produkte) bedeutet Ressourceneffizienz [16].

Unternehmen brauchen verantwortliche Fachplanende, welche die individuellen Anforderungen und Handlungsspielräume des

**Tabelle.** Übersicht bestehender Forschungsansätze (angelehnt an [19]).

	Anforderung					
	1	2	3	4	5	6
<i>Ressourcencheck-Tool</i> [29]		x		(x)	(x)	x
<i>Open-ResKit</i> [30]		x	x	x		x
<i>Triple R-Supply-Chain-Modell</i> [6]	x	(x)	(x)		(x)	
<i>World Class Manufacturing performance measurement</i> [31]	(x)	(x)	(x)	x		
<i>BEVUCA</i> [32]	(x)	(x)	(x)			
<i>MO360 Data Platform</i> [33]	(x)	x	x			(x)
<i>PAIRS</i> [34]	x			(x)	x	x

x erfüllt

(x) mit Einschränkungen

jeweiligen Unternehmens einschätzen können und bei der Maßnahmendefinition berücksichtigen. Dies ist aufgrund der komplizierten Zusammenhänge der VUKA-Welt eine herausfordernde Aufgabe und stellt KMU (kleine und mittlere Unternehmen) vor große Schwierigkeiten. In KMU werden Entscheidungen oft von Generalisten getroffen, die nicht das nötige Detailwissen und ausreichende Kapazität haben, sich dieser herausfordernden Aufgabe anzunehmen. Es besteht die Gefahr, dass KMU unzureichende, oberflächliche Maßnahmen einleiten, die ihre Zukunftsfähigkeit in der VUKA-Welt gefährden statt sichern.

Das Forschungsvorhaben „vuKaMU“ adressiert diese Problematik und verfolgt das Ziel, ein niedrigschwelliges Software-Tool zu entwickeln, das durch ständiges Monitoring und ein darauf aufbauendes Szenario-Management die Einflüsse der VUKA-Welt auf spezifische Unternehmen identifiziert und durch ein Trouble Shooting die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens testet. Anschließend sollen resilienz- und ressourceneffizienzsteigernde Maßnahmen zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit von KMU im volatilen, unsicheren, komplexen und ambivalenten Unternehmensumfeld aufgezeigt werden. Bei dem Projekt handelt es sich um ein gemeinsames Forschungs- und Entwicklungsprojekt des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik und der GREAN GmbH.

## 2 Anforderungen an einen idealen Lösungsansatz

Zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit produzierender Unternehmen ist es Aufgabe der Fabrikplanung, den Fabrikbetrieb auf aktuelle Anforderungen einzustellen [1, 17]. Die Anforderungen der VUKA-Welt verlangen zunehmend nach anspruchsvollen Lösungsansätzen, wie Resilienz und Ressourceneffizienz [18]. Für einen idealen Lösungsansatz müssen im ersten Schritt Anforderungen an diesen definiert werden. Zu diesem Zweck wurden angelehnt an die Vorarbeit von *Wecken* definierte Anforderungen (1, 3–6) übernommen [19]. Ergänzt wurde Anforderung (2):

1. Steigerung der unternehmerischen Resilienz
2. Steigerung der unternehmerischen Ressourceneffizienz
3. Berücksichtigung aller Gestaltungsobjekte und Wirkbeziehungen in Produktion und Logistik
4. Berücksichtigung der individuellen Unternehmenseigenschaften

5. Definition von konkreten und praxisorientierten Handlungsmaßnahmen

6. Niedrigschwellige Anwendbarkeit durch Bereitstellung in einem Softwareprodukt

Eine erweiterte Beschreibung der Anforderungen (1, 3–6) ist in [19] nachzulesen. Die zusätzlich definierte Anforderung (2) besagt, dass die effiziente Nutzung von Rohstoffen und Energie, gemessen am Verhältnis von Input (eingesetzte Ressourcen) zu Output (produzierte Produkte) [16], neben der Resilienz, eine Anforderung der heutigen Zeit an produzierende Unternehmen ist.

Die Folgen des Klimawandels beeinträchtigen Produktionssysteme in der VUKA-Welt in vielerlei Hinsicht. So nehmen extreme Wetterereignisse wie Stürme, Überschwemmungen und Dürren zu. Sie schädigen Produktionsanlagen und Transportwege und führen zu Produktionsausfällen und Unterbrechungen in der Lieferkette. Die durch den Klimawandel bedingte Ressourcenknappheit, zum Beispiel Wasserknappheit oder Energieengpässe, erhöht die Kosten und erschwert die Produktion. Änderungen der Anbau- und Erntemuster durch klimatische Veränderungen wirken sich auf die Verfügbarkeit von Rohstoffen für produzierende Unternehmen aus. Auch erhöht die steigende Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten aufgrund des zunehmenden Umweltbewusstseins der Verbraucher den Druck auf die Unternehmen, nachhaltige Produktionsverfahren einzuführen. Insgesamt machen die direkten Auswirkungen die Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels für produzierende Unternehmen zu einer wesentlichen Anforderung an einen Lösungsansatz für KMU.

Im zweiten Schritt wurden mit einer Literaturanalyse Ansätze ermittelt, die Unternehmen befähigen, sich resilienter [6, 20–24] oder ressourceneffizienter [25–28] gegenüber Einflüssen der VUKA-Welt aufzustellen. Vor allem bei Ansätzen zur Steigerung der Resilienz sind vornehmlich organisatorische Empfehlungen beschrieben, die auf eine strategische Ausrichtung der Unternehmen abzielen und folglich wenig konkret sind. In der **Tabelle** sind diejenigen Ansätze gegenübergestellt und nachfolgend genauer beschrieben, welche die meisten der oben aufgezählten Voraussetzungen erfüllen [29–34].

Das Ressourcencheck-Tool [29] erlaubt mithilfe von Checklisten die niedrigschwellige Identifikation von ressourcenbedingten Handlungsfeldern in Unternehmen. Zusätzlich zu einem Basis-Check lassen sich für diverse Fertigungsverfahren, Prozesse und

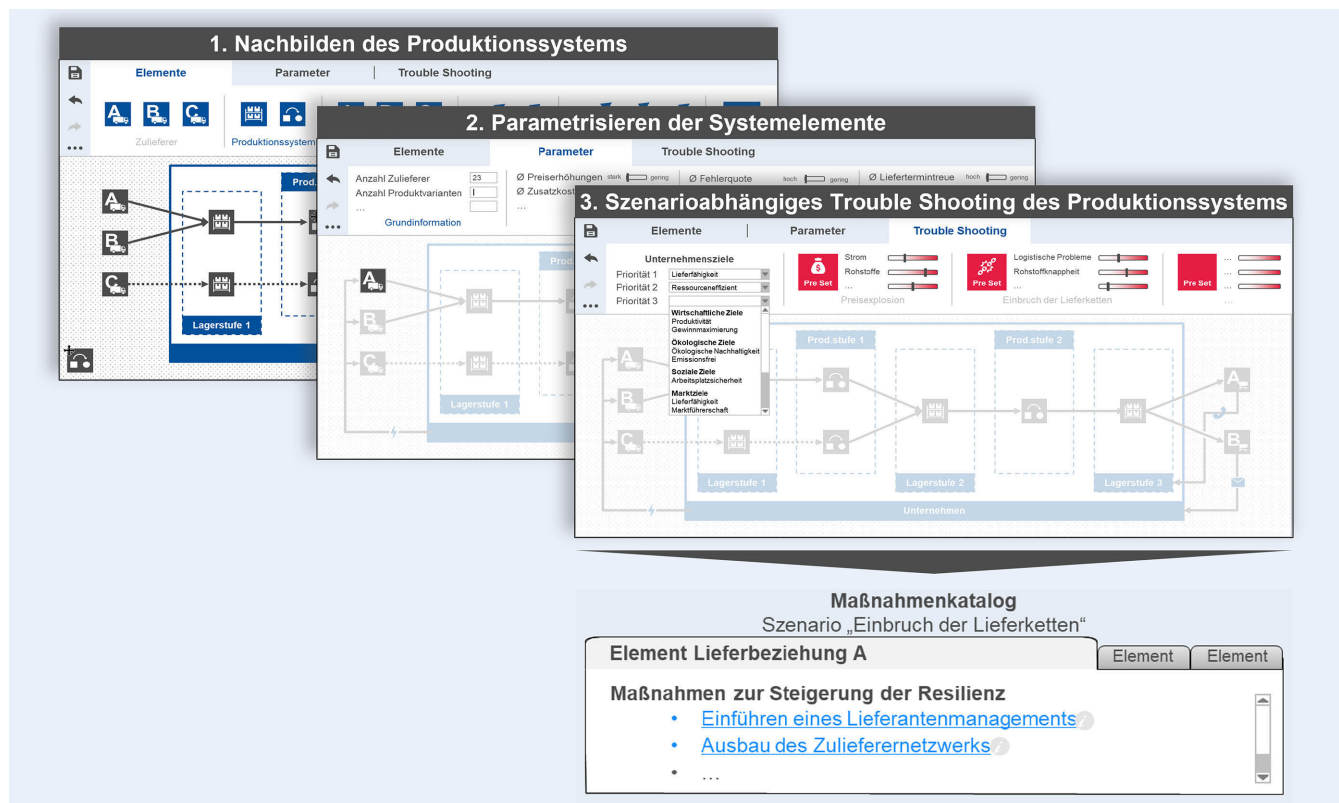


Bild 1. Mockup der Benutzeroberfläche eines idealen Lösungsansatzes. Grafik: angelehnt an [19]

Unternehmensbereiche spezifische Ressourcenchecks durchführen. Praxisbezogene Maßnahmen werden empfohlen, diese sind allerdings nicht konkret und auch kann eine Anwendung für jedes Unternehmen aus jeder Branche nicht sichergestellt werden. Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz werden durch das Ressourcencheck-Tool nicht empfohlen. „Open-ResKit“ [31] ist ein in einem Forschungsprojekt entstandenes, webbasiertes Energiemanagement-Tool. KMU werden befähigt, individuelle Ressourcenanalysen in einer niedrigschwelligen Software zu erstellen und Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz zu identifizieren. Konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz werden nicht ausgegeben, auch bleibt das Thema Resilienz unberücksichtigt.

Das „Triple-R-Supply-Chain-Modell“ [6] ist eine Methode zur Steigerung der Resilienz vornehmlich der Supply Chain. Die Ressourceneffizienz steht nicht im Fokus, sondern wird indirekt und nicht umfassend durch Green Sourcing adressiert. Außerdem gibt das Modell Handlungsmöglichkeiten vor, die aber weder konkret noch auf individuelle Unternehmenseigenschaften ausgerichtet sind, dies muss durch die Anwender erfolgen. Das „World Class Manufacturing Performance Measurement“ [32] liefert einen Ansatz, mit dem Unternehmen bewährte Managementpraktiken in Abhängigkeit ihrer spezifischen Bedürfnisse in der VUKA-Welt strategisch auswählen können. Dabei wird allerdings nicht explizit auf Resilienz oder Ressourceneffizienz eingegangen und die Managementpraktiken sind nicht konkret. „Bevuca“ [33] liefert einen Ansatz zur Business Excellence in der VUKA-Welt, indem Erfolgsfaktoren identifiziert werden, welche als Orientierung für Unternehmen dienen können. Konkrete Handlungsmaßnahmen werden nicht gegeben und die Anforderungen Resilienz und Ressourceneffizienz werden nicht explizit adressiert. Bei den vorge-

stellten Ansätzen handelt es sich um Managementansätze mit nur geringem Bezug zur Praxis. Eine niedrigschwellige Anwendung etwa durch eine Software oder andere Hilfestellungen wird von keinem der Ansätze geboten.

„MO360 Data Platform“ ist eine Plattform von Mercedes-Benz, mit der ein auf Echtzeitdaten basierendes virtuelles Abbild der Produktion erstellt wird. Mit diesem Werkzeug können beispielsweise Energieeinsparungen realisiert werden oder Engpässe in der Lieferkette rechtzeitig erkannt und frühzeitig vorgebeugt werden. Es besteht somit die Möglichkeit, auf Basis aktueller, globaler Einflüsse, Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz und -sicherheit in der Produktion einzuleiten, die jedoch nicht konkret beschrieben werden. Indirekt werden dadurch in einzelnen Unternehmensbereichen resiliente Strukturen geschaffen, fokussiert wird dies aber nicht. Die Plattform wird softwarebasiert bereitgestellt, ist aber nicht niedrigschwellig bedienbar und durch die Spezialisierung für Mercedes-Benz vor allem nicht für KMU anwendbar. Die im Rahmen des Forschungsprojektes „Pairs“ [34] zu entwickelnde Plattform hat das Ziel, Resilienz unter anderem von Unternehmen zu steigern, indem Krisen frühzeitig datenbasiert vorausgesehen und darauf aufbauend individuelle Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Die Maßnahmen beschränken sich auf die Versorgung verschiedener Bereiche und berücksichtigt somit nicht explizit die Gestaltungsobjekte oder Wirkbeziehungen in der Produktion. Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz bleiben gänzlich unberücksichtigt.

Die Recherche zeigt, dass bisher kein Ansatz existiert, der alle identifizierten und oben aufgeführten Anforderungen erfüllt. Vor allem fehlen in den meisten Ansätzen die Berücksichtigung der individuellen Eigenschaften von Unternehmen (Anforderung 4), konkrete Empfehlungen für Maßnahmen (Anforderung 5) sowie

eine leicht zugängliche Anwendung beispielsweise durch Software (Anforderung 6). Insbesondere KMU verfügen nicht über ausreichende personelle Kapazitäten, um aus standardisierten Ansätzen konkrete Maßnahmen für ihre spezifischen Anforderungen abzuleiten und eine zukunftsfähige Lösung zu erarbeiten.

### 3 Idealer Lösungsansatz

Eine ideale Lösung, die Unternehmen und insbesondere KMU dabei unterstützt, den Einflüssen der VUKA-Welt zu begegnen, kann in Form eines niedrigschwelligen Software-Tools beschrieben werden. Das Tool soll durch ein ständiges Monitoring und ein darauf aufbauendes Szenario-Management die Einflüsse der VUKA-Welt auf spezifische Unternehmen identifizieren. Danach sollen durch ein Trouble Shooting die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens getestet und zukunftskritische Systemelemente identifiziert werden. Darauf aufbauend soll das Tool konkrete Maßnahmenempfehlungen unter Berücksichtigung der unternehmensspezifischen Anforderungen ausgeben. So könnten vor allem KMU dabei unterstützt werden, trotz der dynamischen Einflüsse ihre Zukunftsfähigkeit zu sichern. **Bild 1** zeigt ein an *Wecken* angelehntes Mockup, das die Benutzeroberfläche eines solchen Software-Tools exemplarisch visualisiert.

Das Tool soll die individuellen Unternehmenseigenschaften berücksichtigen und somit sicherstellen, dass die Maßnahmenempfehlungen auf den jeweiligen Handlungsfall zugeschnitten sind, indem alle möglichen Systemelemente des Produktionssystems, sowohl aus Produktion wie Logistik, in das Tool übertragen werden. Im ersten Schritt der Anwendung sollen die Gestaltungsobjekte per Drag-and-drop in der ersten Maske des Tools positioniert und durch die Wirkbeziehungen miteinander in Beziehung gesetzt werden. Damit das Systemverhalten durch das Tool wirklichkeitsgetreu nachgebildet werden kann, müssen die einzelnen Systemelemente parametrisiert werden. Dies wird für jedes Systemelement einzeln in einem zweiten Schritt der Anwendung in der zweiten Maske des Tools vorgenommen.

Um die Einflüsse der VUKA-Welt sowie die resultierenden Handlungsbedarfe hinsichtlich Resilienz und Ressourceneffizienz des jeweiligen Unternehmens zu identifizieren, folgt im dritten Schritt ein Trouble Shooting des Modells auf Basis verschiedener Szenarien. Ein Szenario setzt sich zusammen aus mehreren Ereignissen. So wird das Szenario „Preisexplosion“ bestimmt durch Preisveränderungen variabler Produktionsressourcen wie Strom oder Rohstoffe. Die Szenarien können anhand von Presets ausgewählt werden, die einen zukunfts wahrscheinlichen Zustand des Unternehmensumfelds abbilden. Um das Trouble Shooting zu ermöglichen, werden mit ständigem Monitoring Veränderungen der VUKA-Welt beobachtet, daraus kurz- bis langfristige Trends identifiziert und deren Auswirkungen auf die Systemelemente der Unternehmen vorausgesagt. Die Preset-Einstellungen können in der Anwendung durch Veränderung der verschiedenen Ereignisse innerhalb eines Szenarios angepasst werden, indem sie durch Regler in der Benutzeroberfläche verändert werden.

Aus dem in der Software hinterlegten generischen Maßnahmenkatalog werden nach dem Trouble Shooting passende Handlungsempfehlungen für den spezifischen Anwendungsfall herausgefiltert und dem Anwender offengelegt. Die Anwendung der Software soll durch Anwendungshinweise sowie der Bedienung per Drag-and-drop intuitiv sowie aufwandsarm und damit niedrigschwellig gestaltet sein. Das Tool soll durch einen neuartigen

Ansatz im Trouble Shooting eine integrierte KI nutzen. Mithilfe des Monitorings soll das tagesaktuelle geopolitische und wirtschaftliche Geschehen beobachtet werden und mit einem ebenso KI-basierten Szenario-Management daraus konkrete kurz- bis langfristige Entwicklungen der VUKA-Welt sowie resultierende zukunftskritische Einflüsse auf Produktionsunternehmen vorhergesagt werden. So wird ermöglicht, die Maßnahmenempfehlung auf Grundlage der aktuell wahrscheinlichsten Zukunftsprognosen zu erstellen.

### 4 Arbeitsprogramm

Um die beschriebene Problematik zu adressieren und den idealen Lösungsansatz umzusetzen, wurde im Forschungsprojekt „vuKaMU“ ein strukturiertes Vorgehen entwickelt. Das Vorgehen soll dabei unterstützen, die definierten Anforderungen zu erfüllen und ist in **Bild 2** dargestellt. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden detailliert beschrieben.

Das entwickelte Arbeitsprogramm lässt sich grundsätzlich unterscheiden in die Konzeptentwicklung und die anschließende Realisierung. Im Zuge der Konzeptentwicklung müssen im ersten Schritt die zur modellhaften Nachbildung des Systemverhaltens elementar notwendigen Systemelemente möglicher Produktionssysteme, also deren Gestaltungsobjekte und Wirkbeziehungen, identifiziert und parametrisiert werden. Im zweiten Schritt sollen mögliche Entwicklungsszenarien der VUKA-Welt mit hoher Kritikalität für die unternehmerische Zukunftsfähigkeit sowie deren resultierende Einflüsse auf die Systemelemente bestimmt werden.

Mithilfe der bestimmten Einflüsse sollen im dritten Schritt Idealzustände je Systemelement und Szenario definiert sowie Anforderungen in Abhängigkeit spezifischer Unternehmensziele an die zukunftsfähige Gestaltung der Systemelemente abgeleitet werden. Für die Anforderungen müssen im vierten Schritt generische und szenarioabhängige Maßnahmenkataloge für die Systemelemente gebildet werden. Unter Berücksichtigung spezifischer Handlungsmöglichkeiten müssen zudem Filterkriterien bestimmt werden, die die Spezifikation konkreter Handlungsempfehlungen für Unternehmen erlauben. Im fünften Schritt erfolgt die Realisierung des entwickelten Konzeptes. Dazu wird angelehnt an das Konzept eine entsprechende Softwarearchitektur entwickelt. Darauf aufbauend wird eine Beta-Version des beschriebenen Tools programmiert. Die entwickelte Softwarearchitektur wird technisch durch Systemtests und inhaltlich auf Vollständigkeit und Konformität durch interne sowie externe Fallstudien mit Praxisvertretern validiert. Auftretende Fehler werden iterativ behoben.

Um das Tool zu entwickeln, sollen nun alle Gestaltungsobjekte und die zwischen den Gestaltungsobjekten bestehenden Wirkbeziehungen identifizieren werden, die für die Beschreibung des Systemverhaltens verschiedener Produktionssysteme nötig sind, um später das wirklichkeitsgetreue Verhalten der einzelnen Unternehmen in der VUKA-Welt abzubilden und untersuchen zu können. Anschließend sollen diese parametrisiert werden, damit die individuellen Eigenschaften der verschiedenen Unternehmen bei der Empfehlung spezifischer Maßnahmen Berücksichtigung finden können. Da trotz der Anwendbarkeit des zu entwickelnden Tools durch unterschiedliche Unternehmen die Anwendung selbst niedrigschwellig bleiben soll, muss die Anzahl der Systemelemente zur Beschreibung der Produktionssysteme handhabbar bleiben. Daher werden anschließend die Gestaltungsobjekte und Wirkbeziehungen unter Zuhilfenahme der zuvor definierten



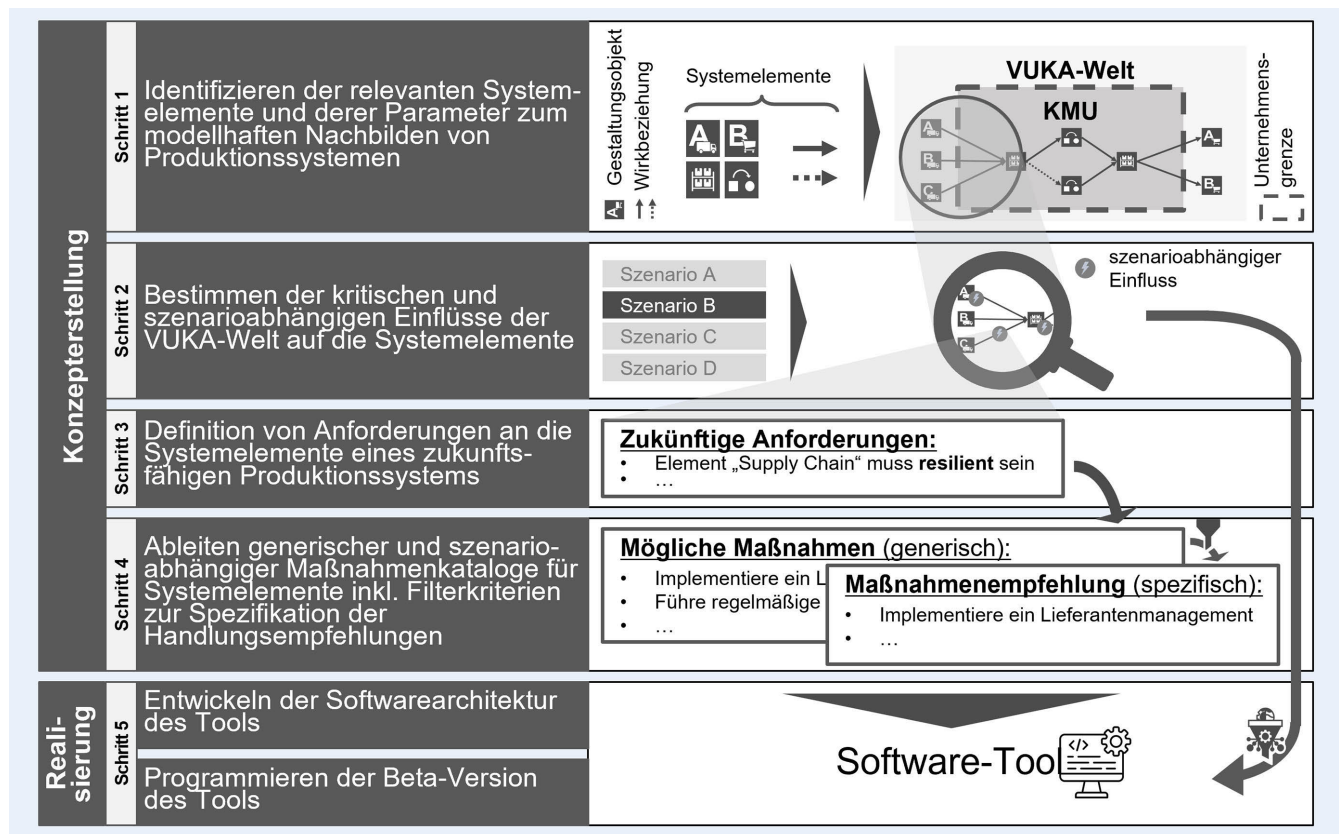


Bild 2. Strukturiertes Vorgehen zur Entwicklung des Software-Tools. Grafik: IFA Hannover

Parameter klassifiziert. Als Ergebnis soll eine generische und klassifizierte Liste aller Gestaltungsobjekte und Wirkbeziehungen und ihrer zur Beschreibung nötigen Parameter ermittelt werden, mit denen bei der Anwendung des zu entwickelnden Tools das Systemverhalten wirklichkeitstreu nachgebildet werden kann.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Globale Krisen stellen Unternehmen vor große Herausforderungen: Steigende Material- und Energiekosten, Versorgungsengpässe sowie die Dynamik von Pandemie oder Krieg schwächen die Planungsstabilität produzierender Unternehmen. Konkrete Maßnahmen zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit produzierender Unternehmen in der VUKA-Welt sind rechtzeitig zu erkennen und einzuleiten. Sie sind sorgfältig für ein konkretes Systemelement in Produktion oder Logistik zu definieren und dürfen nicht im Zielkonflikt, etwa zwischen Resilienz und Ressourceneffizienz, zueinander stehen. Unternehmen brauchen verantwortliche Fachplanende, die die individuellen Anforderungen und Handlungsspielräume des jeweiligen Unternehmens einschätzen können und bei der Maßnahmendefinition berücksichtigen. Dies ist aufgrund der komplizierten Zusammenhänge der VUKA-Welt eine herausfordernde Aufgabe und stellt KMU vor große Schwierigkeiten. In KMU werden Entscheidungen von Generalisten getroffen, die häufig nicht das nötige Detailwissen und die ausreichende Kapazität haben, sich dieser herausfordernden Aufgabe zusätzlich anzunehmen. Es besteht die Gefahr, dass KMU unzureichende, oberflächliche Maßnahmen einleiten, die ihre Zukunftsfähigkeit in der VUKA-Welt letztlich gefährden statt sichern.

Das Forschungsvorhaben „vuKaMU“ zielt darauf ab, ein niedrigschwelliges Software-Tool zu entwickeln. Dieses Tool soll durch kontinuierliches Monitoring und darauf aufbauendes Szenario-Management die Auswirkungen der VUKA-Welt auf ein spezifisches Unternehmen identifizieren. Zudem soll es mithilfe eines Trouble-Shootings die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens testen. Das gesamte Projekt wird am Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover zusammen mit der GREAN GmbH bearbeitet und befindet sich derzeit in der Bearbeitungsphase.

Erste Ergebnisse zu den zu identifizierenden Gestaltungsobjekten und Wirkbeziehungen sowie derer zur Beschreibung notwendigen Parameter wurden bereits erzielt. Diese Ergebnisse werden nun nach dem oben beschriebenen strukturierten Arbeitsprogramm detailliert und dann in eine Softwareumgebung übertragen. Abschließend wird das entwickelte softwarebasierte Planungswerkzeug in enger Zusammenarbeit mit Forschungs- und Industriepartnern validiert.

### FÖRDERHINWEIS

Dieses Forschungsprojekt wird von der EU finanziell unterstützt (3-87010325). Es wird gefördert im Rahmen des Niedersächsischen Innovationsförderprogramms für Forschung und Entwicklung in Unternehmen (NBank).

## Literatur

- [1] Wiendahl, H.-P.; Reichardt, J.; Nyhuis, P.: Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. München: Carl Hanser Verlag 2024
- [2] Warnecke, H.-J.: Revolution der Unternehmenskultur. Das Fraktale Unternehmen. Heidelberg: Springer 1993
- [3] Westkämper, E.; Wiendahl, H.-H.; Pritschow et al.: Turbulenz in der PPS – eine Analogie. *wt Werkstattstechnik online* 90 (2000) 5, S. 203–207
- [4] Bennett, N.; Lemoine, G. J.: What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business horizons* 57 (2014) 3, pp. 311–317
- [5] Gaubinger, K.: Hybrides Innovationsmanagement für den Mittelstand in einer VUCA-Welt. Heidelberg: Springer 2021
- [6] Kleemann, F. C.; Frühbeis, R.: Resiliente Lieferketten in der VUCA-Welt. Supply Chain Management für Corona, Brexit & Co. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2021
- [7] Krauss, S.; Plugmann, P. (Hrsg.): Innovationen in der Wirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2022
- [8] Kremer, R. B.: Resiliente Supply Chains und der Faktor Mensch: Digitalisierung und Automatisierung im Rahmen innovativer Logistikkonzepte in Krisenzeiten. In: Krauss, S.; Plugmann, P. (Hrsg.): Innovationen in der Wirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2022, S. 77–90
- [9] Hernández, R.: Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, 2002
- [10] Roos, M.: Wirtschaft in der Transformation: Von der Effizienz- zur Resilienzorientierung? In: Wannöfel, M.; Gensterblum, Y. (Hrsg.): Wirtschaft, Arbeit und Leben mit und nach der Corona-Krise. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft 2022
- [11] Hingst, L.; Park, Y.-B.; Nyhuis, P.: Life Cycle Oriented Planning Of Changeability In Factory Planning Under Uncertainty. Hannover: publishing 2021
- [12] Hingst, L.; Wecken, L.; Brunotte, E. et al.: Einordnung der Robustheit und Resilienz in die Veränderungsfähigkeit *Journal of Production Systems and Logistics* 2 (2022), 3, doi.org/10.15488/11714
- [13] Dombrowski, U.; Marx, S.: Klimalign – Planung klimagerechter Fabriken. Heidelberg: Springer 2018
- [14] Sinn-Weber, A.; Fischler, F.: CSR und Klimawandel. Heidelberg: Springer 2020
- [15] Lassig, C.: Das Pariser Klimaabkommen: Ziele, Wirkungen und Reformperspektiven. Baden-Baden: Tectum Wissenschaftsverlag 2022
- [16] Reichert, D.; Cito, C.; Barjasic, I.: Lean & Green: Best Practice. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2018
- [17] Schenk, M.; Wirth, S.; Müller, E.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. Berlin: Springer Vieweg 2014
- [18] Hellmuth, R.; Frohnmayer, J.; Sulzmann, F.: Design and Application of a Digital Factory Model for Factory Restructuring. *Procedia CIRP* 91 (2020), pp. 158–163
- [19] Wecken, L.; Heinen, T.; Nyhuis, P.: An Approach Towards Securing Future Viability Of SMEs In A VUCA World Using Artificial Intelligence To Increase Resilience. In: Herberger, D.; Hübner, M.; Stich, V. (eds.): Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023 – 1. Hannover : publishing., 2023, pp. 489–498
- [20] Alarcon-Gerbier, E.; Chokparova, Z.; Ghondagsaz, N. et al.: Software-Defined Mobile Supply Chains: Rebalancing Resilience and Efficiency in Production Systems. *Sustainability* 14 (2022) 5, #2837
- [21] Borgmann, F.; Kalbe, N.; Günter, A.: Resiliente und wandlungsfähige Produktion von morgen. Matrixproduktion schrittweise gedacht. *Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 117 (2022) 3, S. 104–108
- [22] Chopra, S.; Sodhi, M. S.; Lückert, F.: Achieving Supply Chain Efficiency and Resilience by Using Multi-level Commons. *Decision Sciences* 52 (2021) 4, pp. 817–832, doi.org/10.1111/deci.12526
- [23] International Organization for Standardization: ISO 22316:2017. Security and resilience — Organizational resilience — Principles and attributes. 2017
- [24] Sáenz, M. J.; Revilla, E.: Creating more resilient supply chains. MIT Sloan management review. Stand: June 17, 2014. Internet: [sloanreview.mit.edu/article/creating-more-resilient-supply-chains/](https://sloanreview.mit.edu/article/creating-more-resilient-supply-chains/). Zugriff am 10.06.2024
- [25] Blesl, M.; Kessler, A.: Energy efficiency in industry. Heidelberg: Springer 2021
- [26] Dehli, M.: Energieeffizienz in Industrie, Dienstleistung und Gewerbe. Energietechnische Optimierungskonzepte für Unternehmen. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2020
- [27] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 4800 Blatt 1. Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien. Berlin: Beuth Verlag 2016
- [28] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 4801. Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Berlin: Beuth Verlag 2018
- [29] VDI Zentrum Ressourceneffizienz : Ressourcenchecks. Stand: 2024. Internet: [www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/analyse-werkzeuge/ressourcenchecks/](https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/analyse-werkzeuge/ressourcenchecks/), Zugriff am 11.06.2024
- [30] Wohlgemuth, V.; Kehahn, P.; Ziep, T. et al. (Hrsg.): Entwicklung eines Open-Source basierten Baukastens zur Unterstützung und Etablierung der Ressourceneffizienz in produzierenden KMU. Konzepte, Anwendungen, Realisierungen und Entwicklungstendenzen betrieblicher Umweltinformationssysteme (BUIIS). In: Wohlgemuth, V.; Lang, C. V.; Marx Gomez, J. (Hrsg.): Tagungsband zu den 6. BUIIS-Tagen, Berlin, 2014. Aachen: Shaker 2014, S. 41–57
- [31] Andrade, C. T. A. de; Gusmão, A. P. H. de; Silva, W.: World Class Manufacturing performance measurement using a maturity model and the FlowSort method. *International Journal of Production Research* 59 (2021) 24, pp. 7374–7389
- [32] Saleh, A.; Watson, R.: Business excellence in a volatile, uncertain, complex and ambiguous environment (BEVUCA). *The TQM Journal* 29 (2017) 5, pp. 705–724, doi.org/10.1108/TQM-12-2016-0109
- [33] Mercedes-Benz Group AG: Für Effizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit in der Automobilproduktion. Mercedes-Benz und Microsoft. Stand: 12.10.2022 Internet: [group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisierung/industrie-4-0/mo360-data-platform.html](https://group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisierung/industrie-4-0/mo360-data-platform.html). Zugriff am 10.06.2024
- [34] Advaneo GmbH: Das Projekt Pairs: Ein Forschungsvorhaben zur digitalen Krisenbewältigung. Stand: 2024. Internet: [www.pairs-projekt.de/de/#mehr](https://www.pairs-projekt.de/de/#mehr). Zugriff am 10.06.2024



**Tanya Jahangirkhani, M. Sc.** 

Foto: IFA Hannover  
jahangirkhani@ifa.uni-hannover.de  
Tel: +49 511 762 19816

**Lena Wecken, M. Sc.** 

**Dr.-Ing. Serjosha Wulf**

**Prof. Dr.-Ing. Peter Nyhuis** 

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA)  
Universität Hannover  
An der Universität 2, 30823 Garbsen  
[www.ifa.uni-hannover.de](https://www.ifa.uni-hannover.de)

## LIZENZ



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