

# PRODUKTION IN TURBULENTEN ZEITEN – REAKTIONSMÖGLICHKEITEN ZUR STÄRKUNG DER RESILIENZ

**Der industrielle Sektor spielt in Deutschland – dem viertgrößten Industrieland der Erde – traditionell eine besondere Rolle. Gerade die produzierenden Unternehmen stellen eine wichtige Basis der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung dar. Für das Bundeswirtschaftsministerium ist der Sektor das Fundament für Wachstum, Wohlstand und Arbeitsplätze.**

Ein Fünftel der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung wird vom verarbeitenden Gewerbe erbracht, das entsprach im Jahr 2020 einem Volumen von rund 612 Milliarden Euro.

Häufig wird die Industrie als Wachstumsmotor und Taktgeber der wirtschaftlichen Entwicklung bezeichnet, weil ihre Produktivität bereits seit mehr als zwei Dekaden stärker wächst als die gesamtwirtschaftliche Leistung des Landes. Nicht zuletzt kommen 85 Prozent der Gesamtausgaben in Forschung und Entwicklung aus der Industrie.

Allerdings sahen sich die Unternehmen in den vergangenen Jahren bereits mit einigen Herausforderungen konfrontiert, deren Anzahl zuletzt noch weiter zugenommen hat. Bereits vor der Coronapandemie setzte in der Industrie eine konjunkturelle Schwäche phase ein. Darüber hinaus begann mit der voranschreitenden Digitalisierung unter dem Stichwort Industrie 4.0 ein Wandel gerade im Produktionsbereich, der viele Unternehmen stark fordert.

Zusätzlich gewinnt das Thema Nachhaltigkeit, insbesondere die Aspekte Dekarbonisierung bzw. Klimaneutralität, immer mehr an Bedeutung. Infolge gesetzlicher Vorgaben sowie Anforderungen seitens der Kunden, Investoren und Beschäftigten sind die Unternehmen angehalten, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern.



Digitalisierung und Nachhaltigkeit bedeuten bereits als große Transformationsthemen enorme Anstrengungen für die produzierenden Unternehmen. Nun kamen in den vergangenen Monaten neue, sehr volatile Herausforderungen dazu wie steigende Energiekosten, unsichere Energieversorgung, gestörte Lieferketten und geopolitische Entwicklungen.

Gerade die jüngsten Herausforderungen entziehen sich teilweise der direkten Einflussnahme der Unternehmen und binden – unabhängig von der jeweiligen konjunkturellen Entwicklung – viele Ressourcen wie Zeit und Geld. Dazu schätzt der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) aktuell auf Basis der Prognose führender Wirtschaftsforschungsinstitute, dass die deutsche Wirtschaft sich am Anfang einer lang anhaltenden schweren Rezession befindet. Dies wird auch negative Folgen für die produzierenden Unternehmen haben.

Angesichts dieses Umfelds ist ein Thema mehr denn je gefragt: Resilienz. Es geht um die Widerstandsfähigkeit eines Unternehmens in Krisensituationen. Die Unternehmen müssen fähig sein, Krisen zu überstehen und anschließend schnell wieder zur Vor-krisensituation zurückzukehren. Als Basis für künftiges Wachstum müssen die Unternehmen dabei gerade die Resilienz im Produktionsbereich – dem Herzstück industrieller Unternehmen – stärken.

Das genaue Umfeld, das diese Resilienz erforderlich macht, sowie Ansätze zu ihrer Stärkung werden nun folgend in diesem Report betrachtet.

## Herausforderungen für die Unternehmen im Hinblick auf die Lieferkette

Die Unternehmen sind aktuell mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert, die mittelbar – über gestörte Lieferketten – und unmittelbar Auswirkungen auf ihre Produktion haben. Hierbei handelt es sich sowohl um kurzfristige Entwicklungen als auch um langfristige Trends.

### Transportwege

Gerade in den vergangenen zwei bis drei Jahren zeigte sich sehr eindringlich die Anfälligkeit der Transportwege für Einschränkungen und Ausfälle. Infolgedessen kam es bei den Unternehmen zu Versorgungsgängen bei Rohstoffen und Bauteilen. Dies betrifft die Binnen- sowie die internationale Logistik.

Bei der Binnenlogistik zeigte sich zuletzt bei allen Transportkanälen die Störungsanfälligkeit. Dazu gehört erstens die Binnenschifffahrt. In Deutschland gibt es den langfristigen Trend steigender Jahresdurchschnittstemperaturen. Gerade die Sommermonate werden immer wärmer – häufig im Zusammenhang mit geringeren Niederschlägen. Das führt zu sinkenden Pegelständen der Flüsse, weshalb die Binnenschifffahrt eingeschränkt oder gänzlich gestoppt wird.

Ähnliche Einschränkungen gibt es auf der Straße. Der Grund ist in diesem Fall allerdings nicht der Klimawandel, sondern vielmehr der demografische Wandel. Insbesondere ab dem Jahr 2025, wenn die Generation der Babyboomer verstärkt aus dem Arbeitsmarkt ausscheidet, wird der bereits in Teilen vorherrschende Arbeitskräftemangel an Brisanz zulegen. Dies betrifft auch Lkw-Fahrer:innen. Ohne Personal können allerdings nicht alle notwendigen Fahrten durchgeführt werden.

Die Verlagerung auf die Schiene ist auch nur begrenzt möglich, da das Schienennetz in Deutschland – gerade im Bereich Güterverkehr – bereits nah an der Kapazitätsgrenze operiert.

Störungen gab es zuletzt auch immer wieder im Bereich der internationalen Logistik, die maßgeblich auf dem Seeweg fußt. Die restriktive Corona-Eindämmungspolitik Chinas führte immer wieder zur Schließung wichtiger Hochseehäfen wie dem in Shanghai, wodurch Transportwege unterbrochen wurden.

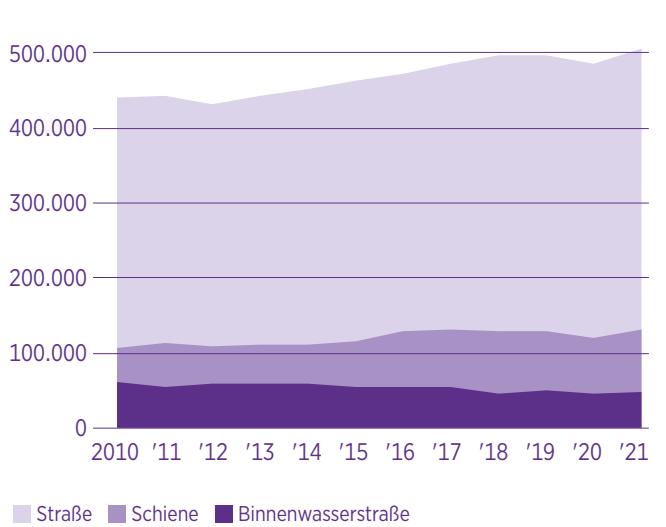
Groß waren die Auswirkungen auch, als der Suezkanal infolge einer Havarie im Juli 2021 für eine Woche geschlossen war. Rund zwölf Prozent des weltweiten Güterverkehrs, der über den Kanal erfolgt, waren dadurch beeinträchtigt. Dies sind nur zwei Beispiele für die Anfälligkeit der internationalen Güterwege.

Von den Störungen bei den Transportwegen und Lieferketten sind grundsätzlich besonders die Unternehmen gravierend betroffen, die auf Just-in-time-Lieferungen setzen und die eigene Lagerhaltung minimiert haben.

### Energie

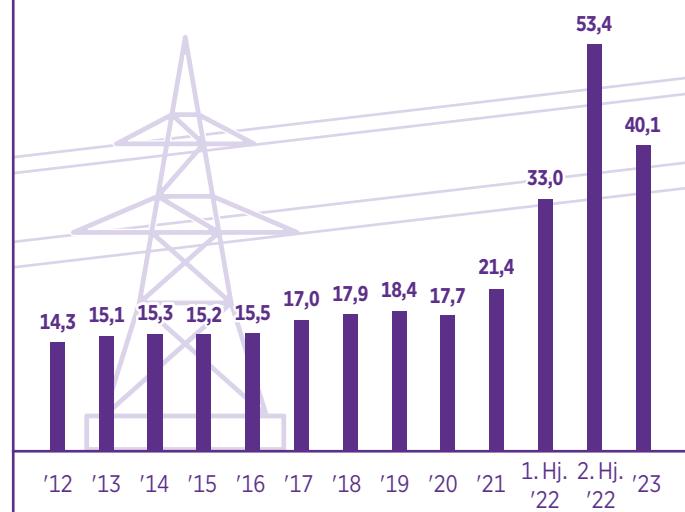
Ein Thema, das aktuell bei allen Unternehmen ganz oben auf der Liste der Herausforderungen steht, ist die Energie – und zwar in unterschiedlichen Facetten. Seit Beginn des Ukraine-Krieges sind die Energiepreise und damit die Kosten für die Unternehmen äußerst stark gestiegen. Dies gilt insbesondere für die Gaspreise angesichts der fehlenden Lieferungen aus Russland. So haben sich die Preise von Ende Juni 2021 bis Ende Juni 2022 ungefähr vervierfacht. Gleichermaßen gilt für die Strompreise. Durch die signifikanten Preissteigerungen werden die Unternehmen beispielsweise mit höheren Produktionskosten konfrontiert. Außerdem wiesen die Energiepreise zuletzt eine große Volatilität auf, wodurch etwa die Produktionskosten immer schwerer zu kalkulieren sind.

Abb. 1  
**GÜTERVERKEHR IN DEUTSCHLAND – ENTWICKLUNG DER HAUPTVERKEHRSTRÄGER**  
Beförderungsleistung in Millionen Tonnenkilometer



Quelle: Statistisches Bundesamt

Abb. 2  
**INDUSTRIE – STROMPREIS (INKL. STROMSTEUER) IN DEUTSCHLAND**  
in Euro-Cent pro Kilowattstunde



Quellen: BDEW, Bundesverband der Energie-Abnehmer

Ausgelöst durch die steigenden Energiepreise verteuerten sich ebenfalls stark energiebasierte Dienstleistungen wie der Gütertransport – insbesondere der Straßengüterverkehr. In den vergangenen Monaten sind die Frachtraten kräftig angestiegen.

Seit Beginn des Jahres 2023 sinken die Großhandelsgaspreise an den Energiebörsen infolge des milden Winters, kräftiger Einsparungen von Industrie, Gewerbe sowie Haushalten und reichlich gefüllter Gasspeicher. Sie liegen jedoch noch immer höher als vor Kriegsbeginn. Zudem gibt die Bundesnetzagentur keine Entwarnung; auch der kommende Winter könnte hinsichtlich der Energieversorgung noch einmal kritisch werden.

Es sind jedoch nicht nur allein die Kosten, die im Energiebereich die Herausforderung für die Unternehmen ausmachen. Einige Versorger sind nicht bereit, auslaufende Lieferverträge zu verlängern. Gerade Unternehmen mit hohen Energiebedarfen wie Produktionsbetriebe werden keine Angebote mehr gemacht.

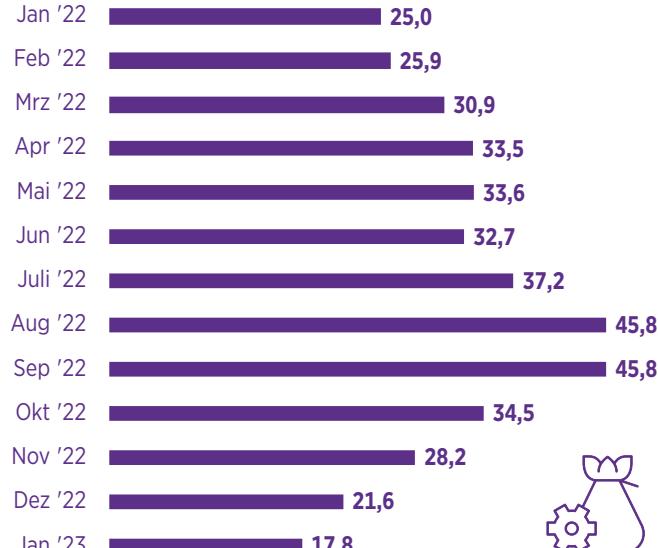
## Rohstoffe

Diese Entwicklungen im Bereich Energie zeigen sich in dieser Form – durchaus schon seit längerer Zeit – ebenfalls im gesamten Rohstoffbereich sowie bei Bauteilen bzw. Vorprodukten. Versorgungsengpässe und Preissteigerungen stellen auch hier große Herausforderungen dar. Markantestes Beispiel der vergangenen Jahre sind Computerchips. Immer mehr Produkte werden „smart“, sind vernetzt oder besitzen andere digitale Funktionen, sodass die Nachfrage nach Computerchips immer weiter steigt. Die Produktionsmenge kann hier nicht mithalten. Versorgungsengpässe sind die Folge. Obwohl sich dieser Zustand zuletzt auch etwas verbesserte, kommen dazu gewisse geografische Abhängigkeiten: Viele Lieferanten sind im asiatischen Raum angesiedelt. Dies veranlasste beispielsweise auch die Europäische Union (EU) dazu, mit dem „EU Chips Act“ den Aufbau einer Fertigung in der EU zu fördern.

Abb. 3

### ENTWICKLUNG DER ERZEUGERPREISE GEWERBLICHER PRODUKTE (INLANDSABSATZ) IN DEUTSCHLAND

Veränderung gegenüber dem Vorjahresmonat in Prozent



Darüber hinaus ist bei Rohstoffen und Bauteilen bzw. Vorprodukten in den vergangenen Monaten ein Kostenanstieg zu beobachten. In Summe führte dies mit dazu, dass beispielsweise laut dem Statistischen Bundesamt bei den Erzeugerpreisen gewerblicher Produkte im August und September 2022 mit jeweils 45,8 Prozent gegenüber dem Vorjahresmonat der höchste Anstieg seit Beginn der Erhebung im Jahr 1949 gemessen wurde. Zwar fielen die Werte zuletzt geringer aus – im Januar 2023 lag der Anstieg bei 17,6 Prozent –, was aber immer noch beispielsweise über den Jahresdurchschnittswerten der vergangenen zehn Jahre vor 2022 lag.

Bei den Rohstoffen bereitet darüber hinaus auch der Blick in die Zukunft gewisse Sorgen. Beispielsweise in Zukunftsbereichen wie Elektromobilität oder Energieerzeugung aus regenerativen Quellen spielen seltene Erden eine essenzielle Rolle und sind unverzichtbar. Allerdings gibt es hierbei eine große Abhängigkeit von China. Ungefähr 70 Prozent der globalen Produktion stammten 2022 von dort. Sollte aus irgendwelchen Gründen die Produktion oder Lieferung aus China ausfallen, wären signifikante Versorgungsengpässe die Folge.

## Klimaschutz

Kund:innen, Mitarbeiter:innen sowie Investoren setzen mittlerweile vielfach voraus, und gesetzliche Vorgaben machen es ebenfalls erforderlich: Unternehmen müssen sich mit Nachhaltigkeit, insbesondere ökologischer Nachhaltigkeit, auseinandersetzen.

Angesichts des Klimawandels und des 1,5-Grad-Ziels steht hierbei insbesondere die Klimaneutralität bzw. grundsätzlich die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Mittelpunkt. Sowohl für die EU als auch speziell für Deutschland gibt es einen vorgegebenen Pfad zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Während auf der europäischen Ebene die Klimaneutralität bis 2050 angestrebt ist, soll sie in Deutschland bereits 2045 erreicht werden.

Abb. 4

### ANTEIL FÜHENDER ERZEUGERLÄNDER AN DER WELTPRODUKTION SELTENER ERDEN 2022

in Prozent

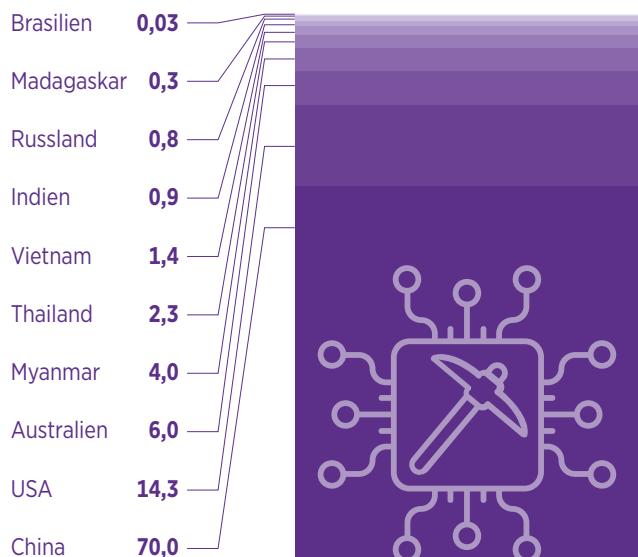
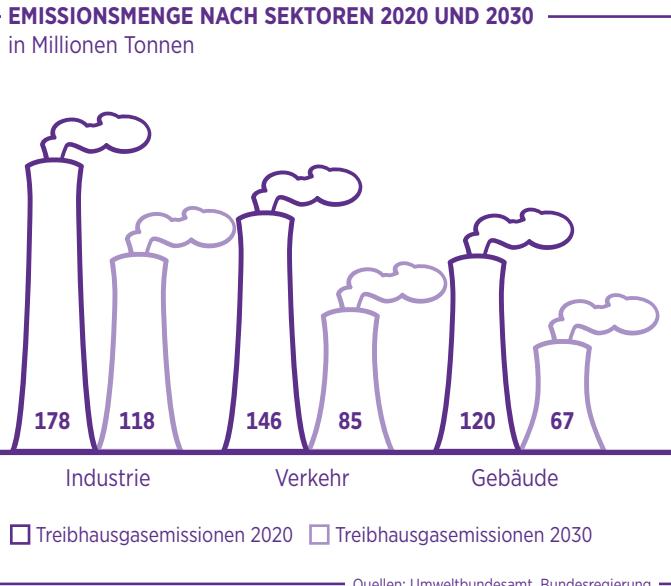


Abb. 5



Eine geopolitische Herausforderung für die Unternehmen ist darüber hinaus große Abhängigkeit von einem Land. Dies zeigte sich beispielsweise bei Russland im Bereich Gas und wird aktuell im Fall von China für seltene Erden diskutiert. Große Abhängigkeit ist per se erst einmal noch kein Problem, solange die Lieferung ungestört funktioniert. Sollte sich dies aus irgendwelchen Gründen allerdings ändern, kommt es zu Versorgungsengpässen bei den Rohstoffen und Bauteilen aus diesem Land.

## Cyberangriffe

Cyberkriminalität war in der Vergangenheit einzig ein Thema für den IT-Bereich in den Unternehmen. Für die operative Technologie (engl. Operational Technology [OT]) – beispielsweise die Produktionsmaschinen – war es ausschließlich ein Randthema. Die OT war vom IT-Bereich und dem Internet abgetrennt – „air gapped“ – und so für Angreifer auf digitalem Weg nicht erreichbar. Die Unternehmen mussten nur den physischen Zugang überwachen und schützen, um die OT zu sichern.

Mit einer zunehmenden Vernetzung der OT mit Aspekten wie intelligenten Geräten sowie dem Internet der Dinge (engl. Internet of Things [IoT] oder Industrial Internet of Things [IIoT]) ändert sich dies allerdings. Der Bereich wird zu einem möglichen Ziel von Cyberangriffen. In den vergangenen Jahren haben diese Angriffe auf die OT zugenommen. Beispiele wie Stuxnet aus dem Jahr 2010 zeigen, dass solche Schadprogramme am Ende auch physische Schäden erzeugen können. Mit Stuxnet wurden damals die Steuerungssysteme der Zentrifugen in iranischen Uran-Anreicherungsanlagen zerstört. Weniger bekannt, aber nicht minder gravierend ist auch der Angriff mit der Triton-Schadsoftware im Jahr 2017 auf eine petrochemische Fabrik in Saudi-Arabien. Einzig ein Programmierfehler verhinderte, dass die Fabrik schwer beschädigt wurde. Potenziell hätte es auch zu einer Explosion kommen können.

Ein Grund dafür, dass die Angriffe auf die OT zuletzt zugenommen haben, ist das Erfolgspotenzial. Die OT ist vergleichsweise schlecht geschützt. Immer mehr Schwachstellen werden dokumentiert. Allein 2021 kamen laut dem Dienstleister Claroty 1.400 neue hinzu, ein Zuwachs von 50 Prozent gegenüber 2020. Im Vergleich zu 2019 hat sich die Zahl verdoppelt. Und die Analyst:innen von Forrester schätzen, dass drei Fünftel aller Unternehmen im Jahr 2023 einen größeren oder kleineren OT-Sicherheitsvorfall erleben werden.

Erfolgreiche Angriffe haben bei den Unternehmen Schäden zur Folge, die mehrere Millionen US-Dollar umfassen können. Die Kosten belaufen sich laut dem Marktforschungsunternehmen Ponemon im Durchschnitt auf ungefähr drei Millionen.

Eigentlich ist dies ein Grund für Unternehmen, dem Thema Cybersecurity im OT-Bereich mehr Bedeutung beizumessen. Allerdings weist die Beratung Arthur D. Little darauf hin, dass beispielsweise nur zwei Prozent der Investitionssumme bei einer Maschinenvernetzung auf Maßnahmen für Cybersecurity entfallen. Hingegen sind es bei vergleichbaren IT-Projekten etwa 20 Prozent.

Des Weiteren achten immer mehr Investoren – private wie institutionelle – auf den ökologischen Fußabdruck. Ergänzend zu einer passenden Rendite legen die Investoren bei den Unternehmen, in die sie investieren, zunehmend ebenfalls Wert auf ein Handeln im Sinne der Nachhaltigkeit. Eine Richtlinie dafür stellt auch die EU-Taxonomie dar. Dabei handelt es sich um die Definition eines Klassifikationssystems für Nachhaltigkeit bei Wirtschaftsaktivitäten, die die Transparenz für Investoren erhöht.

Neben dem Kapitalmarkt spielt das Thema zudem eine immer größere Rolle am Arbeitsmarkt. In einer Nielsen-Studie waren von den befragten Arbeitnehmer:innen, die die Arbeit bei nachhaltigen Unternehmen präferieren, etwa drei Fünftel maximal 34 Jahre alt. Und in einer Umfrage von BCG unter weltweit 200.000 Beschäftigten gaben 52 Prozent an, dass sie bei der Jobsuche Unternehmen als Arbeitgeber ausschließen würden, die nicht nachhaltig agieren.

## Geopolitischer Rahmen

Die geopolitischen Rahmenbedingungen sind ein sehr volatiler Bereich, der zwar keinen unmittelbaren Effekt auf die Produktion eines Unternehmens hat, jedoch über den Kanal der Versorgung mit Rohstoffen und Bauteilen durchaus indirekt wirkt.

Gerade im Zuge des Ukraine-Krieges wurden die Auswirkungen von Sanktionen – in diesem Fall gegenüber Russland – wieder besonders sichtbar. Im Wesentlichen stören sie die Lieferketten, was ja auch ihr Zweck ist. Unter Umständen können Unternehmen dann Rohstoffe und Bauteile aus dem Land, das mit Sanktionen belegt ist, nicht mehr beziehen.

Störungen der Lieferkette und der Versorgung mit Rohstoffen und Bauteilen sind unter Umständen des Weiteren das Ergebnis handelsprotektionistischer Maßnahmen wie Zölle oder Quoten. Diese gehen mit steigenden Kosten oder Beschränkungen der Liefermengen einher.

## Auswirkungen auf Produktion und Aftersales-Service

### Produktionseinschränkungen und -stopps

Zahlreiche Unternehmen hatten in den vergangenen Monaten ihre Produktion gedrosselt oder im Extremfall vollständig gestoppt. Auslöser dafür waren insbesondere die Herausforderungen im Energiebereich und bei der Rohstoff- sowie Materialversorgung.

Während sich die Situation zuletzt auch etwas entspannte, gaben beispielsweise im Februar 2023 bei einer Befragung des ifo Instituts ungefähr 45 Prozent der Industriebetriebe an, dass ihre Produktion durch Engpässe bei Rohstoffen und Vormaterialien eingeschränkt ist. Als Folge davon nimmt die Bearbeitung von Aufträgen mehr Zeit in Anspruch. Ein Beispiel hierfür sind die längeren Wartezeiten von bis zu über einem Jahr bei Neubestellungen von Pkws.

Verzögerungen in der Produktion zeigten sich zusätzlich in den Daten des Statistischen Bundesamtes. So ist der Auftragsbestand im verarbeitenden Gewerbe gerade bis zum Herbst 2022 immer weiter angewachsen und seitdem auch nur marginal wieder gesunken. Damit hat auch die Reichweite des Auftragsbestands zugenommen. Dies ist die Zeitspanne, während der die Unternehmen bei gleichbleibendem Umsatz ohne neue Auftragseingänge theoretisch produzieren müssten, um die vorhandenen Aufträge abzuarbeiten. Im Dezember 2022 betrug diese Reichweite 7,4 Monate.

Die Zunahme des Bestands geht in erster Linie auf die Einschränkungen bei der Produktion zurück, denn die Auftragseingänge sind in den vergangenen Monaten nicht in gleicher Weise angewachsen, sondern eher zurückgegangen.

### Wandel der Produktionsprozesse

Infolge der skizzierten Herausforderungen werden die Produktionsprozesse in den Unternehmen nicht nur eingeschränkt, sondern sie müssen sich auch wandeln. Beispielsweise ist die Umsetzung einer Just-in-time-Produktion bei potenziellen Verzögerungen in der Lieferkette nicht mehr jederzeit möglich. Damit werden Anpassungen bei der Produktionsplanung erforderlich.

Darüber hinaus müssen die Unternehmen ihre Produktionsprozesse unter Klimaschutzgesichtspunkten neu denken. Anpassungen sind notwendig, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Produktion zu verringern. Ein Beispiel dafür ist „grüner“ Stahl, für dessen Herstellung die Unternehmen Wasserstoff – mittels regenerativer Energie erzeugt – statt Kohle und Gas verwenden.

Daneben müssen die Unternehmen grundsätzlich ihre Prozesse auf Effizienzpotenzial hin untersuchen. Effizientere Prozesse kommen unter Umständen mit weniger Energie aus, was die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert, und benötigen möglicherweise ebenfalls weniger Rohstoffe und Vormaterialien, was den Umgang mit etwaigen Engpässen erleichtert.

### Einschränkungen beim Aftersales-Service

Fehlende Bauteile bzw. Vormaterialien haben nicht nur Einschränkungen bei der Produktion zur Folge. Es gibt ebenfalls Auswirkungen beim Aftersales-Service. Die Unternehmen können unter Umständen ihre Produkte bei den Kunden nur bedingt warten oder reparieren, wenn Ersatzteile nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen. Gerade aus dem Fahrzeugbau gab es Meldungen, dass die Versorgung und damit der Service eingeschränkt war.



## Reaktionsansätze zur Steigerung der Resilienz

Angesichts der Erfahrungen in den vergangenen Monaten und Jahren ist davon auszugehen, dass auch künftig das Umfeld für die Unternehmen sehr volatil sein wird, sodass sie die Fähigkeit benötigen, mit den Herausforderungen umzugehen: Die Unternehmen müssen ihre Resilienz stärken. Dafür gibt es zahlreiche Ansätze, die sich oftmals nach den individuellen Gegebenheiten bei den Unternehmen richten.

Im Folgenden werden jedoch drei Ansätze betrachtet, mit denen jedes Unternehmen die Resilienz seiner Produktion steigern kann.

### Digitalisierung

Die Digitalisierung verändert schon seit Jahren die Wirtschaft als Ganzes sowie – unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ – die Industrie und Produktion im Besonderen. Bestandteile dieser Transformation sind beispielsweise die Automatisierung der Produktionsprozesse, Produktionslinien, die sich beliebig und flexibel verändern lassen, kollaborierende Roboter, die gefährliche oder anstrengende Tätigkeiten übernehmen, oder autonom fahrende Transporter, die die Beschäftigten im Shopfloor auf den Punkt genau mit Bauteilen versorgen.

Mensch und Maschinen sind miteinander digital vernetzt, koordiniert werden die fein aufeinander abgestimmten Abläufe über intelligente Softwaresysteme. Die zunehmend autonom agierenden Maschinen optimieren sich in der laufenden Produktion, passen den Ausstoß bei mangelnden Aufträgen oder hohen Energiepreisen automatisch an und geben diese Informationen an die nachfolgenden Abteilungen weiter.

Gerade diese Aspekte verbessern die Resilienz, da sie mit einer automatischen Reaktion auf Veränderungen bei den Rahmenbedingungen verbunden sind, sodass die Anpassung nahezu in Echtzeit erfolgt.

Darüber hinaus werden ebenfalls IT-Systeme und Operational Technology (OT) zunehmend integriert, wodurch tiefgehende datenbasierte Analysen von Maschinen, Ereignissen und Prozessen möglich werden. Die intensivere Datennutzung fördert zusätzlich die Resilienz. Beispielsweise können mit einer Datenplattform, auf die auch Informationen von den Lieferanten einfließen, potenzielle Engpässe bei der Bauteilversorgung und sich daraus ergebend bei der Produktion frühzeitig erkannt werden. Mit dieser Erkenntnis können die Unternehmen dann die verfügbaren Bauteile den Projekten zuweisen, die die größte Marge aufweisen. Eine derartige Priorisierung ist auch mit Blick auf Produktionsstandorte möglich, indem die knappen Ressourcen den besonders relevanten Fabriken zugewiesen werden, um dort einen Shutdown zu vermeiden.

Zugleich können Unternehmen mit der vernetzten Produktion und den zusätzlichen Daten genauere Simulationen durchführen, um die Auswirkungen von Veränderungen in den Rahmenbedingungen, beispielsweise Verzögerungen bei einem Lieferanten, zu untersuchen. In Echtzeit können diese Erkenntnisse für eine Anpassung der Produktionsprozesse genutzt werden, sodass die Auswirkungen nur minimal sind.

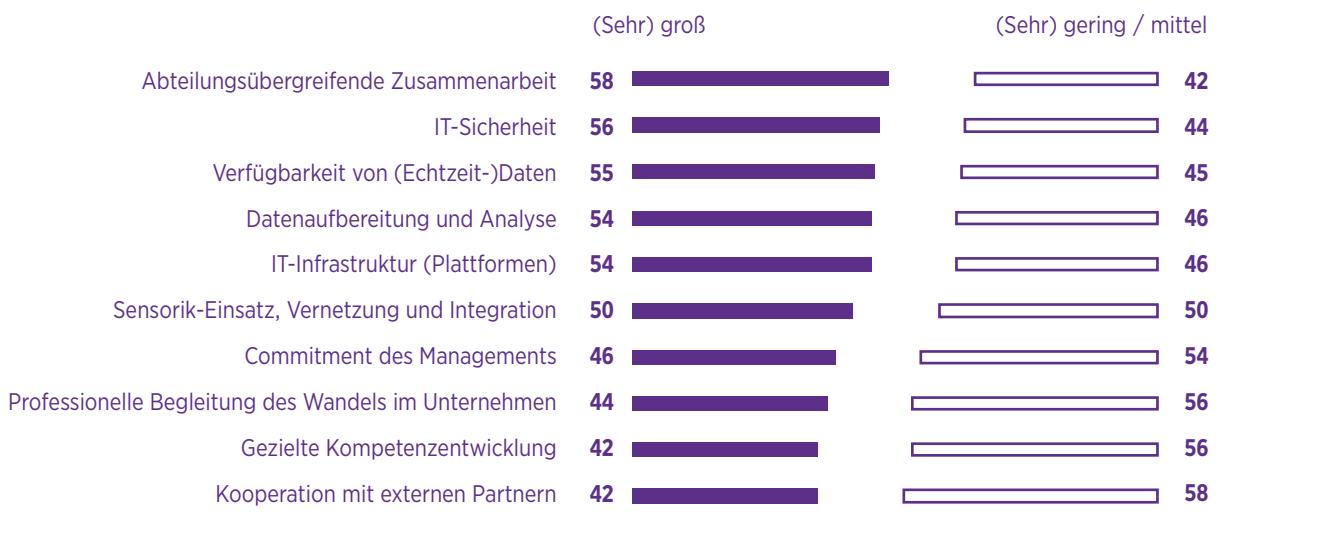
Ebenso kann mit solchen Analysen die Effizienz der Produktion gesteigert werden, um weniger Energie und Material einzusetzen zu müssen. Dies verbessert die Nachhaltigkeit und steigert die Resilienz bei Materialengpässen, deren Auswirkungen dann weniger gravierend sind.

Erkenntnisse aus der Datenanalyse können darüber hinaus im Servicebereich genutzt werden. Ein Beispiel ist Predictive Maintenance, bei der vorausschauend – in Zukunft auch selbstlernend sowie KI-gesteuert – Maschinen gewartet sowie Fabriken und Produktionsabläufe permanent überwacht und analysiert werden, um vorausschauend Wartungen und Reparaturen bei Störungen reibungslos zu gestalten und gegebenenfalls zu vermeiden. So können unter Umständen Schäden – zumindest größere – verhindert werden. Probleme mit der Ersatzteilversorgung sind damit weniger gravierend.

Abb. 6

### BEDEUTUNG VERSCHIEDENER ASPEKTE FÜR EINE ERFOLGREICHE IMPLEMENTIERUNG VON PREDICTIVE MAINTENANCE

Jeweiliger Anteil der 203 befragten Unternehmen in Deutschland, Österreich und der Schweiz;  
Differenz zu 100 Prozent: rundungsbedingte Abweichungen



Quelle: BearingPoint

## Operationelles Modell

Im Zuge der Digitalisierung verändern sich bereits die Produktionsprozesse. Die Resilienz im Produktionsbereich kann durch einen weiteren Wandel des operationellen Modells darüber hinaus gesteigert werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Ansatzpunkte.

Beispielsweise stärkt ein ganzheitliches Produktionssystem die Resilienz. Dabei sind alle Unternehmensbereiche, die nah an der Produktion oder in diese involviert sind, gleich organisiert sowie gesteuert und weisen die gleichen Abläufe auf. Grundsätzlich sind bei einem ganzheitlichen Produktionssystem zur Förderung der Resilienz die Prozesse so gestaltet, dass Organisations- und Systembrüche minimiert werden. Zugleich sind die Prozesse flexibel, damit schnell auf Krisenphasen reagiert werden kann. Eine Art der Umsetzung von Flexibilität ist, dass die Mitarbeiter:innen in der Produktion nicht erst warten, bis alle erforderlichen Ressourcen für ihre Aufgaben zur Verfügung stehen, sondern einfach Lösungen finden, um mit den vorliegenden Mitteln zu arbeiten.

Unternehmen können darüber hinaus in regelmäßigen Simulationen proben, wie es um diese Flexibilität bestellt ist. Wichtig ist dabei, nicht nur zu analysieren, wie etwaige Gefahren abgewendet werden können, sondern auch, wie bei Kriseneintritt eine gewisse Leistungsfähigkeit aufrechterhalten werden kann.

Eine größere Flexibilität bei den Lieferketten hilft ebenfalls dabei, die Resilienz der Produktion zu stärken. Unternehmen können dazu ihr Lieferantenportfolio breiter aufstellen, sodass sie weniger von einzelnen Lieferanten abhängig sind. Unter Umständen geht dies zwar mit geringeren Skalenvorteilen einher, die Auswirkungen von Störungen bei einem Lieferanten auf die Produktion sind allerdings geringer.

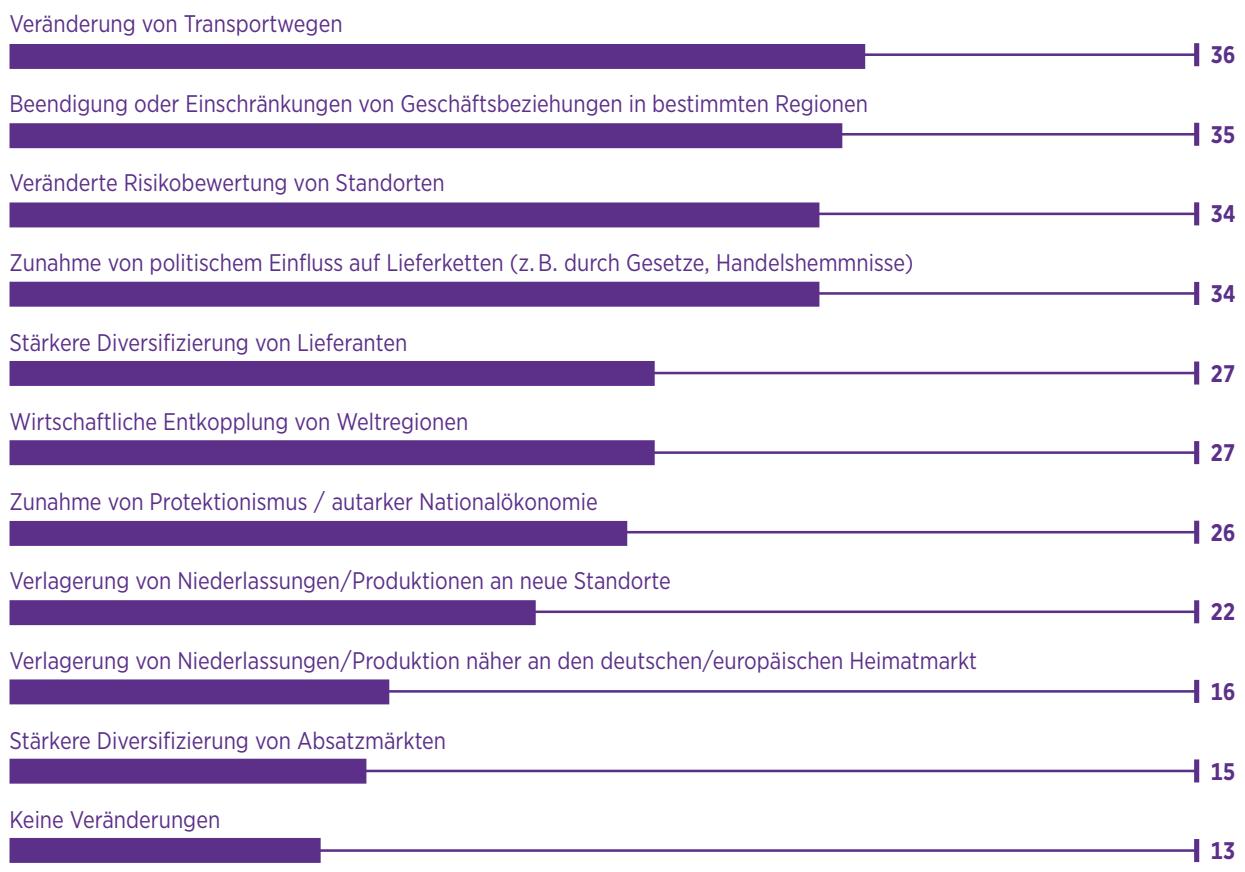
Gerade im Hinblick auf Störungen bei den Transportwegen bietet sich auch eine stärkere regionale Diversifikation der Lieferanten an. Statt beispielsweise nur auf China zu setzen, sollten auch andere asiatische Länder in Betracht gezogen werden. Darüber hinaus kann auf Partner in der Nähe gesetzt werden.

Direkt in der Produktion kann die Flexibilität im Umgang mit Veränderungen der Rahmenbedingungen – beispielsweise große Schwankungen bei der Nachfrage – des Weiteren mit Outsourcing von Produktionsschritten oder auch Einbindung externer Produktionskapazitäten gesteigert werden. Production-as-a-Service (PaaS) ist eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Resilienz. Unternehmen können die Dienste von Auftragsfertigern je nach Bedarf einsetzen. Damit ist die Abarbeitung größerer Nachfragen möglich, ohne dass viel Kapazität im Unternehmen ungenutzt bleibt, wenn nur wenige Aufträge vorhanden sind. Bei einer solchen Zusammenarbeit mit Partnern gilt es für die Unternehmen, darauf zu achten, dass etwaige Patentrechte und geistiges Eigentum geschützt bleiben.

Abb.7

### ERWARTETE LANGFRISTIGE VERÄNDERUNGEN IN DER INTERNATIONALEN ARBEITSTEILUNG

Anteil der befragten 4.200 deutschen Unternehmen mit Auslandsgeschäft in Prozent; Mehrfachnennung möglich



Quellen AHK World Business Outlook

## Prozessmethoden

Den Unternehmen stehen für die Verbesserung der Resilienz ihrer Produktion nicht nur „neue“ Lösungen zur Verfügung. Auch bereits lang bekannte Instrumente wie die Methoden Lean oder Six Sigma können angewendet werden.

Grundidee bei Lean ist die Reduktion und vollständige Vermeidung von Abfall und Ineffizienzen über alle Prozesse hinweg. Damit wird das Ziel der Kostenreduktion und Prozessbeschleunigung verfolgt. Im Gegensatz dazu geht es bei Six Sigma um eine Verbesserung der Performance und der Profitabilität. Insofern basieren beide Methoden auf unterschiedlichen Ansätzen. Lean identifiziert Schritte, die keinen Mehrwert schaffen, und bietet Werkzeuge, um diese Schritte zu eliminieren. Six Sigma hingegen verbessert die Schritte, die einen Mehrwert schaffen. Beide Methoden können als Lean Six Sigma auch kombiniert werden.

Bei der Nutzung von Lean und Six Sigma im Resilienzkontext ist allerdings zu beachten, dass sie nicht direkt zu einer Stärkung führen. Vielmehr ist es so, dass die gesteigerten Erträge bzw. eingesparten Kosten den Unternehmen zur Verfügung stehen, um damit Projekte zur Stärkung der Resilienz zu finanzieren.

Bei Lean müssen die Unternehmen aber auf eine gewisse Balance achten, da der Ansatz ebenfalls eine Minimierung der Lagerhaltung bis hin zu „Zero Stock“ umfasst. Damit steigt die Anfälligkeit der Produktion für Störungen in der Lieferkette. Ausbleibende Lieferungen können nicht mit dem Lagerbestand abgedeckt werden, wodurch die Resilienz geschwächt ist.

Unternehmen sollten zur Vereinbarkeit von Resilienz und Lean Letzteres „intelligent“ umsetzen. Das meint, nur die Prozesse zu verschlanken, bei denen Störungen weniger gravierende Auswirkungen haben. Bei Vorprodukten, die beispielsweise nur von einem Lieferanten kommen, gilt es hingegen, einen gewissen Lagerbestand vorzuhalten.



# Maßnahmen und Handlungsoptionen von BearingPoint für Unternehmen, um deren Produktion zukunftsfähig und resilient zu gestalten

In den aktuell turbulenten Zeiten müssen Unternehmen ihre Produktion anpassen und zukunftsfähig gestalten, um im Wettbewerb bestehen zu können und gleichzeitig den Anforderungen an Nachhaltigkeit und Klimaschutz gerecht zu werden.

Neben den bereits genannten Ansätzen zur Steigerung der Resilienz können Unternehmen auch konkret folgende Möglichkeiten und Maßnahmen ergreifen, um ihre Produktion zukunftsfähig und resilient zu gestalten:

## Gestaltung resilenter Wertströme

Die „Ende-zu-Ende-Betrachtung“ zusammenhängender Abläufe, vom Kundenbedarf und der Auslieferung über die eigenen Produktionsprozesse bis hin zum Lieferanten, schafft ein Gesamtbild als Grundlage für Entscheidungen. Bereits bevor Schwierigkeiten im Gesamtlauf auftreten, ist der Blick auf den Wertstrom erkenntnisreich.

Die Erstellung der Übersicht unterstützt Prozessoptimierungen, ist Werkzeug für die Identifikation und Eliminierung von Verschwendungen und der Ursachen. Durch diese Optimierung wird der Gesamtlauf gestärkt und flexibler. Dabei ist die Transparenz der Zusammenhänge relevant für die Entscheidung zu Maßnahmen bei Krisensituationen. Veränderungen durch externe Störungen oder eingeleitete Maßnahmen wirken auf den gesamten Wertstrom und müssen im Gesamtzusammenhang betrachtet und bewertet werden. Daraus können sich wiederum Folgemaßnahmen ergeben.

## Supply-Chain-Management als Matrix-Organisation

Die Aufstellung der Einkaufsorganisation für das Unternehmen erfolgte bisher meist eindimensional, einzelne Einkäufer:innen sind im 1:1-Verhältnis für bestimmte Lieferanten zuständig. Andere Einkaufsorganisationen wie z.B. die Bildung von „Commodities“ erwarten durch die Spezialisierung auf einzelne Warengruppen Synergien und vertiefte Marktkenntnisse.

Die funktionale Trennung zwischen Logistik, Produktionsplanung und Einkauf lässt sich mit dem Wertstrom-Manager überbrücken. Ein Einkauf im Krisenmodus braucht klare Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten je Wertstrom, kombiniert mit einer hohen Transparenz, was andere Lieferanten oder Warengruppen betrifft. Die Methode des Shopfloor-Managements ist adaptierbar auf das Gesamtsystem „Supply-Chain-Management“.

## Nutzung diverser Pufferstrategien

Die Entscheidung, wo, wie viel, von wem und welches Material gelagert werden soll, ist Teil der logistischen Pufferstrategie je Wertstrom. Als Reaktion auf sich ändernde Rahmenbedingungen ist die Pufferstrategie flexibel anzupassen. Eine isolierte lokale Erhöhung von Lagerbeständen bringt nicht den erhofften Effekt, wenn dazu die aktuellen Kundenbedarfe, die Gesamtaufzeiten und die Wiederbeschaffungszeiten in der Zulieferung nicht berücksichtigt werden.

Um die Widerstandsfähigkeit der Produktion zu unterstützen, ist eine Pufferstrategie – abgestimmt mit Kunden und Lieferanten – ein elementarer Teil der reaktiven Materialflussbetrachtung und Disposition.

## Nutzung von Zweit- und Drittlieferanten

In den Lieferketten der Automobilbranche wird bereits heute auf diversifizierte Lieferantenbeziehungen geachtet. Gründe sind beispielsweise Qualitätsaspekte und die Vermeidung einseitiger Lieferantenabhängigkeiten. Um die Resilienz der Produktion mithilfe von Zweit- und Drittlieferanten bei Lieferengpässen zu verbessern, ist ein transparenter Blick hinter die Kulissen des zusätzlichen Lieferanten und von dessen Zulieferer nötig.

Ein Zweitlieferant mit einer hohen Fertigungstiefe, bei hoher Einkaufsflexibilität, der in der Lage ist, direkt handelbare Halbfabrikate einzukaufen und zu verarbeiten, bringt einen potenziellen Vorteil in der erwarteten Zuverlässigkeit der Versorgung.

## Eine sichere & flexible Digitalisierung der Produktion ist elementar

### Produktion 4.0 – Sicherheitslücken im Blick behalten

Anforderungen zur Datensicherheit werden auch in der industriellen Automatisierungstechnik immer wichtiger. Für Industrie-4.0-Anwendungen ist ein hoher Datenaustausch erforderlich, und immer mehr Geräte kommunizieren miteinander. Die steigende Anzahl von Geräten erschwert allerdings die Netzwerksicherheit. Der vereinfachte Informationsaustausch durch die gleichen Standards (TCP/IP) verursacht zusätzlich die gleichen Sicherheitslücken bei unterschiedlichen Geräten. Mögliche IT-Störungen mit Wirkung auf die Produktion würden die Vorteile der digitalisierten Produktion aufzehren oder ins Gegenteil umkehren, bis hin zum Stillstand der Produktion.

## Inselbetrieb, um Verkettung lösen zu können

In verschiedenen Problemszenarien ist der Teilausfall eines Prozessschritts aufgrund von Teilemangel (Zulieferung), technischem Defekt oder einer anderen Ursache denkbar. Durch einen möglichen Inselbetrieb kann der Fehler gestoppt werden und sich nicht in der gesamten Produktion in voller Wirkung ausbreiten. Eine Fortführung der Produktion im Teilbetrieb ist eine Alternative zur kompletten Stilllegung der Fertigungszelle.

## Standardisierte Systeme für flexible Anpassungen

Die Fähigkeit, zukünftig Anpassungen an Fertigungsstrecken durchführen zu können, muss nicht im Widerspruch dazu stehen, standardisierte Systeme einzusetzen. Hier sind moderne Bus-Systeme wie z.B. das AS-Interface, ein weltweit standardisiertes Feldbus-System, ein zentraler Faktor.

Die Auswahl des Bus-Systems entscheidet über wichtige Themen wie Abwärtskompatibilität, Unterstützung sicherer Feldbus-Protokolle oder die Interoperation mit anderen gängigen Feldbus-Systemen. Die Flexibilität von morgen wird bereits am Anfang, in der Konzeption und bei der Beschaffung automatisierter Fertigungsbereiche, festgelegt.

## Energieversorgung als Variable

Seit dem Beginn der Metallverarbeitung durch den Menschen ist die Energieversorgung für Gewerbe, Handwerk und Industrie elementar. Viele Jahre waren Strom- und Gastarife für Industrie- und Gewerbekunden aufgrund des Wettbewerbs günstig. Die hohe Volatilität der Energiemärkte der vergangenen Monate hat den Produktionsfaktor „Energie“ zunehmend zum unkalkulierbaren Risikofaktor für die Produktion werden lassen.

## Erneuerbare Energie – Onside als Kostenbremse

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf dem Unternehmensgelände für den Eigenverbrauch kann den Strombezug des Gewerbestroms teilweise ersetzen, die Wirkung von Energiepreisschwankungen reduzieren und damit die Wirtschaftlichkeit und die Nachhaltigkeit erhöhen. Durch die garantierten Einspeisevergütungen je Anlagenleistungsklasse entsteht für das Unternehmen ein für 20 Jahre fixer opportuner Strompreis ohne jährliches Inflationsrisiko.

Da der Strombedarf trotz Sparanstrengungen weiter steigen wird, erbringen die Investitionen von heute die nächsten 20 bis 30 Jahre einen klaren Nutzen bei geringen laufenden Aufwendungen. Dies betrifft die meisten Branchen, die tagsüber einen relevanten Strombedarf haben und somit den Solarstrom optimal nutzen können.

## Power-Purchase-Agreements mit externen Projekten für erneuerbare Energie aus Direktvermarktung

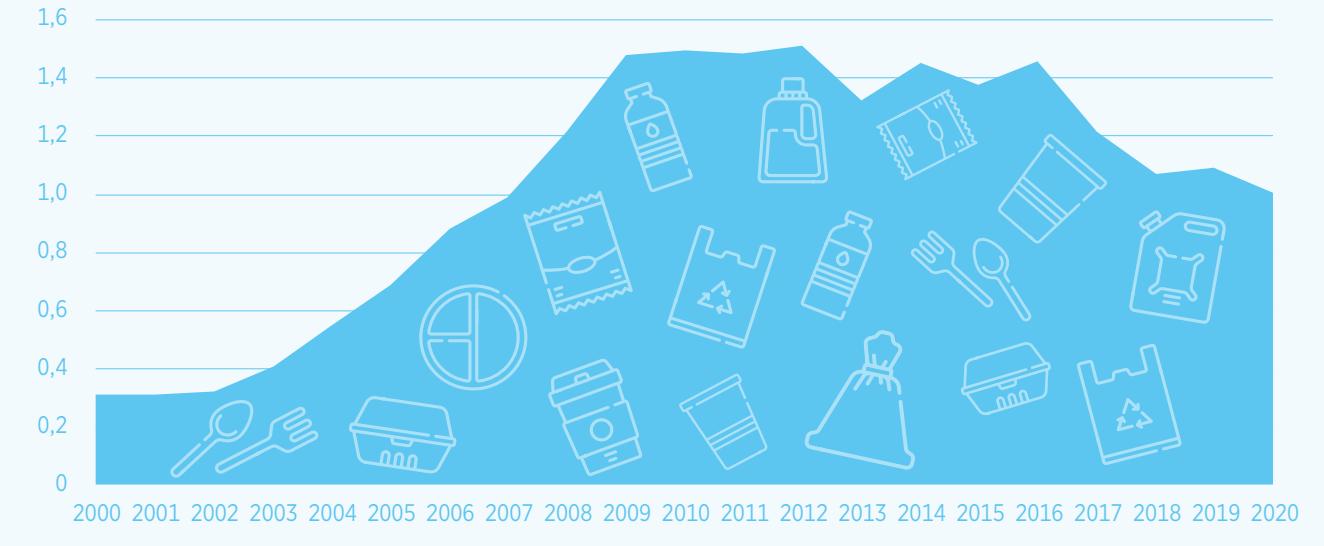
Sind die Möglichkeiten zur Integration von erneuerbarer Energie am Standort erschöpft, eröffnen Power-Purchase-Agreements (PPAs) weitere Optionen für den Einsatz erneuerbarer Energie in der Produktion. Mit PPAs sind Verträge zwischen einem Abnehmer und einem Erzeuger erneuerbarer Energie möglich. Die Käufer beziehen damit direkt (z.B. aus der Nachbarschaft oder angrenzend) oder indirekt über das Netz Strom gemäß einem vorab verhandelten Preis.

Versorger bieten mittlerweile an, Erzeugungsanlagen sowie deren Bewirtschaftung und Vermarktung im Portfolio zu bündeln. Sie gestalten dies damit für Kunden und Erzeuger attraktiver. Ebenfalls lässt sich so ein Teil des notwendigen Strombezugs langfristig im Preis fixieren bzw. absichern und das Risiko von Preisschwankungen für die Produktion begrenzen.

Abb. 8

### EXPORTE VON KUNSTSTOFFABFÄLLEN AUS DEUTSCHLAND

in Millionen Tonnen



Quelle: Statistisches Bundesamt

## Interne Substitution

Bei Engpässen oder Preisspitzen einzelner Energieträger, wie z.B. Erdgas, kann es sinnvoll sein, Ersatzbrennstoffe zu nutzen. Dies erfordert jedoch bereits vorbereitete parallele Strukturen. Häufiges Beispiel hier ist der Heizölkessel mit Heizöltank, der trotz Umrüstung auf Erdgas nicht abgebaut wurde. Mit diesen Systemen lässt sich eine Betriebsunterbrechung vermeiden, ebenso wie kurzfristige Preis-Schocks. Bei längeren Versorgungsstörungen werden sich allerdings die Energieträger, die sich zur Substitution eignen, ebenfalls verteuern.

Innerhalb einer Versorgungskrise sind Umrüstungen und die Beschaffung der Substitute meist verhältnismäßig teuer und unwirtschaftlich. Als kurzfristige Reaktionen sind auch Drosselungen der Produktion oder ein zeitweiser Produktionsstopp möglich. Reparaturen, Wartungen und Inspektionen lassen sich zeitlich zusammenfassen, um als größere Revision für die Zeit der „Unwirtschaftlichkeit“ im Betriebsstillstand durchgeführt zu werden.

## Chemische Kreislaufwirtschaft mit eigenem Synthesegas aus organischen Reststoffen für den Ersatz von Erdgas oder Erdöl

Unternehmen der chemischen Industrie sind mit den Verfahren zum chemischen Recycling vertraut. Dabei ist es möglich, aus organischen Abfällen und Kunststoffmüll wieder flüssige oder gasförmige Einsatzstoffe für die stoffliche oder thermische innerbetriebliche Nutzung zu gewinnen.

Die deutschen exportierten Plastikabfallmengen aus dem Jahr 2020 von über einer Million Tonnen stellen ein erhebliches Potenzial für den Ersatz von Rohöl oder Erdgas vom Weltmarkt dar. Exportbeschränkungen für Abfall und staatliche Investitionsanreize würden den Einsatz dieser Technologien langfristig wettbewerbsfähig machen und die Abhängigkeit der EU und Deutschlands von Rohstoffimporten reduzieren.

## Transport oder Cluster

Der Transportsektor steht unter dem Druck des demografischen Wandels. Aktuell kann der Fachkräftebedarf noch durch osteuropäische Unternehmen und deren Fahrer gedeckt werden, aber dieses Potenzial ist limitiert.

Bei Engpässen im Transportsektor und steigenden Preisen für die Logistik kommt es in der Folge zu steigenden Produktpreisen sowie Lieferschwierigkeiten. Und bis autonome Transportsysteme es bis zur Serienreife schaffen, wird es noch dauern.

## Fertigungstiefe vs. Transportaufwand

Können mehr Verarbeitungsschritte an einem Standort durchgeführt werden, reduziert sich der Transportbedarf mit jedem Prozessschritt, der nicht extern durchgeführt werden muss. Die begrenzten Transportkapazitäten können für Rohware und verkaufsfähige Fertigware genutzt werden. Ein intelligentes Routen- und Fahrtmanagement eliminiert darüber hinaus Leerfahrten, die wertvolle Transportkapazitäten blockieren.

Eine Überarbeitung der eigenen Fertigungstiefe kann insofern langfristig für mehr Versorgungssicherheit sorgen. Als strategische Entscheidung im Produktionsprogramm kommt diese Überlegung für viele Unternehmen aber nicht als kurzfristige Reaktion infrage.

## Lieferanten-Integration am Standort

Eine Weiterführung der Pufferstrategie mit Lieferanten kann die „In-House“-Fertigung durch die Zulieferunternehmen sein. Diese fertigen in einem Nachbarraum oder Gebäude die Teile, die für den nächsten Zeitraum gefordert werden. Durch die Nähe lassen sich die Prozesse zwischen Lieferanten und Kunden mit begrenztem Aufwand synchronisieren und eine bisher notwendige Verschwendungen eliminieren.

Abb. 9

### PREISINDEX DER FRACHTRÄTEN IN DEUTSCHLAND

Index Q1 2005 = 100



Quellen: VerkehrsRundschau; Kleffmann Group

Als Kommunikation kann ein Behälter-Kanban zwischen den Unternehmen fungieren. Der Transport erfolgt dann über ein Transportsystem, digital und autonom oder auch simpel durch eine per Schwerkraft angetriebene Rollenbahn. Der Buchungsprozess lässt sich zusammen mit dem Transport automatisiert über optische Scanner realisieren.

## Design to Resilienz

„Design to“ (DfX) ist ein Denkansatz im Produktdesign und der Entwicklung, bei der eine Zielperspektive frühzeitig in die Konzeption und in das Produktdesign integriert wird. Üblich sind diese Ausrichtungen:

- Design to Cost,
- Design to Service,
- Design to Quality.

### Produktdesign mit geplanten Ausweichmöglichkeiten

Aus diesem Ansatz kann für das Produktdesign die mögliche gesteigerte Resilienz eines Produkts in Betracht gezogen werden. In diesem Fall wäre vorher eine Iteration nötig, um mögliche risikobehaftete Bauteile oder Komponenten zu identifizieren. Danach wäre zu klären, wie oder durch was im „Resilienz-Fall“ dieses anfällige Bauteil zu substituieren wäre und was nötig wäre, um diese Substitution zu ermöglichen. Falls im Produktdesign beispielsweise mit dem Kunden ein Gehäuse aus Aluminium vereinbart ist, könnte notfalls auch ein Gehäuse aus Stahlblech geliefert werden.

### Ersatzverfahren

Für den möglichen Ausfall der Lieferung kritischer Bauteile können additive Fertigungsverfahren bzw. 3-D-Druck-Verfahren eine schnelle Ersatzproduktion darstellen. Ein erfolgsrelevanter Faktor ist hier die frühzeitige bzw. präventive Einbindung und Abstimmung mit den Technologiepartnern für diese Verfahren. Das „Reverse Engineering“ berücksichtigt die Grenzen der Ersatzverfahren, um geeignete Bauteile für diese Ausweichtechnologie zu konzipieren.

## Flexibilität als Joker

Bei Unternehmen, die den Umgang mit geänderten externen und internen Bedingungen als Teil ihres Geschäftsmodells annehmen, wird diese Flexibilität auch zum Bestandteil im Arbeitsalltag der Mitarbeiter:innen. Regelmäßige – über das Jahr geplante – Jobrotationen können die Sorgen oder Ängste der Beschäftigten abmildern, indem sie sich an regelmäßige Änderungen gewöhnen. Dabei ist die Flexibilität innerhalb der Organisation ein Maß für die Anpassungsfähigkeit an geänderte Bedingungen.



# IMPRESSUM

## BearingPoint®

### KONTAKT

#### **Frank Duscheck**

Partner, BearingPoint

frank.duscheck@bearingpoint.com

#### **Sven Gehrman**

Partner, BearingPoint

sven.gehrmann@bearingpoint.com

### ÜBER BEARINGPOINT

**BearingPoint** ist eine unabhängige Management- und Technologieberatung mit europäischen Wurzeln und globaler Reichweite. Das Unternehmen agiert in drei Geschäftsbereichen: Consulting, Products und Capital. Consulting umfasst das klassische Beratungsgeschäft mit dem Dienstleistungsportfolio People & Strategy, Customer & Growth, Finance & Risk, Operations sowie Technology. Im Bereich Products bietet BearingPoint Kunden IP-basierte Managed Services für geschäfts-kritische Prozesse. Capital deckt die Aktivitäten im Bereich M&A, Ventures und Investments von BearingPoint ab.

Zu BearingPoints Kunden gehören viele der weltweit führenden Unternehmen und Organisationen. Das globale Netzwerk von BearingPoint mit mehr als 13.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterstützt Kunden in über 70 Ländern und engagiert sich gemeinsam mit ihnen für einen messbaren und langfristigen Geschäftserfolg.

### WEITERE INFORMATIONEN

Homepage: [www.bearingpoint.com](http://www.bearingpoint.com)

LinkedIn: [www.linkedin.com/company/bearingpoint](http://www.linkedin.com/company/bearingpoint)

Twitter: @BearingPoint

## Handelsblatt RESEARCH INSTITUTE

Das **Handelsblatt Research Institute (HRI)** ist ein unabhängiges Forschungsinstitut unter dem Dach der Handelsblatt Media Group. Es erstellt wissenschaftliche Studien im Auftrag von Kunden wie Unternehmen, Finanzinvestoren, Verbänden, Stiftungen und staatlichen Stellen. Dabei verbindet es die wissen-schaftliche Kompetenz des 20-köpfigen Teams aus Ökonom:innen, Sozial- und Naturwissenschaftler:innen, Informationswissenschaftler:innen sowie Historiker:innen mit journalistischer Kompetenz in der Aufbereitung der Ergebnisse. Es arbeitet mit einem Netzwerk von Partner:innen und Spezialist:innen zusammen. Daneben bietet das Handelsblatt Research Institute Desk-Research, Wettbewerbsanalysen und Marktforschung an.

**Autoren:** Frank Georg Heide, Dr. Sven Jung

**Layout:** Christina Wiesen, Kristine Reimann

**Stand:** April 2023

**Bilder:** freepik, flaticon