



Kurzstudie

Smarte Instandhaltung als Resilienzfaktor

SMARTE INSTANDHALTUNG ALS RESILIENZFAKTOR

Kurzstudie

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

Autoren

Lennard Sielaff, Loic Kulow, Prof. Dr.-Ing. Dominik Lucke, Thomas Adolf

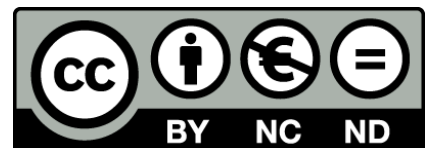
Kontaktadresse

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart
Telefon 0711 970-1667
presse@ipa.fraunhofer.de
<https://www.ipa.fraunhofer.de>

DOI 10.24406/publica-126

Lizenz

Das Werk »Smarte Instandhaltung als Resilienzfaktor - Kurzstudie«
steht unter folgender Creative-Commons-Lizenz:
Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitungen
International 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).
Details zur Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Alle Rechte vorbehalten

© Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Juni 2022

Inhalt

1	EINLEITUNG	1
2	ZIELSETZUNG UND METHODIK	2
2.1	ZIELSETZUNG UND AUFBAU DER KURZSTUDIE	2
2.2	BEFRAGUNGSMETHODIK	2
2.3	ÜBERSICHT ÜBER DIE TEILNEHMENDEN	3
3	BESCHREIBUNG DES STATUS QUO	5
3.1	RESILIENZ IM UNTERNEHMENSKONTEXT	5
3.2	STÖRFAKTOREN DER PRODUKTION	7
3.3	SITUATION DER INSTANDHALTUNG	9
3.3.1	<i>Anforderungen an die Instandhaltung</i>	9
3.3.2	<i>Instandhaltungsstrategien</i>	10
3.3.3	<i>Instandhaltungspersonal</i>	12
3.3.4	<i>Digitalisierung</i>	13
4	INSTANDHALTUNG ALS ZUKÜNFTIGER RESILIENZFAKTOR	14
4.1	AUSRICHTUNG DES UNTERNEHMENS	14
4.2	ANFORDERUNGEN AN DIE INSTANDHALTUNG	15
4.3	UMSETZUNGSMÖGLICHKEITEN	16
4.3.1	<i>Instandhaltung im Unternehmen</i>	16
4.3.2	<i>Weiterbildung des Instandhaltungspersonals</i>	16
4.4	WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	17
5	LITERATURVERZEICHNIS	18

1 Einleitung

Die Jahre 2020 und 2021 haben viele Unternehmen mit Problemen und Herausforderungen unbekanntes Ausmaßes konfrontiert und erforderten Kreativität, Flexibilität aber auch Geduld. Die Unterbrechungen durch die Coronakrise haben gezeigt, wie stark sich Störungen über die Lieferketten hinweg auswirken können (Zeisel 2021). Aber nicht nur globale Krisen, sondern auch einzelne Events, wie die Blockade des Suezkanals über mehrere Tage hinweg (Rodrigue 2022), oder systematische Schwächen, wie der Chipmangel, zeigen (Leiss und Wohlrabe 2021), dass sich die Wirtschaft auf immer neue Störsituationen vorbereiten muss. Durch eine stärkere Vernetzung werden diese Störpotenziale und auch die Unberechenbarkeit dieser Unterbrechungen zukünftig weiter zunehmen, sodass, neben einer guten Vorbereitung, auch die Bewältigung der unterschiedlichen Krisen im Fokus liegen müssen.

Resilienz ist die Eigenschaft, positiv mit einer teils unvorhersehbaren Krisen- und Störsituation umgehen zu können. Der Begriff wurde bis zur Coronakrise hauptsächlich im Bereich (geistiger) Gesundheit verwendet, um ein leistungsfähiges Immunsystem zu beschreiben (Duden online 2022). Generell ist mit Resilienz gemeint, dass möglichst schnell der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird oder – noch besser – eine Weiterentwicklung stattfindet, um positiv aus der Krisensituation hervorzugehen. Die Verallgemeinerung des Begriffs lässt sich auch auf andere Bereiche anwenden. So forderte zum Beispiel Wolfgang Ischinger als Chef der Münchener Sicherheitskonferenz für die Zeit nach der Coronapandemie eine "Resilienz-Agenda", um europäische Widerstandskräfte gegen künftige Krisen zu stärken (Riecke 2020). Spätestens damit war der Begriff Resilienz auch im unternehmerischen Kontext angekommen und wird in verschiedenen Publikationen auf den Produktionskontext angewandt (Öhlinger et al. 2021; Hingst et al. 2022).

Um Resilienz in den unternehmerischen Kontext zu übertragen und daraus Strategie- und Handlungsempfehlungen abzuleiten, müssen zunächst die aktuellen Situationen in den Unternehmen sowie die größten Einflussfaktoren auf die Resilienzfähigkeit erfasst werden. Ein wichtiger Bereich, in dem produzierende Unternehmen auf Störungen reagieren müssen, ist die Instandhaltung. Ihre Aufgabe ist es, die Produktionsfähigkeit der Maschinen und Anlagen zu gewährleisten und bei vorübergehenden Störungen möglichst schnell den Originalzustand wiederherzustellen. Damit trägt die Instandhaltung maßgeblich zur Resilienzfähigkeiten von Unternehmen bei und muss in dieser Rolle genauer betrachtet werden (Durán et al. 2021).

Hierzu hat das Fraunhofer IPA über das Jahr 2021 eine Kurzumfrage bei produzierenden Unternehmen durchgeführt, um die Situation der Instandhaltung in Bezug auf Resilienz aufzunehmen und zu erarbeiten, wie die Instandhaltung auch zukünftig zur Resilienzfähigkeit beitragen kann.

In Kapitel 2 dieser Studie werden die Zielsetzung der Kurzumfrage und deren Befragungsmethode genauer erläutert. Anschließend wird eine Übersicht über die teilnehmenden Unternehmen gegeben. In Kapitel 3 wird die aktuelle Situation in den Unternehmen bezüglich der Resilienz und der Instandhaltung beschrieben, um abschließend in Kapitel 4 genauer darauf einzugehen, wie die Instandhaltung zukünftig einen Resilienzfaktor darstellen kann und wie die Potenziale geschöpft werden können.

2 Zielsetzung und Methodik

2.1 Zielsetzung und Aufbau der Kurzstudie

Ziel der Kurzstudie ist es, einen Überblick über die aktuelle Situation in produzierenden Unternehmen in Deutschland zum Thema Instandhaltung als Resilienzfaktor zu erfassen. Da es sich dabei um einen Überblick handeln soll, wurden bewusst Unternehmen verschiedener Größe und aus verschiedenen Branchen in die Befragung aufgenommen. Mit Hilfe der Kurzstudie sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Rolle spielt Resilienz / Resilienzfähigkeit als Zielgröße im unternehmerischen Kontext und besonders für die Instandhaltung?
- Kann die Instandhaltung einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Resilienzfähigkeit von Unternehmen leisten?
- Wie ist die Instandhaltungsorganisation produzierender Unternehmen aktuell in Bezug auf die Resilienzfähigkeit aufgestellt?
- Vor welchen Herausforderungen steht eine Instandhaltung, um in zukünftigen Krisensituationen angemessen reagieren zu können?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde die Kurzstudie in Abschnitte unterteilt. Zunächst wurden die Teilnehmenden zum Thema Resilienz im Allgemeinen befragt. Darauf aufbauend wurde ein gemeinsames Verständnis sowie eine Abgrenzung zu den Themen Robustheit und Effizienz erzeugt, um danach eine Selbsteinschätzung der Resilienz des eigenen Unternehmens zu erfragen. In Bezug auf diese Selbsteinschätzung wurden Fragen zu Herausforderungen in der Produktion und in der Instandhaltung sowie über die zukünftigen Aufgaben und zum Bild einer resilienten Instandhaltung erfasst. Zum Schluss wurden Kennwerte wie Branche, Mitarbeiteranzahl im Unternehmen und in der Instandhaltung sowie die Anzahl der zu betreuenden Instandhaltungsobjekte der jeweiligen Unternehmen erfasst.

2.2 Befragungsmethodik

Für eine große Reichweite wurde die Umfrage online durchgeführt. Damit sollte ein Überblick über die Resilienz und die Situation in produzierenden deutschen Unternehmen gewonnen werden. Der Fragebogen wurde, nach den Erkenntnissen für Online-Befragungen von Regmi et al., darauf ausgelegt, in maximal 15 Minuten beantwortet werden zu können (Regmi et al. 2016). Deswegen wurden pro Themengebiet nur wenige, sorgfältig ausgewählte Fragen aufgenommen. Zusätzlich wurde mithilfe von Abhängigkeiten zwischen einzelnen Fragen und Folgefragen darauf geachtet, dass jeweils nur individuell relevante Fragen gezeigt wurden. Es gab keine Pflichtfragen und man konnte im Fragebogen zwischen den einzelnen Seiten frei vor- und zurückspringen. Am Ende des Fragebogens wurden die demographischen Informationen zu dem Unternehmen der Befragten erfasst.

Die Online-Umfrage wurde per E-Mail an Kontaktpersonen aus deutschen produzierenden Unternehmen geschickt, die beim Fraunhofer IPA ihr Interesse zu instandhaltungsrelevanten Themen hinterlegt hatten. Dieser Verteiler umfasst Kontakte zu unterschiedlichen Branchen und Unternehmensgrößen. Zu beachten ist, dass auf

diesem Verteiler, hauptsächlich Personal aus den Instandhaltungsabteilungen aufgeführt ist. Dieser Hintergrund sollte bei den folgenden Auswertungen stets beachtet werden.

Alle beantworteten Fragen wurden erfasst und sind in die darauffolgende Auswertung mit eingeflossen. Da einige Befragte den Fragebogen nicht bis zum Ende ausgefüllt haben, fehlen für einige Antworten zum Beispiel die letzten Informationen zu Branche und Mitarbeiteranzahl. In der Auswertung ist vermerkt, wie viele Befragte diese Frage beantwortet haben.

2.3

Übersicht der Befragten

Befragt wurden hauptsächlich Personen der Mitarbeiter- oder Leitungsebene von Instandhaltungen deutscher produzierender Unternehmen. Hauptsächlich sind die Branchen Maschinenbau und Fahrzeugindustrie vertreten, aber auch Unternehmen aus der Textilbranche, der Chemie/Pharmaindustrie, der Lebensmittelindustrie und des Anlagenbaus haben an der Umfrage teilgenommen. Eine Übersicht über die Branchen gibt die folgende Tabelle (Abb. 01). Das Ziel, Informationen aus verschiedenen Branchen in die Kurzstudie mit aufnehmen zu können wurde erreicht.

Branche	Anzahl
Maschinen- und Anlagenbau	10
Fahrzeugindustrie & Zulieferbetriebe	8
Chemieindustrie	3
Pharma- und Medizintechnik	3
Elektrogeräte- und Halbleiterfertigung	2
Lebensmittelindustrie	2
Textilindustrie	2
Papierindustrie	1
Rohstoffindustrie	1
Glasindustrie	1
Energieerzeugung	1

Abb. 01
Branchen der
Teilnehmenden (n=34)

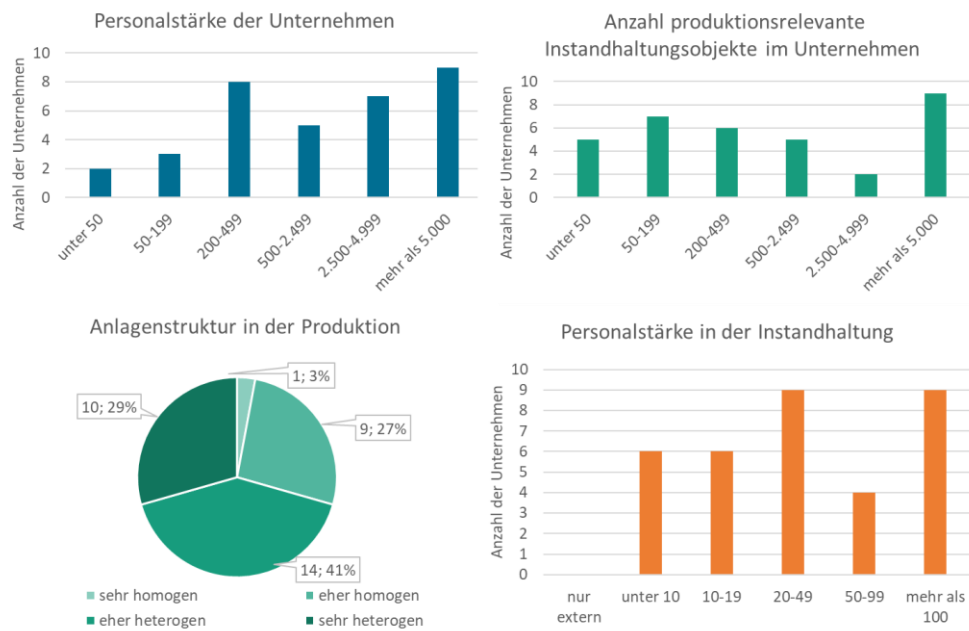
Insgesamt haben 71 Personen den Online-Fragebogen begonnen, was einer Rücklaufquote von ungefähr 12% entspricht. Dies liegt leicht unter den zu erwarteten Rücklaufquoten für groß angelegte Online-Fragebögen (Nayak und Narayan 2019). Mindestens 34 haben den Fragebogen bis zur letzten Frage ausgefüllt. Da die Beantwortung der Fragen freiwillig war und es keine Pflichtfragen gab, ist es unklar, ob die Fragen nicht ausgefüllt wurden oder ob der Fragebogen abgebrochen wurde. Selbst wenn alle abgebrochen hätten, läge die Abbruchquoten deutlich unter den durchschnittlichen Abbruchquote von 80% für Online-Fragebögen (Tuten et al. 2002). Dies könnte in dieser Umfrage daran gelegen haben, dass nur Fachleute mit einem Bezug zum Thema und zu der befragenden Organisation angeschrieben.

Da die Selbsteinteilung der Befragten, ob ihr Unternehmen in die Kategorie „resilient“, „robust“ oder „effizient“ fällt, direkt am Anfang des Fragebogens als zweite Frage gestellt wurde, liegt diese Information für alle 71 Datensätze vor, sodass für alle folgenden Fragen eine Auswertung bezüglich dieses Kriteriums möglich war.

Für die Erfassung der Unternehmensgröße wurde die Personalstärke des Unternehmens abgefragt. Es wurden hier sechs Kategorien aufgestellt. Alle Unternehmensgrößen, von unter 50 bis zu mehr als 5000 Personen haben am Online-Fragebogen teilgenommen. Die Ergebnisse und Verteilung der demographischen Fragen ist in Abb. 02 dargestellt.

Zusätzlich zur Personalstärke des Gesamtunternehmens wurden auch die jeweilige Anzahl der Mitarbeitenden in der Instandhaltung abgefragt. Sechs der Befragten arbeiten in Instandhaltungsabteilungen mit weniger als zehn und neun in Unternehmen mit mehr als 100 Mitarbeitenden in der Instandhaltungsabteilung. Da der Fokus hauptsächlich auf produzierenden Unternehmen lag, korreliert die Gesamtpersonalstärke in einem Unternehmen – wie zu erwarten – mit der Personenzahl in den jeweiligen Instandhaltungsabteilungen.

Abb. 02
Übersicht der teilnehmenden
Unternehmen (n=34)



Auch die Anzahl der produktionsrelevanten Instandhaltungsobjekte korreliert mit der Personalstärke sowohl gesamt, als auch in der Instandhaltungsabteilung. Alle neun großen Unternehmen betreuen auch jeweils mehr als 5.000 produktionsrelevante Instandhaltungsobjekte. Für die Klassifizierung wurden hier die gleichen Abstufungen wie für die Gesamtzahl herangezogen. Fünf Unternehmen gaben an, dass weniger als 50 Objekte in die Zuständigkeit der Instandhaltung fallen.

Der Großteil der Befragten hat angegeben, dass die von ihrer Instandhaltung zu betreuenden Anlagen eher oder sehr heterogen sind. Nur ungefähr 30% geben an, eine eher oder sehr homogene Anlagenstruktur zu haben.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Befragten aus unterschiedlichen Branchen und Unternehmens- und Instandhaltungsgrößen kommen, wobei mehr als die Hälfte aus dem Maschinen- und Anlagenbau und rund ein Viertel von großen Unternehmen mit mehr als 5.000 Angestellten stammen.

3 Beschreibung des Status quo

3.1 Resilienz im Unternehmenskontext

Für die Einordnung des zentralen Begriffs des Fragebogens, konnten aus einem Pool mit 14 Begriffen, jeweils diejenigen ausgewählt werden, die am meisten mit Resilienz verbunden werden. Gleichzeitig ergibt dies auch ein Bild, wie Unternehmen bzw. die Instandhaltungsabteilungen Resilienz definieren, was sie damit assoziieren oder in welchen Kontext sie diesen Begriff setzen. Die Antwortmöglichkeiten waren vielfältig (Cyberkriminalität, Unabhängigkeit, Immunsystem, Investition etc.) und eine Mehrfachauswahl war möglich. Eine Übersicht der gegebenen Antworten bietet Abb. 03.

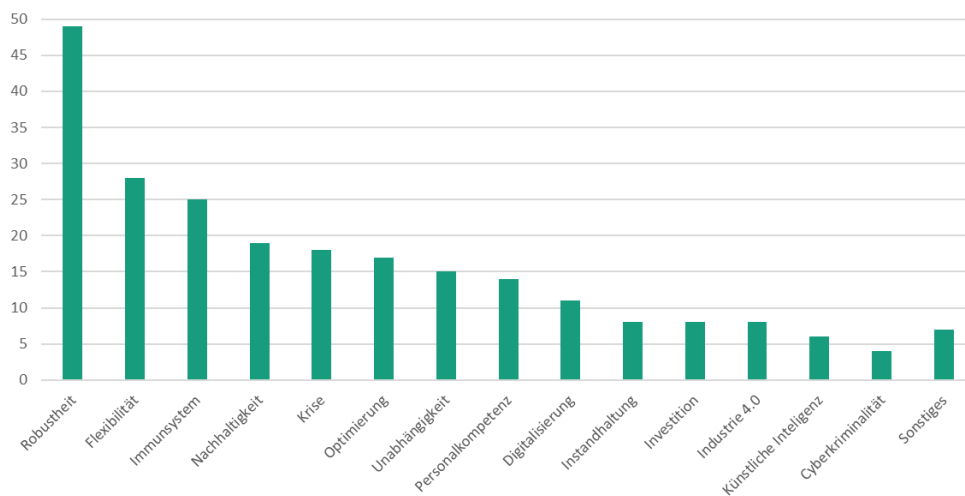
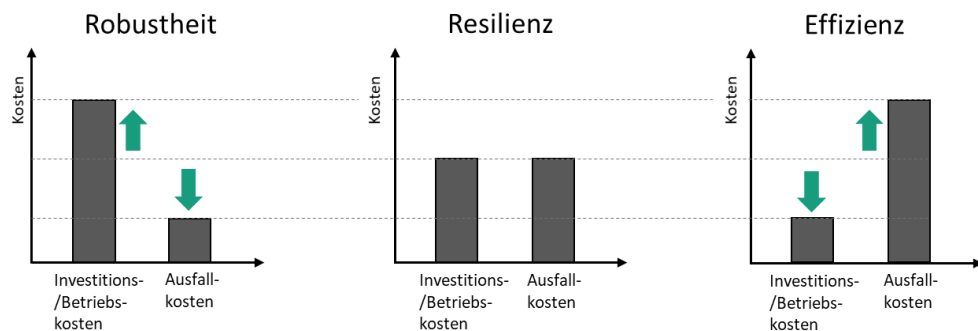


Abb. 03
Begriffe, mit denen Resilienz
in Verbringung gebracht
wird (n=71,
Mehrfachnennungen)

Mit 49 Antworten ist die Robustheit nicht nur der am häufigsten ausgewählten Begriff, sondern auch der Einzige, der mehr Zustimmung als Ablehnung findet. Diese Tatsache lässt darauf schließen, dass Robustheit derzeit als Synonym für Resilienz genutzt wird. Auch die Flexibilität und das Immunsystem stehen für viele im Kontext mit Resilienz. Das Immunsystem, also das menschliche Abwehrsystem gegen vielerlei Krankheiten, fungiert hier als Vorbild für ein resilient ausgerichtetes Unternehmen. Die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit sind Kernaspekte für Resilienz und grenzen diese von der Robustheit ab. Interessanterweise wurden Begriffe, die mit Digitalisierung in Verbindung stehen, wie Cyberkriminalität, Industrie 4.0, KI oder die Digitalisierung selbst kaum ausgewählt. Dies kann daran liegen, dass es sich bei diesen Begriffen nicht um Synonyme für Resilienz handelt, jedoch wird eine flexible, krisenfeste Ausrichtung des Unternehmens ohne digitale Hilfsmittel schwer zu erreichen sein. Auffällig ist zudem die geringe Beachtung der Investitionen, die nur acht Mal ausgewählt wurden. Des Weiteren wurde allen Befragten die Möglichkeit gegeben, selbst einen Begriff anzugeben. Explizit wurden die Widerstandsfähigkeit und die Aufmerksamkeit/Achtsamkeit genannt. Begriffe wie Nachhaltigkeit, Optimierung, Krise und Unabhängigkeit landeten mit 15 bis 19 Stimmen im Mittelfeld der Nennungen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die häufige Nennung von Robustheit zeigt, wie Resilienz auch im unternehmerischen Kontext wahrgenommen wird.

Mit Blick auf produzierende Unternehmen und dort besonders auf die Instandhaltung hat das Fraunhofer IPA die Begriffe Resilienz, Robustheit und Effizienz einander gegenübergestellt. Der Begriff Resilienz ist im Kontext der Produktion nicht eindeutig definiert. Er stammt vom lateinischen *resilire* ab und bedeutet wörtlich „zurückspringen.“ Im Duden wird Resilienz als Begriff im Kontext der Psychologie definiert (Duden online 2022), und als „psychische Widerstandskraft; Fähigkeit, schwierige Lebenssituationen ohne anhaltende Beeinträchtigung zu überstehen“. Auf Basis dieser Definition wurde in Rahmen dieser Kurzstudie der Begriff als „Fähigkeit, (unvorhersehbare) Krisen-/ Störsituationen ohne andauernde Beeinträchtigung zu überstehen“ definiert. Dies kann auch eine Weiterentwicklung beinhalten, um positiv aus einer der Krisensituation hervorzugehen. Zusätzlich zur Definition wurde den Befragten eine Grafik, in Abb. 04, gezeigt, die die Begriffe Robustheit, Resilienz und Effizienz voneinander abgrenzen soll.

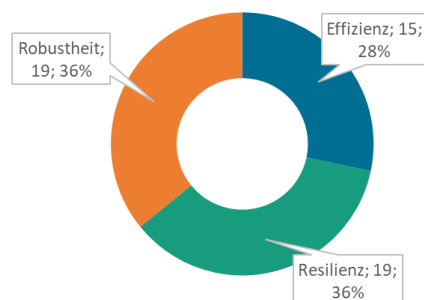
Abb. 04
Abgrenzung: robust, resilient und effizient



In den drei Grafiken werden die Auswirkungen des strategischen Fokus der jeweiligen Strategien auf die Betriebs-/Investitionskosten und mögliche Ausfallkosten im Falle einer Störung gezeigt. Bei der robusten Strategie wird viel investiert, um bei einem möglichen Ausfall geringe Konsequenzen zu haben. Dies können zum Beispiel redundante Produktionsmittel oder hohe Lager- und Pufferbestände sein. Durch die Investition vorher werden die Krisen nicht verhindert, aber ihre Auswirkungen deutlich abgeschwächt oder auch verdrängt.

Bei effizienzfokussierten Strategien stehen die niedrigen Investitions- und Betriebskosten im Vordergrund. Durch Reduktion der Investitions- und Betriebskosten, wie zum Beispiel durch Reduktion des Ersatzteilbestandes, werden die laufenden Kosten gesenkt. Im Fall einer unvorhergesehenen Krise, zum Beispiel einem Maschinenausfall ohne vorhandenes Ersatzteil, kommt es bei Strategien mit diesem Fokus zu deutlich höheren Ausfallkosten. Im Vergleich dazu wurde eine resilienzorientierte Strategie als mittlerer Weg vorgestellt, indem die Gesamtkosten aus Investitions-, Betriebs- und möglichen Ausfallkosten reduziert werden. Bei dieser strategischen Ausrichtung wird die Vorbereitung auf Krisensituationen bewertet und den möglichen Ausfallkosten gegenübergestellt. Auf der Basis werden daraufhin die Entscheidungen getroffen.

Abb. 05
Selbsteinschätzung der Unternehmensstrategien: robust, resilient oder effizient (n=53)



Nach der Definition von Resilienz und der Gegenüberstellung der drei Strategien: „robust“, „effizient“ und „resilient“ sollten die Befragten ihr Unternehmen einer der drei Grundstrategien zuordnen. Die Einordnung ist in Abb. 05 dargestellt. 28% Prozent schätzen ihr Unternehmen als effizienten Betrieb ein, während jeweils 36% sich für Robustheit und Resilienz

entschieden. Diese Eigeneinschätzung ermöglicht es, die folgenden Fragen differenziert auszuwerten und die Gruppen (robust, effizient und resilient) untereinander zu vergleichen.

Zur Kontrolle der Selbsteinschätzung auf Basis der drei grundsätzlichen Strategien wurden die Befragten am Ende des Fragebogens nochmals, aufgefordert die Resilienzfähigkeit Ihres Unternehmens von 1 (gar nicht) bis 10 (komplett) zu bewerten. Sie wurde durchschnittlich mit dem Wert 6,1 angegeben (Abb.

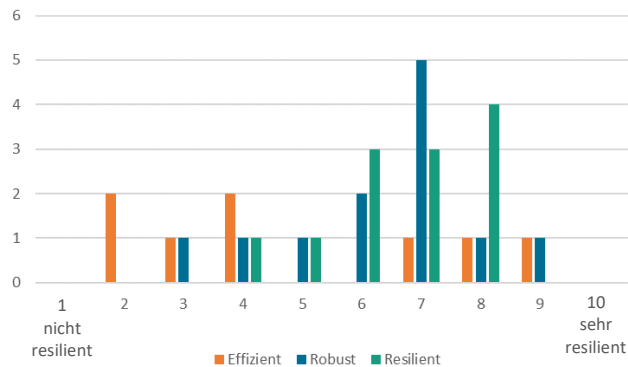


Abb. 06
 Selbsteinteilung in die Kategorien: resilient, robust und effizient im Vergleich zur Selbsteinschätzung der Resilienzfähigkeit des Unternehmens (n=32)

06). Unternehmen, die sich als effizient einschätzen, haben durchschnittlich nur mit 4,8 geantwortet. Dies deutet darauf hin, dass die Unterscheidung zwischen resilient und effizient konsistent ist. Auch die selbst einsortierten resilienten (Durchschnitt 6,7) und robusten (Durchschnitt 6,3) Unternehmen zeigen, dass die Selbsteinschätzung der Unternehmen am Anfang des Fragebogens durchgängig so beibehalten wurde.

3.2 Störfaktoren der Produktion

Resilienzfähigkeit beschreibt, wie gut ein Unternehmen mit Krisen- und Störsituationen umgehen kann. Um zu erfassen, mit welchen Störungen produzierende Unternehmen regelmäßig umgehen müssen, wurden die größten Störfaktoren der jeweiligen Produktion mit Hilfe von zwei Fragen erfasst. Die erste Frage zielte darauf ab, ob einer der vorgegebenen Faktoren die Produktion stört (*gar nicht, kaum, öfters, größtenteils*) und wenn *öfters* oder *größtenteils* ausgewählt wurde, wurde noch die Häufigkeit der jeweiligen Produktionsstörung erfasst (*monatlich, wöchentlich, täglich, mehrmals täglich*). Die zusammengefassten Ergebnisse sind in Abb. 07 dargestellt.

Die größten Störfaktoren der Produktionen sind *menschliches Fehlverhalten, Materialstörungen, Maschinenstörungen* und *spezielle Kundenanforderungen*. Seltener genannte Störfaktoren sind *Lagerkapazität, Lieferengpässe* und am wenigsten werden die Produktionen durch *natürliche Einflüsse* gestört.

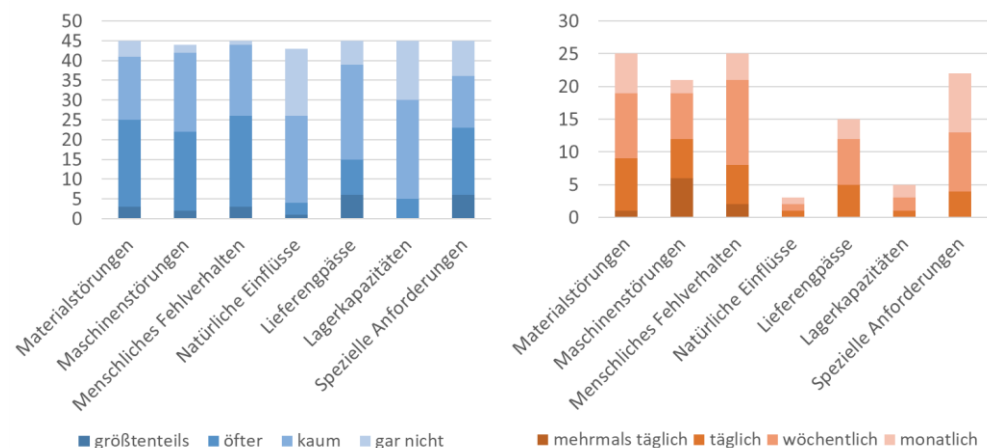
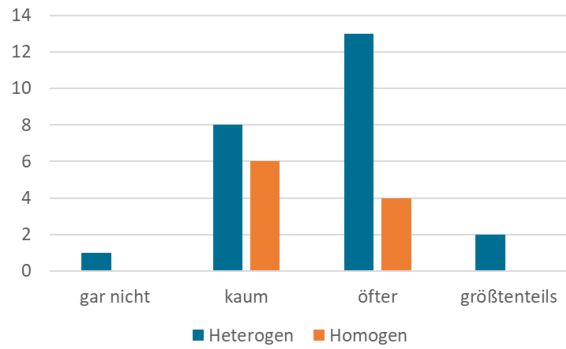


Abb. 07
 Größte Störursachen (links, n=45) und Störhäufigkeit (rechts, n=3-25) in der Produktion

Beschreibung des Status quo

Abb. 08
Anzahl der
Maschinenstörungen in
Abhängigkeit der
Anlagenstruktur (n=34)



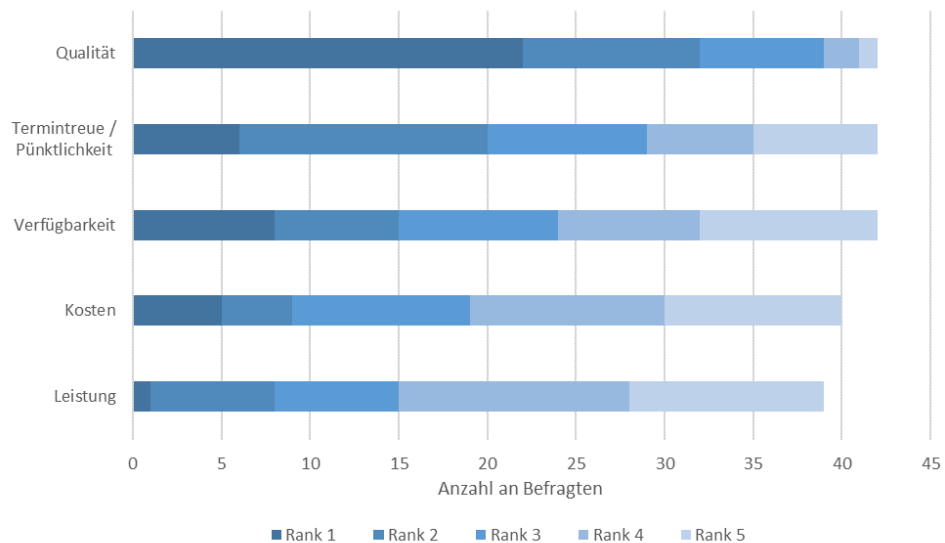
Werden die Maschinenstörungen wie in Abb. 08 nach der Struktur des Anlagenparks aufgetragen, zeigt sich deutlich, dass Unternehmen mit einem heterogenen Maschinenpark öfter von Maschinenstörungen betroffen sind als Unternehmen mit einem eher homogenen Maschinenpark. Dies lässt vermuten, dass die Komplexität und Aufgabenvielfalt in vielen

Instandhaltungsabteilungen zu Problemen führt.

Hat ein Störfaktor einen großen Einfluss (*öfters* und *größtenteils*), wurde zusätzlich die Auftrittshäufigkeit dieses Faktors abgefragt. Am häufigsten unterbrechen Maschinenstörungen die Produktion, gefolgt von Materialstörungen und menschlichem Fehlverhalten. Spezielle Kundenanforderungen und Lieferengpässe sind im Durchschnitt mit wöchentlichem oder monatlichem Auftreten deutlich seltener als die ersten drei genannten Störfaktoren. Hieraus lässt sich schließen, dass obwohl Maschinenstörungen nicht die größten Störfaktoren sind, sie durch das häufige Auftreten die Produktion trotzdem stark beeinflussen.

Um das Produktionsumfeld einschätzen zu können, wurden die teilnehmenden Unternehmen aufgefordert, die Hauptziele der Produktion (*Qualität, Termintreue, Verfügbarkeit, Kosten* und *Leistung*) relativ zueinander nach ihrer Wichtigkeit zu ordnen. Die relative Gewichtung der Ziele ist in Abb. 09 dargestellt.

Abb. 09
Relative Gewichtung der
Hauptziele der Produktion
(n=42)



Das Kriterium Qualität wurde mit Abstand als am wichtigsten in den Produktionen der Befragten eingeordnet. Danach folgen Termintreue und Verfügbarkeit mit Kosten und Leistung auf den letzten Plätzen. Interessant ist, dass es zwischen den selbst eingeteilten Gruppen nur kleine Unterschiede gibt, die aber erwartungsgemäß ausfallen. Effiziente Unternehmen legen mehr Wert auf Kosten und Leistung als die anderen, wohingegen robuste Unternehmen einen stärkeren Fokus auf Verfügbarkeit setzen.

3.3

Situation der Instandhaltung

3.3.1

Anforderungen an die Instandhaltung

Zur Untersuchung des Einflusses der Instandhaltung auf die Resilienz eines Unternehmens ist es zuerst wichtig, die Bedeutung und ihren Stellenwert in den verschiedenen Unternehmen zu erfassen. Hierfür wurden weitere Fragen gestellt, die indirekt auf die wahrgenommene Wichtigkeit der Instandhaltung im Unternehmen schließen lassen. Die ausgewählten Fragen betreffen das Mitspracherecht bei Investitionsentscheidungen, ein ausreichendes Instandhaltungsbudget und die Erreichung formulierter Instandhaltungsziele. Generell ist festzuhalten, dass im Durchschnitt alle diese Fragen positiv beantwortet wurden und so der Stellenwert der Instandhaltung im Durchschnitt in den teilnehmenden Unternehmen positiv zu bewerten ist. Werden die Befragten nach ihrer eigenen Einschätzung in die Gruppen „robust“, „effizient“ und „resilient“ geteilt, ergeben sich Unterschiede zwischen den Gruppen, die in Abb. 10 aufgezeigt sind. Festzuhalten ist, dass nur 43 Prozent der Instandhaltungsabteilungen in Investitionsentscheidungen miteinbezogen werden. Dies ist im Durchschnitt der kleinste Zustimmungswert und es ist die Frage, bei der die Antworten zwischen den Gruppen am meisten divergieren. In effizienten Unternehmen, liegt der Anteil, bei denen die Instandhaltungsabteilung Mitspracherecht bei Investitionsentscheidungen haben, nur bei 27 Prozent, wohingegen der Anteil bei resilienten Unternehmen am höchsten mit 78 Prozent liegt. Bei robusten Unternehmen liegt die Zustimmung mit 57 Prozent in der Mitte. Der Frage, ob das Budget für die Instandhaltung ausreichend kalkuliert ist, stimmen robuste Unternehmen am meisten zu. Effiziente Unternehmen stimmen dieser Aussage nur zu 46 Prozent zu. Diese Aussagen sind konsistent zu den Definitionen von „robust“, „effizient“ und „resilient“, wobei resiliente Unternehmen sich stärker auf mögliche Krisen-/Störsituationen vorbereiten, effiziente Unternehmen Investitionsentscheidungen und das Instandhaltungsbudget eher an den Kosten ausrichten und robuste Unternehmen mehr Budget zur Verfügung stellen. Auf die beiden restlichen Fragen, ob die Instandhaltung Erfolg bei ihrer Zielerreichung hat und ob die Instandhaltung einen hohen Stellenwert im Unternehmen hat, haben die drei Gruppen ungefähr gleich abgestimmt. Erfolgreich bei der Zielerreichung sind im Schnitt 80 Prozent, wohingegen nur 61 Prozent zustimmen, dass die Instandhaltung einen hohen Stellenwert hat.

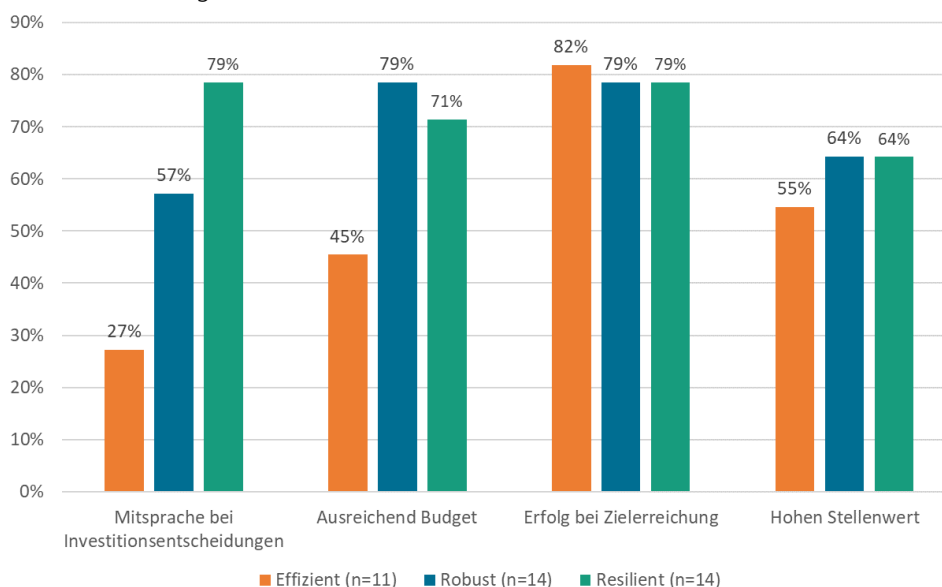
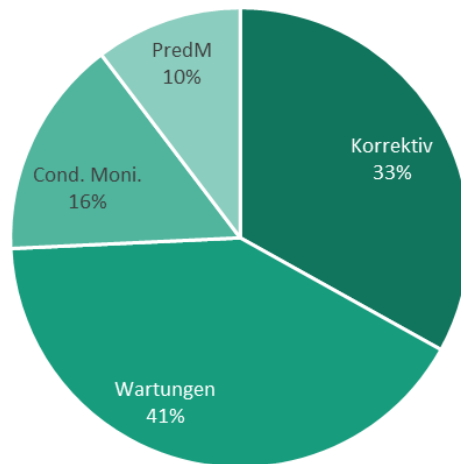


Abb. 10
Stellenwert der
Instandhaltung aufgeteilt
nach den Kategorien robust,
resilient und effizient

3.3.2 Instandhaltungsstrategien

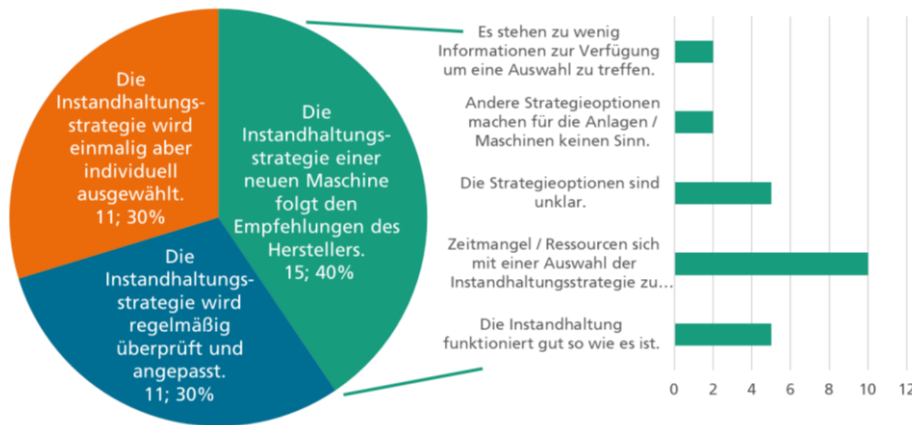
Abb. 11
Hauptsächlich verwendete
Instandhaltungsstrategie in
einem Unternehmen (n=36)



Um die Verfügbarkeit der Produktionsanlagen sicher zu stellen und auch in Krisensituationen ausreichend vorbereitet zu sein, ist die richtige Auswahl von Instandhaltungsstrategien notwendig. In der Kurzstudie sollten die Befragten zwischen den vier zeitlichen Ausprägungen der Instandhaltungsstrategie wählen, welche bei ihnen im Unternehmen am meisten verbreitet ist. Die Ergebnisse sind in Abb. 11 dargestellt. Überraschenderweise geben über ein Viertel der Unternehmen, als häufigste Strategie entweder *Condition Monitoring* (CM) oder *Predictive Maintenance* (PredM) an. Für diese Frage

gibt es keine Kontrollfragen, mit der die Antworten verglichen werden könnten, sodass das Ergebnis an dieser Stelle so aufgenommen wird. Regelmäßige Wartung an den Maschinen und Anlagen haben 41 Prozent der Befragten als häufigste Strategie in ihrem Unternehmen angegeben, und die restlichen 33 Prozent der Befragten führen die korrektive Strategie, also die Wartung nach einem Schadensfall, als häufigste im Unternehmen auf. Werden die Gruppen „robust“, „effizient“ und „resilient“ miteinander verglichen, gibt es einen bemerkenswerten Unterschied bei der am häufigsten vertretenen Instandhaltungsstrategie. Effiziente Unternehmen nutzen zu 43 Prozent die korrektive Strategie, die ohne Betrachtung der Ausfallkosten am günstigsten ist. Dieses Ergebnis war nach den vorgeschlagenen Definitionen der Gruppen und die anschließende Selbstzuordnung der Unternehmen zu erwarten.

In Bezug auf Resilienz ist bei Instandhaltungsstrategien darauf zu achten, dass bei der Auswahl der Strategie nicht nur die Optimierung des normalen Betriebs berücksichtigt wird, sondern auch eventuelle Krisen und unerwartete Situationen beachtet werden. Findet zum Beispiel eine jährliche Wartung statt und sind außerhalb des Wartungszeitfensters die benötigten Ersatzteile nicht verfügbar, kann dies in einem unerwarteten Störfall zu hohen Ausfall- oder Ausfallfolgekosten führen. Die aufwendigeren und sowohl in der Installation als auch im Betrieb teureren Strategien *Condition Monitoring* und *Predictive Maintenance* versuchen, durch eine Überwachung der Anlagen vorzeitig über eventuell auftretende Störfälle aufmerksam zu machen. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, sich angemessen auf die Störfälle vorzubereiten und so schnell und kostengünstig in den Normalbetrieb zurückzukehren. Plötzlich und unerwartet auftretende Störungen können jedoch nicht mit Hilfe der Strategien vorhergesagt werden, sodass auch bei der Anwendung von Überwachungstechnologien unerwartete Störereignisse als Kriterium für die Instandhaltungsstrategieauswahl berücksichtigt werden sollten. *Korrektive Strategien* gehen generell davon aus, dass es zu einem Störfall kommt. Richtig umgesetzt, mit zum Beispiel benötigten Ersatzteilen, Reparaturkompetenzen und -ressourcen vor Ort, ermöglichen auch sie eine schnelle Rückkehr in den Normalbetrieb. Regelmäßige Wartungen hingegen erlauben es, die Produktionszeiten und Unterbrechungen zur Überholung der Maschinen und Anlagen zu planen, können aber bei unvorhergesehenen Situationen problematisch sein, da sich in der Regel darauf verlassen wird, dass die Maschinen zwischen den Wartungsintervallen normal betrieben werden können. Benötigte Ersatzteile werden in vielen Fällen erst zur geplanten Wartung gekauft und stehen oft bei Spontanausfällen nicht zur Verfügung. Um zu prüfen, ob diese Überlegungen bei der Auswahl der Instandhaltungsstrategien berücksichtigt werden, ist zunächst in Abb. 12 dargestellt, wie der durchschnittliche Auswahlprozess der Instandhaltungsstrategien abläuft.



.....
Beschreibung des Status quo
.....

Abb. 12
Instandhaltungsstrategie-
Auswahl (links, n=37) und
Begründungen, warum keine
eigene Auswahl durchgeführt
wird (rechts, n=15,
Mehrfachnennungen)

40 Prozent der befragten Unternehmen übernehmen überwiegend direkt die Instandhaltungsempfehlungen des Maschinen- oder Anlagenherstellers, ohne die Strategien und Maßnahmen anzupassen. Der Hauptgründe hierfür sind ebenfalls in Abb. 12 dargestellt. Bei zwei Dritteln der Befragten ist Zeit- und Ressourcenmangel einer der Hauptgründe, sich nicht mit einer intensiveren Auswahl von Instandhaltungsstrategien zu beschäftigen. Nur ein Drittel der Teilnehmenden hat geantwortet, dass es keinen Grund gibt, sich mit der Auswahl genauer zu beschäftigen, da die Instandhaltungsempfehlungen der Hersteller gut funktionieren.

Die Unternehmen, die einmalig ihre Instandhaltungsstrategien auswählen (30 Prozent der Befragten) oder die regelmäßig ihre Instandhaltungsstrategien überprüfen und anpassen (ebenfalls 30 Prozent), nutzen als Auswahlkriterien hauptsächlich Erfahrungswerte mit ähnlichen Anlagen und Herstellerempfehlungen. Die Kritikalität der Anlage für das Produktionssystem sowie die benötigte Verfügbarkeit der Anlage werden auch häufig als Kriterien zur Auswahl herangezogen. Dies und die weiteren Antworten sind

in Abb. 13 zusammengefasst. Deutlich weniger werden die vorhandenen Instandhaltungsressourcen und die Strategien umliegender Maschinen und Anlagen bei der Auswahl einer Instandhaltungsstrategie berücksichtigt. Ein Teilnehmer gab bei der Befragung unter *sonstiges* das *Bauchgefühl* als Kriterium an, nach dem Instandhaltungsstrategien ausgewählt werden.

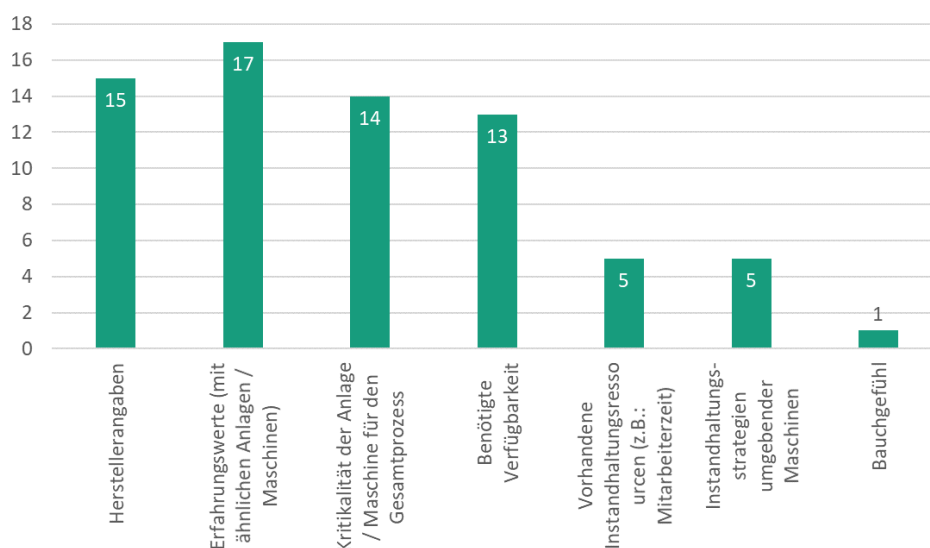


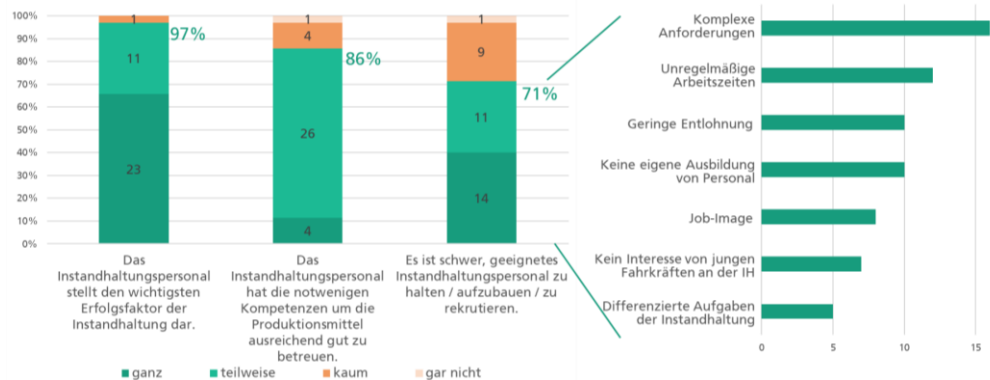
Abb. 13
Kriterien zur Auswahl einer
geeigneten Instandhaltungs-
strategie (n=22,
Mehrfachnennungen)

3.3.3 Instandhaltungspersonal

Nicht nur die Auswahl geeigneter Instandhaltungsstrategien beeinflussen die Resilienz der produzierenden Unternehmen. Wie in Abb. 07 dargestellt, gehören Maschinenstörungen zu den größten und häufigsten Störfaktoren einer Produktion. Diese müssen von Fachleuten behoben werden, was das Instandhaltungspersonal und dessen Ausbildung zu einem weiteren wichtigen Faktor der Resilienzfähigkeit macht. 97 Prozent der Befragten stimmen sogar der Aussage zu, dass das Instandhaltungspersonal den wichtigsten Erfolgsfaktor der Instandhaltung darstellt.

Die Teilnehmenden konnten bei dieser und weiteren Aussagen angeben, ob sie *ganz*, *teilweise*, *kaum* oder *gar nicht* zustimmen. *Ganz* und *teilweise* werden als Zustimmung gewertet, wohingegen *kaum* und *gar nicht* als Ablehnung der Aussage interpretiert werden. Die zu bewertenden Aussagen bezogen sich auf das Instandhaltungspersonal (Abb. 14), die Digitalisierung der Instandhaltung (Abb. 15) und auf die zukünftige Ausrichtung der Instandhaltung (Abb. 20).

Abb. 14
Aussagen zu
Instandhaltungspersonal
(links, n=35) und
Herausforderungen, Personal
zu rekrutieren / zu halten
(rechts, n=25,
Mehrfachnennungen)



Vor dem Hintergrund, dass es fast einstimmig als der wichtigste Erfolgsfaktor identifiziert wurde, gewinnen auch die weiteren Aussagen zum Instandhaltungspersonal an Bedeutung. Der Aussage, ob das vorhandene Personal die notwendigen Kompetenzen hat, um die Produktionsmittel ausreichend gut zu betreuen, wurde von 86 Prozent der Befragten positiv beantwortet, wobei der Anteil der dieser Aussage *ganz* zustimmt nur bei knapp über zehn Prozent liegt. 75 Prozent stimmen der Aussage *teilweise* zu. Dies lässt sich auf verschiedene Weise interpretieren, sodass an dieser Stelle keine Aussage über die Fähigkeiten des momentanen Instandhaltungspersonals getroffen werden kann, obwohl die Fähigkeiten von einer deutlichen Mehrheit eher als ausreichend bewertet werden.

Dieses geeignete Personal mit passendem Kompetenzprofil oder Arbeitserfahrung zu rekrutieren, auszubilden oder zu halten, ist jedoch für 71 Prozent der befragten Unternehmen schwierig. Die Unternehmen, die dabei Schwierigkeiten haben, konnten bei der nächsten Frage noch mögliche Gründe hierfür aufführen, die auch in Abb. 14 dargestellt sind. Fast zwei Drittel sehen eine Schwierigkeit in den *komplexen Anforderungen*, die an das Instandhaltungspersonal gestellt werden. *Unregelmäßige Arbeitszeiten*, *geringe Entlohnung* und dass die *Unternehmen kein eigenes Personal ausbilden*, werden danach aufgeführt. Das *Jobimage* oder das *fehlende Interesse von jungen Fachkräften* an der Instandhaltung sehen nur knapp ein Drittel der Unternehmen als Schwierigkeit. Am seltensten wurden die *differenzierten Aufgaben* der Instandhaltung als Grund ausgewählt, obwohl zu erwarten war, dass sie als Synonym für den meist genannten Grund - die *komplexen Anforderungen* - ähnlich oft genannt werden müsste. Diese Diskrepanz lässt sich nicht aus den Daten, aber vielleicht aus den Wörtern *komplex* und *differenziert* beantworten. *Komplex* ist meist negativ konnotiert, wobei *differenziert* in der Regel positiv bewertet wird. Das könnte die Erklärung für diese widersprüchlichen Antworten sein.

Da sich das Instandhaltungspersonal eindeutig als wichtigster Erfolgsfaktor der Instandhaltung herausgestellt hat und viele Unternehmen Schwierigkeiten dabei haben, geeignetes Personal zu rekrutieren und zu halten, müssen die Gründe hierfür weiter untersucht werden. Dies sprengt jedoch den Rahmen dieser Kurzstudie. Der meist genannten Schwierigkeit, die Komplexität der Anforderungen, könnte durch geeignete Maßnahmen wie zum Beispiel digitale Werkzeuge und Lösungen begegnet werden.

.....
 Beschreibung des Status quo

3.3.4 Digitalisierung

Für den Großteil der Unternehmen spielt die Digitalisierung in der Instandhaltung eine zentrale Rolle. Rund 20 Prozent der Befragten setzten diesen Begriff sogar in direktem Zusammenhang mit Resilienz.

Viele Herausforderungen, wie zum Beispiel komplexe Anforderungen an das Instandhaltungspersonal, können mit Hilfe digitaler Lösungen angegangen werden. 89 Prozent der Befragten stimmen der Aussage

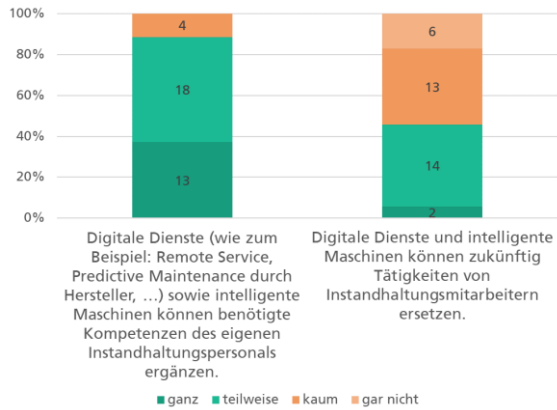


Abb. 15
 Aussagen zu digitalen Lösungen in der Instandhaltung (n=35)

zu, dass digitale Dienste wie Remote Service oder Predictive Maintenance und intelligente Maschinen die benötigten Kompetenzen des Instandhaltungspersonals ergänzen können. Wie in Abb. 11 dargestellt, werden einige digitale Lösungen (Condition Monitoring und Predictive Maintenance) schon von einigen Unternehmen genutzt. Dass diese Dienste oder intelligente Maschinen zukünftig aber komplett Aufgaben von Instandhaltungsmitarbeitern übernehmen können, wird mehrheitlich angezweifelt. Mehr als die Hälfte der Befragten gibt an, dass auch zukünftig digitale Dienstleistungen und intelligente Maschinen nicht die Tätigkeiten der Instandhaltung ersetzen können. Fast jeder Fünfte, wie in Abb. 15 aufgezeigt, stimmt der These *gar nicht* zu.

In einer weiteren Frage sollten sich die Befragten entscheiden, was für eine resiliente Instandhaltung wichtiger ist. Entweder moderne digitale Werkzeuge beziehungsweise Hilfsmittel oder bewährte Werkzeuge. Hierbei konnten sie sich eindeutig oder verhaltender für eine der beiden Seiten entscheiden. Das Ergebnis ist in Abb. 16 dargestellt. Fast zwei Drittel erachten digitale Werkzeuge als wichtiger als bewährte Werkzeuge. Wobei hervorgehoben werden muss, dass in der Studie nicht gefragt wurde, ob bewährte Werkzeuge abgeschafft werden sollten, sondern nur welche Art von Werkzeugen in Zukunft zu einer höheren Resilienz führen würde. Da in vielen Unternehmen das Digitalisierungspotenzial noch nicht ausgeschöpft ist, kann die Antwort auch so verstanden werden, dass zusätzlich digitale Lösungen benötigt werden, nicht als Ersatz.

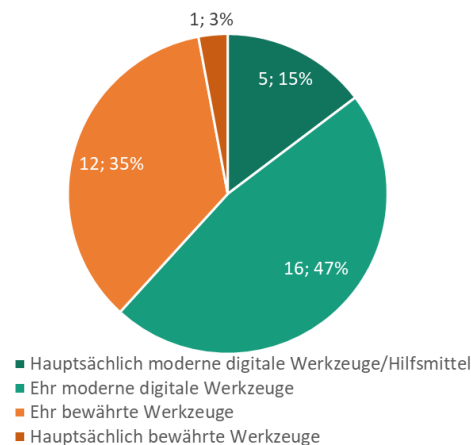


Abb. 16
 Entscheidung zwischen digitalen oder bewährten Werkzeugen für die Instandhaltung (n=34)

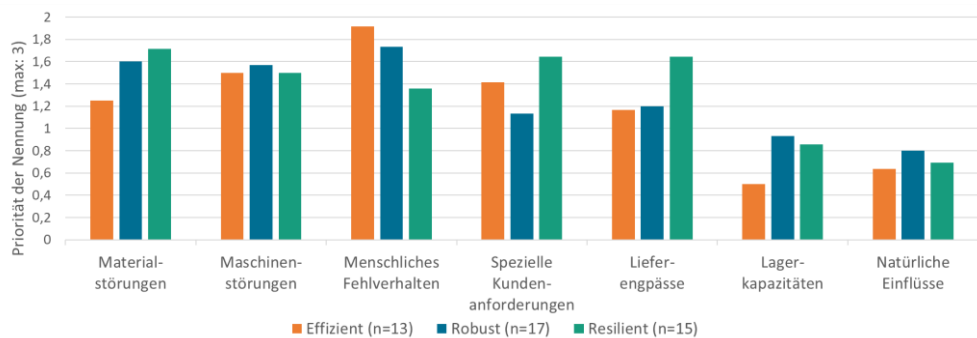
4 Instandhaltung als zukünftiger Resilienzfaktor

4.1 Ausrichtung des Unternehmens

Die Instandhaltung hat einen großen Einfluss auf die Resilienz eines Unternehmens. Damit die Instandhaltung als positiver Resilienzfaktor das Unternehmen nachhaltig beeinflussen kann, muss neben einer guten Vorbereitung und Abwehr von Krisensituationen auch die schnelle Erholung aus der Krise mitberücksichtigt werden. Hierbei darf aber die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen nicht außer Acht gelassen werden. Dies kann durch eine Abwägung von Investitions- und Betriebskosten mit potenziellen Störungskosten erfolgen. Einzelne Maßnahmen können auf ihr Störkosten-Senkungspotenzial bewertet werden und den Anschaffungs- und Betriebskosten gegenübergestellt werden. Über die Eintrittswahrscheinlichkeit der Störungen können dann geeignete Maßnahmen ausgewählt werden.

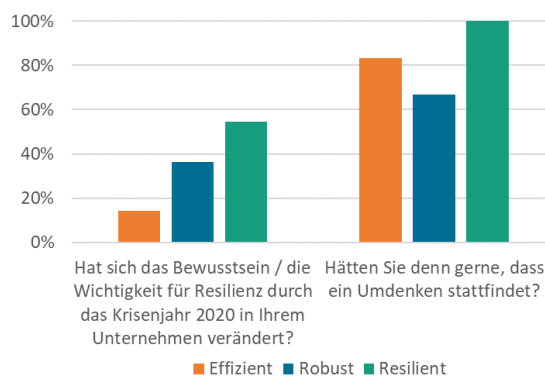
Um dies erfolgreich für die Instandhaltung umzusetzen, ist jedoch Voraussetzung, dass

Abb. 17
Größte Störfaktoren der Produktion geteilt in die Gruppen effizient, robust und resilient (n=45)



ein Unternehmen sich resilient ausrichtet und diese Bemühung konsequent verfolgt. Abb. 17 zeigt die größten Störsachen der jeweiligen Produktionen, aufgeteilt in die drei Gruppen „robust“, „effizient“ und „resilient“. Zur Vergleichbarkeit der Antworten zwischen den verschiedenen großen Gruppen, wurden die Aussagen der Teilnehmer gewichtet (gar nicht: 0, kaum: 1, öfters: 2, größtenteils 3) und der jeweilige Mittelwert der Gruppe dargestellt. Würden die jeweiligen Strategien, in die sich die Befragten selbst einsortiert haben, konsequent umgesetzt, würde man deutlichere Unterschiede zwischen den Gruppen erwarten und nicht eine ungefähre Gleichverteilung zwischen den Strategien. Besonders für Maschinenstörungen und Lieferengpässe, zwei Themen, die mit einer resilienten Ausrichtung angegangen werden können, wären bei einer konsequenten Strategieumsetzung andere Werte zu erwarten gewesen.

Abb. 18
Aussagen zur Resilienz in den Unternehmen (n=32)



Dass es an der konsequenten Umsetzung der Strategien mangelt, zeigen auch die Antworten am Ende des Fragebogens. Gefragt wurde, ob ein Umdenken in Bezug auf die Resilienz stattgefunden hat, und ob ein Umdenken stattfinden muss. Wie in Abb. 18 gezeigt, wünscht sich die Mehrheit der Befragten, dass ihr Unternehmen resilienter wird und diesem Themenbereich mehr Beachtung widmet. Bei

Unternehmen, die sich bereits als resilient einsortiert haben, ist der Wunsch, dass die Strategie konsequent umgesetzt wird, sogar am größten.

 Instandhaltung als zukünftiger
 Resilienzfaktor

4.2 Anforderungen an die Instandhaltung

Wie Resilienz in Zukunft in einem Unternehmen und besonders in der Instandhaltung konkret umgesetzt werden könnte, wurde mit Hilfe von Entscheidungsfragen erfasst. Dabei konnte immer zwischen jeweils zwei Begriffen ausgewählt werden, welcher für eine resiliente Instandhaltung notwendiger sein wird. Zum Beispiel lautet ein Begriffspaar: „Eindeutige Prozesse oder flexible Lösungswege?“. Die Teilnehmenden sollten sich dann für *klar links*, *eher links* also für die eindeutigen Prozesse oder für *eher rechts* oder *klar rechts*, also für flexible Lösungswege entscheiden. Die Ergebnisse der Frage sind in Abb. 19 aufgeführt.

Für zukünftige Krisen ist man uneins, ob eindeutige Prozesse oder flexible Lösungswege wichtiger für eine resiliente Instandhaltung sind. Der Großteil ist sich einig, dass klare personelle Zuständigkeiten und das technologische Verständnis der eigenen Maschinen wichtiger sind als Alleskönner oder gute Beziehungen zu externen Fachservicekräften. Des Weiteren werden klare Anweisungen aber auch Menschen, die in der Lage sind, eigene Entscheidungen zu treffen, als zukünftig wichtig erachtet. Außerdem sollten gute Dokumentation von Abläufen die Erfahrung des Personals kompensieren, wenn es in den Ruhestand geht.

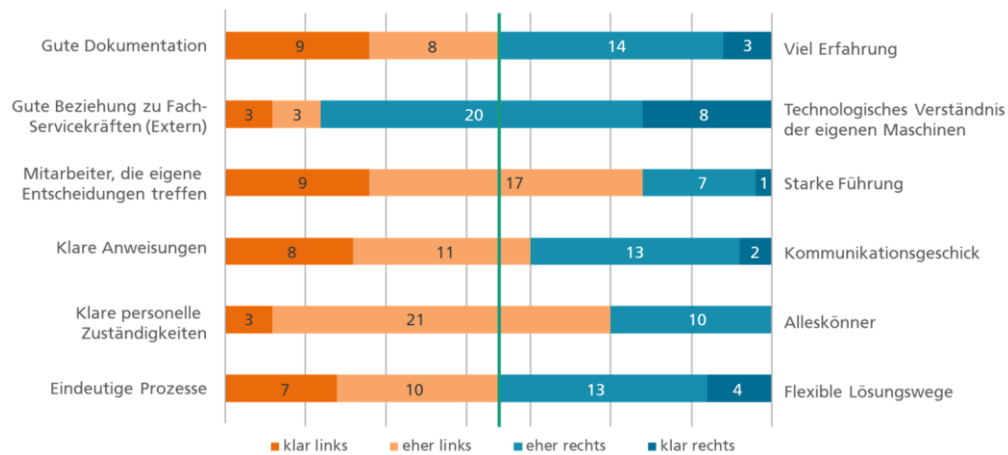


Abb. 19
Anforderung an eine resiliente Instandhaltung (n=34)

Es gibt kein Patentrezept für Resilienz! Resilienzfähigkeit muss vielmehr für verschiedene Unternehmen oder Bereiche individuell betrachtet werden. Immer mit dem Ziel, möglichst flexibel und effizient bei Störfällen agieren zu können und trotzdem die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu beachten. Dafür sind Mitarbeiter, die aufgrund ihrer eignen Erfahrung oder durch Prozessdokumentation, eigenständig arbeiten und Entscheidungen treffen, besonders wertvoll. Das bedeutet allerdings nicht, dass das Personal es zukünftig alleine mit den immer komplizierter und detaillierter werdenden Vorgängen jeder einzelnen Maschine im Unternehmen aufnehmen muss. Klare personelle Zuständigkeiten mit klaren Zielvorgaben helfen bei Flexibilität und Individualität, den Überblick zu behalten, indem eine Struktur für die resiliente Instandhaltung geschaffen wird. Rund die Hälfte der Befragten hält zusätzlich auch eindeutige Prozesse für sinnvoll, wohingegen die andere Hälfte flexible Lösungswege bevorzugt. Auch hier gilt wieder: bei Resilienz geht es nicht darum, immer nach derselben Maxime wie zum Beispiel Kostenminimierung zu handeln, sondern es müssen auf beliebig feinen Ebenen (Prozess, Maschine, Bauteil) individuell Lösungen entwickelt werden. Teilweise können eindeutige Prozesse der Einfachheit halber besser sein als flexible Lösungswege. Allgemein kann festgestellt werden, dass digital gestützte Instandhaltungsstrategien wie „Predictive Maintenance“, Vorteile gegenüber

gewöhnlichen Instandhaltungsmethoden haben. Dementsprechend werden in vielen Bereichen der Instandhaltung auch moderne, innovative Hilfsmittel, bzw. Werkzeuge, bewährte Werkzeuge und Methoden verdrängen, wie in Abb. 16 dargestellt.

4.3 Umsetzungsmöglichkeiten

4.3.1 Instandhaltung im Unternehmen

Die Instandhaltung wird nicht direkt mit dem Begriff Resilienz in Verbindung gebracht, lediglich zehn Prozent aller Befragten stellten zu Beginn beide Begriffe in einen Zusammenhang. Doch gerade in einer resilienten Produktionsausrichtung, wo Krisensituationen nicht durch robuste Strukturen verhindert werden können, ist eine smarte Instandhaltung, die wirtschaftlich sinnvoll Digitalisierungsmaßnahmen einsetzt, zielführend. Systeme, die Ausfälle vorhersagen können und auf unvorhergesehene Ausfälle trotzdem flexibel reagieren können, sind resilient und werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Bei vielen Störungsursachen, die bei einem Produktionsausfall vorliegen können, hat die Instandhaltung nicht immer direkten Einfluss. Doch Maschinenstörungen und menschliches Fehlverhalten, also Faktoren, auf die die Instandhaltung einen großen Einfluss hat, gehören zu den gravierendsten und häufigsten Fehlerursachen in einer Produktion.

55 Prozent der Befragten gaben an, dass Maschinenstörungen mehrmals täglich die Produktion aufhalten. Flexible und individuell angepasste Instandhaltungsstrategien könnten wirtschaftliche Schäden durch Maschinenstörungen deutlich reduzieren, wenn der Instandhaltung die Ressourcen und die Zeit zur Verfügung gestellt wird, sich mit der Strategieauswahl zu beschäftigen.

Im Allgemeinen hat die Instandhaltung innerhalb der Unternehmen einen hohen Stellenwert und wird wertgeschätzt. Auffällig ist jedoch, dass gerade bei Investitionsentscheidungen für neue Produktionsanlagen die Instandhaltung bei robusten und effizienten Unternehmen deutlich weniger Mitspracherecht hat als bei resilienten Unternehmen, obwohl die Lebenskosten der Anlage sehr stark von der Instandhaltung beeinflusst werden. Um die Instandhaltung als Resilienzfaktor zu nutzen, sollten sie frühzeitig in den Beschaffungsprozess eingebunden werden.

Die Instandhaltung als Resilienzfaktor zu verstehen, heißt auch, sie nicht nur als Kostenstelle, sondern als langfristige Investition in eine verbesserte Wertschöpfung zu verstehen. Ein knapp berechnetes Instandhaltungsbudget führt langfristig zu wirtschaftlichen Verlusten und eventuell zu erhöhten Ausgaben aufgrund von defekten Produktionsbestandteilen.

4.3.2 Weiterbildung des Instandhaltungspersonals

Aus dem vorherigen Abschnitt geht deutlich hervor, wie hoch der Beitrag der Instandhaltung sein kann, um das eigene Unternehmen resilienter zu gestalten. Damit das auch realistisch umgesetzt werden kann, braucht die Instandhaltung nicht nur ausreichend Budget für neue Werkzeuge oder Hilfsmittel, sondern das Instandhaltungspersonal selbst sollte umfangreich umgeschult oder weitergebildet werden. Neue Aufgaben können somit mit passenden Kompetenzen bearbeitet und gelöst werden. Der Umfrage nach stellt für 97 Prozent der Befragten das Instandhaltungspersonal den wichtigsten Erfolgsfaktor der Instandhaltung dar (Abb. 14). Der Mensch ist und bleibt der Schlüsselfaktor, um ausreichend Verfügbarkeit zu gewährleisten. Es reicht also nicht, die Instandhaltung materialistisch zu digitalisieren, wenn, wie von mehr als 94 Prozent der Befragten erwartet, die Anforderungen an die Instandhaltung sich in den kommenden zehn Jahren drastisch verändern werden (Abb. 20).

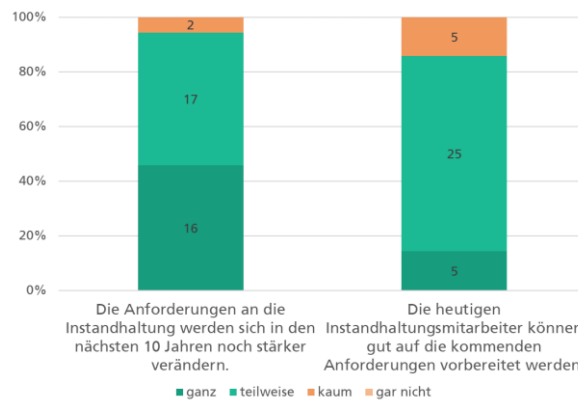
Betrachtet man, dass 14 Prozent der Instandhalter heute nicht die notwendigen Kompetenzen besitzen, um Produktionsmittel ausreichend gut zu betreuen (Abb. 14), wird die Bedeutung von Schulungen für eine resiliente Produktion offensichtlich. Vergleicht man robuste, effiziente und resiliente Unternehmen, so haben resiliente Unternehmen den geringsten Anteil an korrektiv

instandgehaltenen Maschinen und den größten Anteil an voraussagender oder zustandsorientierter Instandhaltung. Um Instandhaltungsstrategien wie Smart Maintenance oder Predictive Maintenance erfolgreich anzuwenden, muss unter anderem der Umgang mit großen Datenmengen geschult werden und die Schnittstelle zwischen Menschen und Sensorik muss so harmonisch wie möglich funktionieren. Auch der Begriff der Resilienz sollte dem Personal nähergebracht werden.

Ein Kernaspekt der Resilienz – wenn möglich positiv und weiterentwickelt aus einem Störfall hervorzugehen anstatt lediglich den alten Zustand wiederherzustellen –, verlangt den Abschied von langjährigen Automatismen. Gut 85 Prozent aller Befragten sind optimistisch gestimmt, dass das Personal mit geeigneten Mitteln gut auf die Zukunft vorbereitet werden kann, wie in der Auswertung in Abb. 20 dargestellt ist. Unregelmäßige Arbeitszeiten, komplexe Anforderungen oder geringe Entlohnung verschlechtern das Jobimage der Instandhaltung, was es erschwert, geeignetes Personal zu rekrutieren, aufzubauen und zu halten. Deswegen ist es umso wichtiger, das bereits langjährig eingestellte Personal zu fördern und den Beruf attraktiv zu halten.

4.4 Weiterer Forschungsbedarf

Das Ziel einer resilienten Instandhaltung ist nicht die systematische Eliminierung von Störfaktoren und Ausfällen, wie das bei robusten Strukturen der Fall ist, sondern die wirtschaftliche Vermeidung von Störungen sowie eine optimierte Krisenbewältigung. Der Weg führt heute immer noch überwiegenden von korrektiver Instandhaltung und regelmäßigen Wartungen mit unerwarteten Verfügbarkeitsengpässen hin zu intelligenten Systemen, Ausfälle präzise voraussagen können. Der Wartungsprozess kann somit geplant und zeitlich mit der Produktion abgestimmt durchgeführt werden. Sensorbasierte und selbstlernende Instandhaltungsstrategien greifen auf innovative digitale Systeme zurück, die in die vorhandenen Instandhaltungsprozesse eingebunden werden müssen. Nahezu alle Fachleute können sich vorstellen, zukünftig mit Assistenzsystemen wie zum Beispiel Remote Service zu arbeiten. Viele sehen ihren Arbeitsplatz nicht gefährdet, da sie davon ausgehen, dass digitale Dienste Kompetenzen des Personals ergänzen jedoch nicht ersetzen. Umso wichtiger ist es, die Zusammenarbeit von Fachleuten und Digitalen Diensten bzw. intelligenten Maschinen zu untersuchen, um sie letztendlich optimieren zu können. Erst dann kann eine zielführende und erfolgreiche Instandhaltung durchgeführt werden. Interessant für Unternehmen ist auch der Grad der Digitalisierung, der zur Bewältigung der zukünftigen Krisensituationen notwendig sein wird. Die Kurzstudie hat gezeigt, dass es keine allgemeingültige Vorlage für eine resiliente Instandhaltung gibt, sondern dass die Resilienz durch das Zusammenspiel verschiedener Faktoren entsteht. Um hier Optimierungsmaßnahmen vornehmen zu können, ist zunächst ein Messsystem für die Resilienz in der Produktion notwendig. Für die Forschung ist es Aufgabe, die einzelnen Faktoren zu verbessern, um den Unternehmen die wirtschaftliche Auswahl und Implementierung geeigneter Systeme zu vereinfachen.



 Instandhaltung als zukünftiger Resilienzfaktor

Abb. 20
Veränderungen der Anforderungen in der Instandhaltung (n=35)

5 Literaturverzeichnis

- Duden online (2022): Resilienz. Online verfügbar unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Resilienz>, zuletzt aktualisiert am 11.02.2022.
- Durán, Orlando; Aguilar, Javier; Capaldo, Andrea (2021): Evaluating maintenance strategies using a resilience index in a seawater desalination plant. In: *Desalination* 500, S. 114855. DOI: 10.1016/j.desal.2020.114855.
- Hingst, Lennart; Wecken, Lena; Brunotte, Eric; Nyhuis, Peter (2022): Einordnung der Robustheit und Resilienz in die Veränderungsfähigkeit. Unter Mitarbeit von My University. unvollständig buch/Zeitschrift?IOnline?
- Leiss, Felix; Wohlrabe, Klaus (2021): Aktuelle Entwicklungen bei Materialengpässen und Lieferproblemen in der deutschen Wirtschaft. In: *ifo Schnelldienst Digital* 2 (19), S. 3–7.
- Nayak, M.; Narayan, K. A. (2019): Strengths and weaknesses of online surveys. In: *IOSR Journal of Humanities and Social Sciences* 2019 (Volume 24, Issue 5), S. 31–38.
- Öhlinger, Florian; Friedmann, Andreas; Adolf, Thomas; Ryll, Frank; Toth, Daniel; Glawar, Robert (2021): Vorgehensmodell für risikobasierte Resilienzstrategien. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 116 (4), S. 198–202. DOI: 10.1515/zwf-2021-0039.
- Regmi, Pramod R.; Waithaka, Elizabeth; Paudyal, Anjana; Simkhada, Padam; van Teijlingen, Edwin (2016): Guide to the design and application of online questionnaire surveys. In: *Nepal Journal of Epidemiology* 6 (4), S. 640–644. DOI: 10.3126/nje.v6i4.17258.
- Riecke, Thorsten; Ischinger, Wolfgang (2020): „Europa muss nach der Pandemie krisenfester werden“. In: *Handelsblatt* 2020, 16.12.2020. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/politik/international/interview-wolfgang-ischinger-europa-muss-nach-der-pandemie-krisenfester-werden/26720070.html?ticket=ST-14088062-5eCkqLISCdtPLrde60f-ap2>, zuletzt geprüft am 11.02.2022.
- Rodrigue, Jean-Paul (2022): The Vulnerability and Resilience of the Global Container Shipping Industry. In: *Current History* 121 (831), S. 17–23. DOI: 10.1525/curh.2022.121.831.17.
- Tuten, Tracy L.; Urban, David J.; Bosnjak, Michael (2002): Internet surveys and data quality: A review. In: *Online Social Sciences* 1, S. 7–26. Link und last access
- Zeisel, Stefan (2021): Risikoidentifikation und -bewertung in globalen Lieferketten. In: Stefan Zeisel (Hg.): *Lieferkettengesetz*. Wiesbaden: Springer Fachmedien (essentials), S. 21–30.