

# HANDWERKSGESELLE 4.0

## REPRÄSENTATIVE BEFRAGUNG VON SHK-INNUNGSBETRIEBEN

Zentralverband Sanitär Heizung Klima  
Sommer 2020

Potsdam, Oktober 2020

Projektpartner:



TillerStack



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Initiative:



Fachlich begleitet durch:



Evaluation:





## Inhalt

<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>1. ANLAGE DER UNTERSUCHUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2. KOGNITIVE ASSISTENZ</b> .....	<b>5</b>
2.1 Informationsbedarf auf der Baustelle.....	5
2.2 Informationsrelevanz nach den Badsanierungsprozessen .....	7
2.3 Nutzungsaffinität von Smartphones/Tablets.....	8
2.4 Nutzungsaffinität von Datenbrillen .....	10
<b>3. PHYSISCHE ASSISTENZ</b> .....	<b>15</b>
3.1 Schwere körperliche Tätigkeiten bei der Badsanierung .....	15
3.2 Rücksichtnahme in der Planung .....	15
3.3 Nutzungsaffinität von Exoskeletten .....	18
3.4 Nutzungsvorteile eines Exoskeletts.....	19
3.5 Negative Aspekte der Exoskelett-Nutzung .....	23
<b>4. BEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG</b> .....	<b>25</b>



## EINLEITUNG

Nachwuchsmangel, Überalterung und Konkurrenzdruck sind zentrale Herausforderungen im SHK-Handwerk. Diese Rahmenbedingungen machen es erforderlich, neue und nachhaltige digitale Ansätze zur Unterstützung der Belegschaft zu finden.

Das unter dem Schirm der Initiative „Neue Qualität der Arbeit“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) geförderte Projektvorhaben „Handwerksgeselle 4.0“ entwickelt kognitive sowie ergonomische und gesundheitsförderliche Assistenz- und Unterstützungssysteme für SHK-Handwerker am Beispiel der Badsanierung. Begleitend finden Tests in einem Labor- und im Feld-Experimentierraum statt.

Es werden zum einen kognitive Assistenzsysteme betrachtet, die es ermöglichen Informationen direkt auf der Baustelle abzurufen. Zum anderen werden Ansätze zur physischen Entlastung von handwerklichen Tätigkeiten mittels Unterstützungssystemen - sogenannten Exoskeletten – erforscht.

In diesem Rahmen wurde die folgende Auswertung einer repräsentativen Befragung im SHK-Handwerk vorgenommen. Diese soll neue Erkenntnisse für das Projekt schaffen und bereits gewonnene Ergebnisse untermauern.

Kernziel ist es, die Akzeptanz von kognitiven Assistenzsystemen und physischer Unterstützung im SHK-Handwerk und die dahinter liegenden Beweggründe zu quantifizieren. Ferner sollen die qualitativen Ergebnisse der bereits durchgeführten Handwerkerworkshops in der Analyse- und Laborphase untermauert werden.



## 1. ANLAGE DER UNTERSUCHUNG

Methoden: Online-Befragung

Erhebungszeitraum: 22.06. – 10.07.2020

Stichprobe: 1.759 antwortende SHK-Innungsbetriebe

Rücklauf nach Regionen:

<b>Region/Bundesland:</b>	<b>Absolut</b>	<b>Relativ (%)</b>
<b>Nord</b>	<b>281</b>	<b>16,0</b>
- Bremen	7	0,4
- Hamburg	26	1,5
- Niedersachsen	169	9,6
- Schleswig-Holstein	79	4,5
- Nordrhein-Westfalen	359	22,5
<b>Südwest</b>	<b>171</b>	<b>9,7</b>
- Hessen	82	4,7
- Rheinland-Pfalz	64	3,6
- Saarland	25	1,4
- Baden-Württemberg	231	13,1
- Bayern	440	25,0
<i>Alte Bundesländer</i>	<i>1.518</i>	<i>86,3</i>
<b>Nord-Ostdeutschland</b>	<b>147</b>	<b>8,4</b>
- Berlin (Ost/West)	47	2,7
- Brandenburg	39	2,2
- Mecklenburg-Vorpommern	24	1,4
- Sachsen-Anhalt	37	2,1
<b>Sachsen/Thüringen</b>	<b>94</b>	<b>5,3</b>
- Sachsen	55	3,1
- Thüringen	39	2,2
<i>Neue Bundesländer</i>	<i>241</i>	<i>13,7</i>
<b>Deutschland</b>	<b>1.759</b>	<b>100,0</b>

Die nachfolgenden differenzierten Auswertungen benutzen aufgrund logischer Vorüberlegungen die Betriebsgröße als Unterscheidungsmerkmal, um nach signifikanten



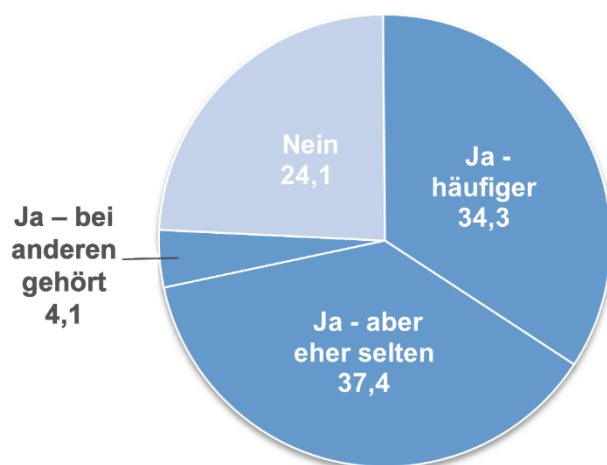
Unterschieden in den Antwortmustern zu suchen und sinnvolle Ableitungen für das Projekt daraus zu generieren. Es zeigte sich, dass die Angaben zu den Betriebsgrößen über die Regionen (abgesehen von Unterschieden zwischen den Regionen „Nord“ und „Nord-Ostdeutschland“ bei der kleinsten und größten Unternehmensgröße) im Wesentlichen gleichmäßig verteilt waren. Da diese Regionen den Altbundesländern bzw. den neuen Bundesländern zugeordnet werden, ergibt sich ein ähnliches Bild in diesem Vergleich. Die Altbundesländer haben signifikant mehr Unternehmen der größten Kategorie ( $\geq 20$  Mitarbeiter), dafür weniger Betriebe der kleinsten Kategorie ( $\leq 4$  Mitarbeiter). Ansonsten bestehen keine signifikanten Unterschiede.

## 2. KOGNITIVE ASSISTENZ

### 2.1 Informationsbedarf auf der Baustelle

Abb. 1a: Bedarf von Informationen auf der Baustelle in Prozent  
(n = 1.711 antwortende Handwerker)

**Kennen Sie die Situation auf der Baustelle, in der Sie gerne mehr oder bessere Informationen hätten, z.B. in Form von Erklärvideos, Skizzen, Plänen und Aufbauanleitungen?**

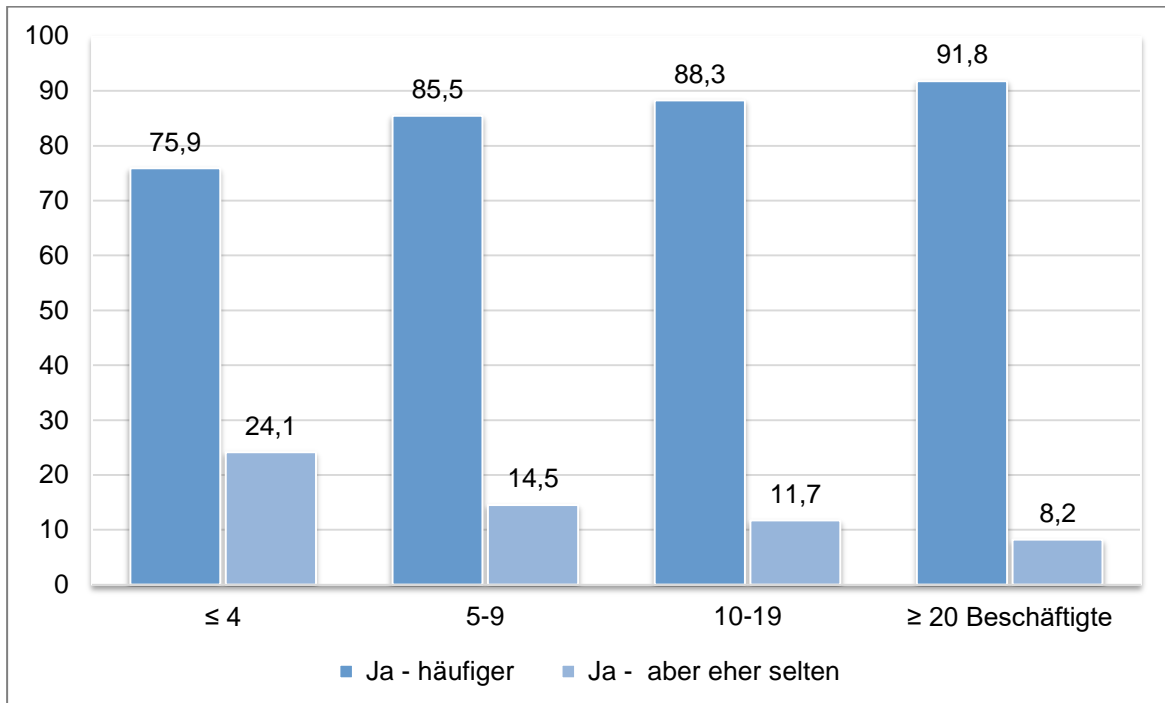


Dreiviertel aller antwortenden Betriebe kennen die Situation auf der Baustelle, bei der sie gerne mehr oder bessere Informationen, wie z.B. Erklärvideos, Skizzen, Plänen und Montageanleitungen, zur Verfügung hätten. Ein häufiger Informationsbedarf wird von rund 34 Prozent gesehen und ein eher seltener Bedarf, wird nur von rund 37 Prozent gemeldet. Ungefähr 24 Prozent geben keinen Informationsbedarf auf der Baustelle an.



Abb. 1b: Bedarf von Informationen auf der Baustelle – nach Betriebsgröße in Prozent

**Kennen Sie die Situation auf der Baustelle, in der Sie gerne mehr oder bessere Informationen hätten, z.B. in Form von Erklärvideos, Skizzen, Plänen und Aufbauanleitungen?**



Je größer der Betrieb ist, desto höher wird der Informationsbedarf auf der Baustelle eingeschätzt.

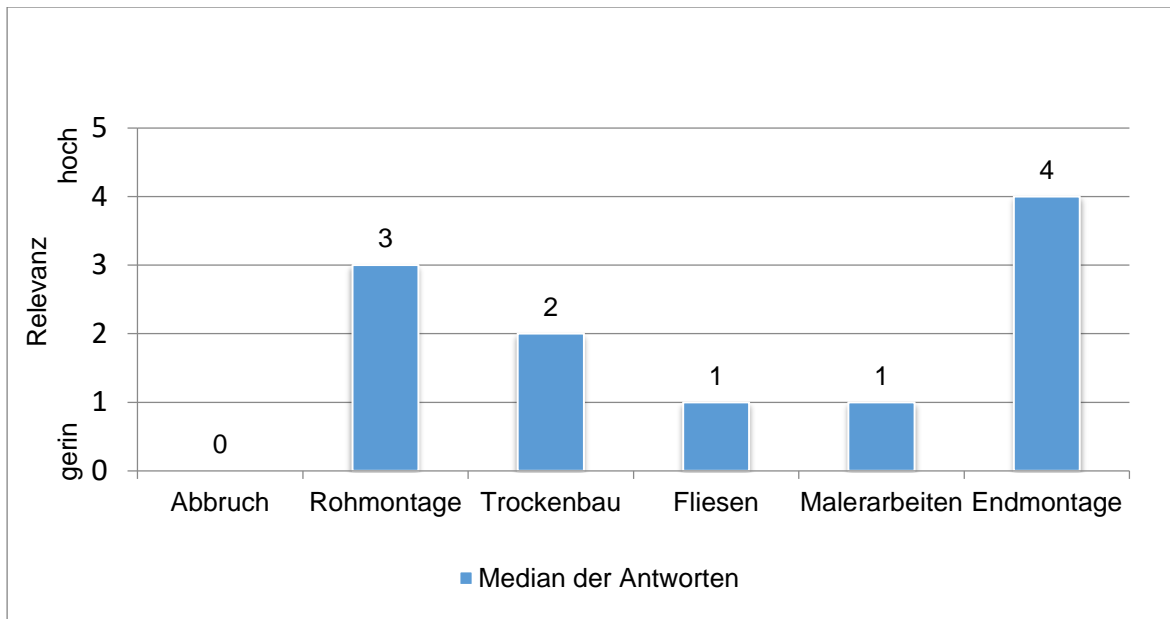
Die in Abb. 1b dargestellten Unterschiede im Antwortverhalten wurden mittels des Kruskal-Wallis-Tests abgesichert. Dieser zeigte einen signifikanten Unterschied im Antwortverhalten der jeweiligen Betriebsgrößen ( $X^2(3) = 20,35$ ;  $p < 0,001$ ).



## 2.2 Informationsrelevanz nach den Badsanierungsprozessen

Abb. 2: Relevanz von Infos pro Badsanierungs-Phase in Prozent

Wenn ja, in welchen Phasen der Badsanierung sind derartige Informationen hilfreich?



Insbesondere in den Badsanierungsphasen „Rohmontage“ und „Endmontage“ werden am meisten zusätzliche Informationen als hilfreich angesehen.

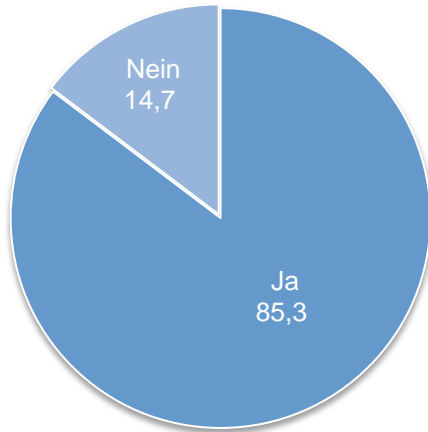
Die mittlere Einschätzung wurde auf Basis der verwendeten fünfstufigen Skala in einer deskriptiven Grafik verknüpft. Da es sich um ordinale Daten handelt, sollte der Median als Mitlenkategorie gewählt werden. Dieser teilt die Antworthäufigkeiten in jeweils zwei gleich große Blöcke: 50 Prozent der Antworten liegen darunter, die andere Hälfte darüber. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass ca. 50 Prozent der Befragten durch Auswahl der Antwortoption „0 – nicht sinnvoll“ bei der Phase „Abbruch“ keine Notwendigkeit für eine Unterstützung in dieser Phase sehen. Demgegenüber wählten ca. 50 Prozent mindestens die Kategorie „4 – ziemlich hoch“ für die Sinnhaftigkeit kognitiver Unterstützung bei der Endmontage.



## 2.3 Nutzungsaffinität von Smartphones/Tablets

Abb. 3a: Nutzung von Smartphones und Tablets bei der Arbeit in Prozent  
(n = 1.729 antwortende Handwerker)

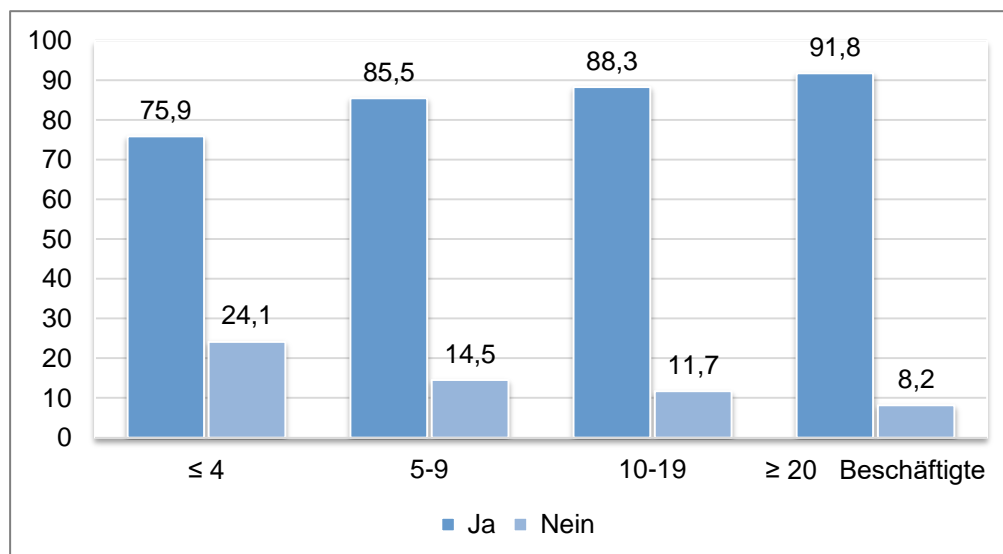
Verwenden Sie ein Smartphone oder Tablet für Ihre Arbeit?



Rund 85 Prozent der antwortenden Unternehmer nutzen bereits mobile Endgeräte bei der Arbeit. Hinweis: Die ermittelten Werte wurden inferenzstatistisch mittels der Bootstrapping-Methode abgesichert. Das Vertrauensintervall für die Nutzer mobiler Endgeräte liegt mit 95%iger Sicherheit zwischen 83,6 – 86,9 Prozent.

Je größer der Betrieb ist, desto häufiger werden mobile Endgeräte, wie Smartphones und Tablets, genutzt. Der in der Grafik sichtbare Zusammenhang von steigender Smartphone-nutzung in größeren Betrieben wurde inferenzstatistisch durch den Korrelationskoeffizienten nach Spearman abgesichert. Dieser zeigt einen signifikanten positiven Zusammenhang ( $P = 0,147$ ,  $p < 0,001$ ).

Abb. 3b: Nutzung von Smartphones und Tablets nach Betriebsgrößen in Prozent







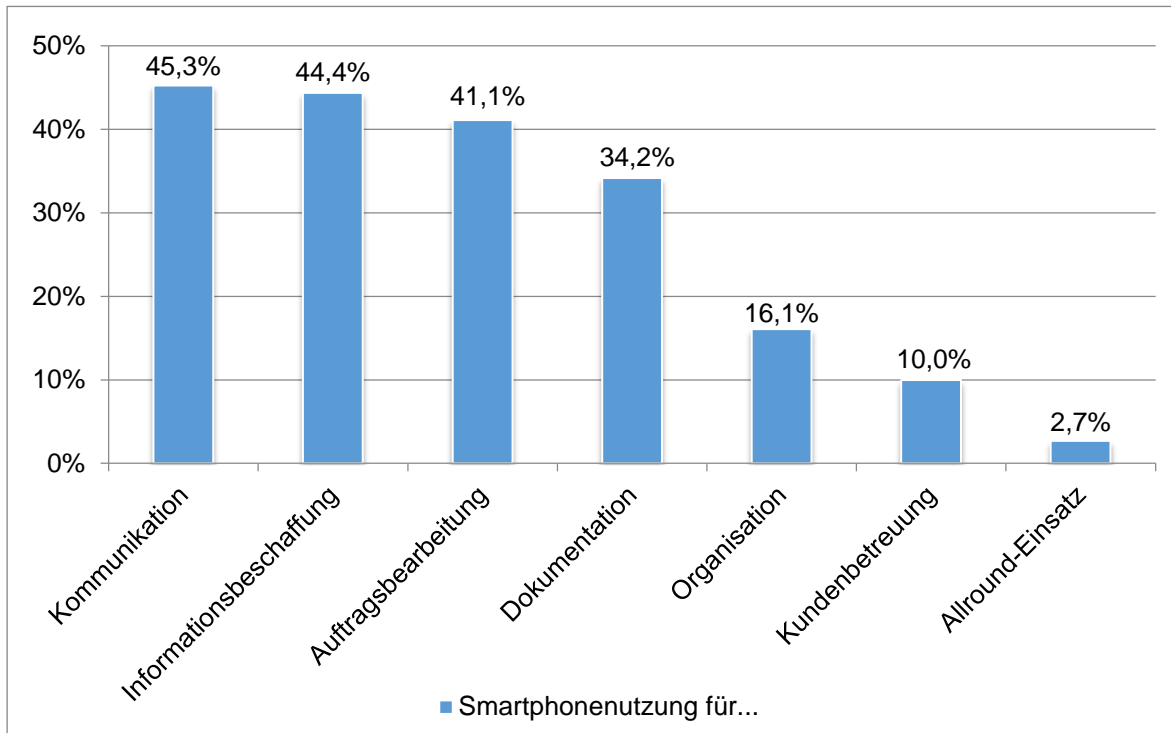
Die Umfrage enthielt außerdem Freitextantworten zur Art der Verwendung von Smartphone oder Tablet bei jenen, die diese technischen Lösungen bereits jetzt nutzen. Es gab hier N = 1473 Antworten, wobei Mehrfachangaben als Freitext zur Beschreibung der Anwendungsbereiche möglich waren. Die Aussagen wurden zunächst nach sinnvollen Wortankern und ihren Synonymen durchsucht. Diese Wortanker waren z.B. „apps“, „auftrag“, „bild“, „dokum“, „email“, „kunden“, „service“, „video“ usw. Es ergaben sich sieben unterschiedliche Kategorien. Diese sind:

- Auftragsbearbeitung (Baustelle), beinhaltet alle Tätigkeiten, die mit der Auftragsbearbeitung verknüpft sind, wie z.B. Abrechnung, Bestellungen, Kundendienst, sowie den Umgang mit Plänen und Zeichnungen;
- Dokumentation, hier sind Tätigkeiten wie Berichte und Bauakten erstellen sowie das Fotografieren, um zu dokumentieren, zusammengefasst;
- Kommunikation, die den Austausch telefonisch, per SMS oder Messenger sowie Abstimmungen und Absprachen umfasst;
- Informationsbeschaffung, wie z.B. die Suche nach Einbauanleitungen, Herstellerinformationen, Videohilfen und sonstige Produktinformationen und -daten umfasst;
- Allround-Einsatz, wenn beschrieben wurde, dass die Nutzung sehr umfassend erfolgt;
- Kundenbetreuung, wie die Anfertigung von Beratungen, Preisinformationen, Rechnungslegung, Angebotserstellung und CRM;
- Organisation, wie z.B. Zeiterfassung und Nachweise oder die Adressfindung.

Die deskriptive Auswertung der Antworten ist in Abbildung 3c dargestellt. Ansatzpunkte für eine differenzierte inferenzstatistische Auswertung



Abbildung 3c: Nutzungsart von Smartphone und Tablet



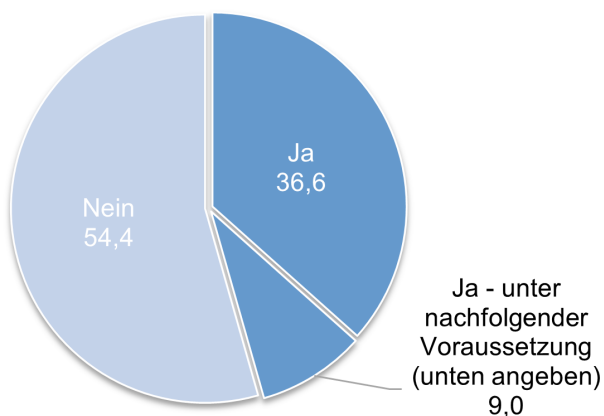
Quelle: FG Awip - BTU Cottbus-Senftenberg

Am häufigsten wird, gemäß der vorgenommenen Clusterung, die Nutzung für Kommunikation allgemein oder die Informationsbeschaffung angegeben. Wesentlich weniger werden diese technischen Lösungen als Hilfsmittel für die Organisation auf der Baustelle und die Betreuung von Kunden genutzt. Eine durchgeführte Korrelationsanalyse erbrachte keine Zusammenhänge der Aussagen zur Betriebsgröße.

## 2.4 Nutzungsaffinität von Datenbrillen

Abb. 4a: Nutzung von Datenbrillen vorstellbar in Prozent  
(n = 1.628 antwortende Handwerker)

**Können Sie sich daher vorstellen, im Zusammenhang mit Ihrem Smartphone auch eine leichte Datenbrille zu benutzen?**





Ungefähr 37 Prozent der Unternehmer könnten sich vorstellen, im Zusammenhang mit einem Smartphone auch eine leichte Datenbrille zu nutzen. Ca. 54 Prozent kann sich die Nutzung einer Datenbrille gegenwärtig nicht vorstellen.

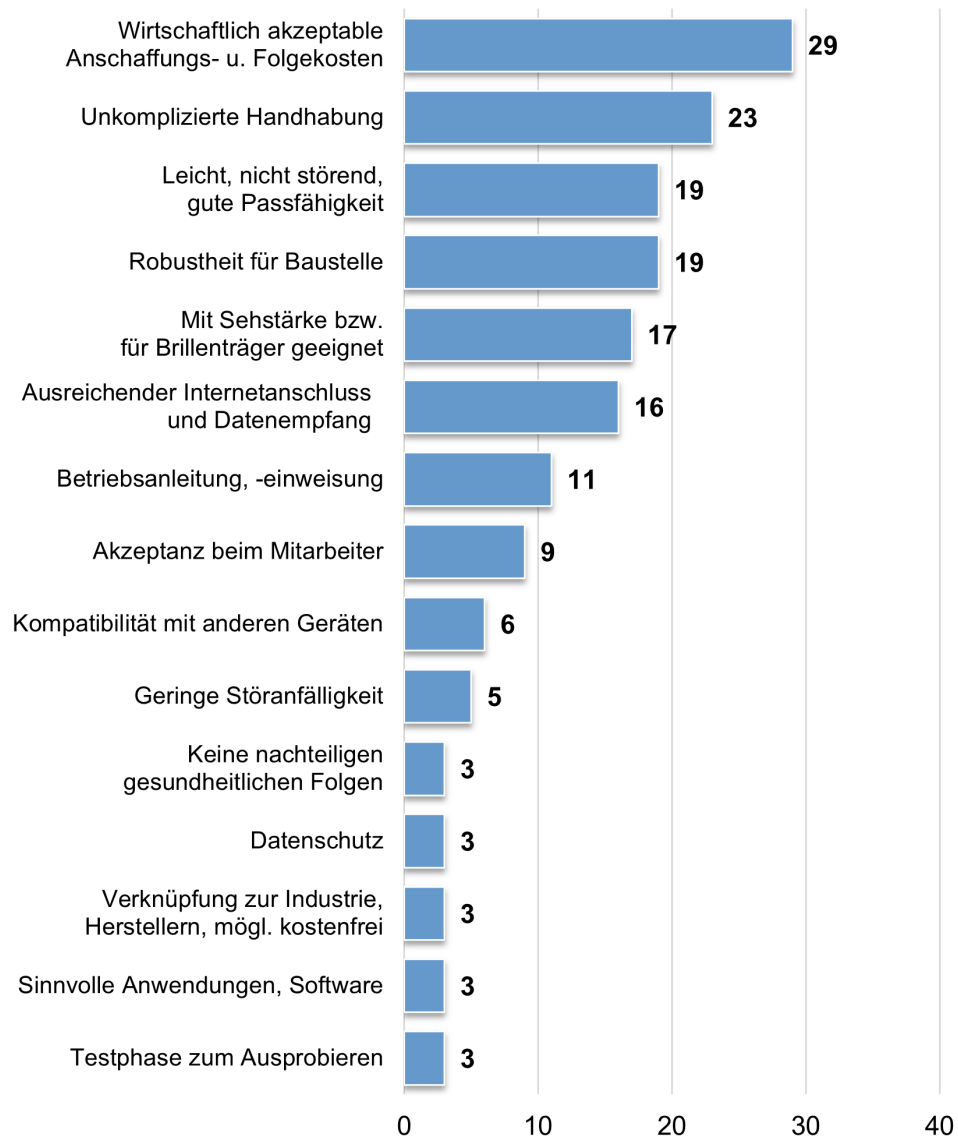
Die ermittelten Werte wurden inferenzstatistisch mittels Bootstrapping geprüft. Das Vertrauensintervall für die Diejenigen, die sich die Nutzung einer Datenbrille vorstellen können, liegt mit 95%iger Sicherheit zwischen 34,3 – 38,9 Prozent und für diejenigen, die sich die Nutzung unter bestimmten Voraussetzungen vorstellen können, zwischen 7,6–10,2 Prozent. Die Nutzung einer Datenbrille können sich gegenwärtig 52,1–56,8 Prozent nicht vorstellen.

Es konnte ebenfalls ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der jetzigen Nutzung von Smartphones/Tablets und der Vorstellbarkeit der Nutzung von Datenbrillen gefunden werden ( $\rho = 0,186$ ,  $p < 0,001$ ).

9 Prozent der Betriebe könnten sich unter folgenden Voraussetzungen eine Datenbrillennutzung vorstellen. (siehe Abb. 4b)



Abb. 4b: Voraussetzungen für die Nutzung von Datenbrillen  
(n = 138 Mehrfachnennungen)

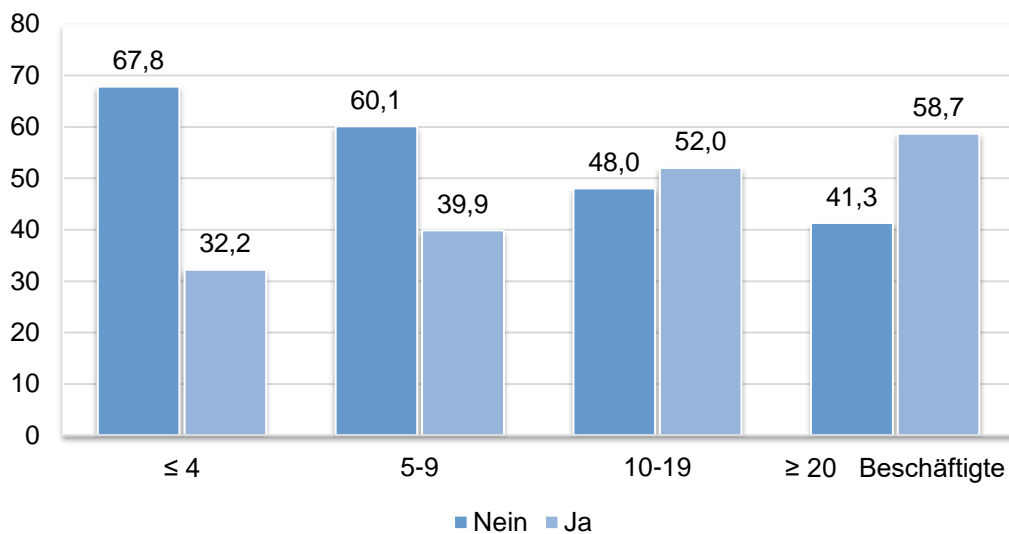


Die wichtigste Voraussetzung zur Nutzung einer Datenbrille in der Handwerkspraxis ist eindeutig der wirtschaftliche Aspekt gefolgt von der Nutzerfreundlichkeit. Ferner spielen die Gründe: Gewicht der Datenbrille, Robustheit und die Einstellung der individuellen Sehstärke für die Nutzung einer Datenbrille eine wichtige Rolle.



Abb. 4c: Nutzung von Datenbrillen vorstellbar – nach Betriebsgrößen in Prozent

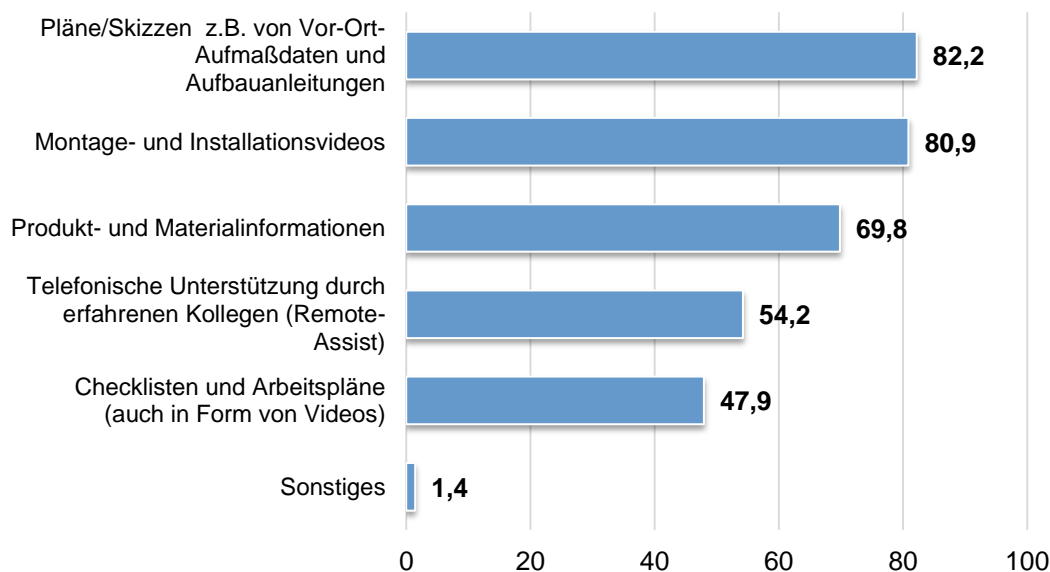
**Können Sie sich daher vorstellen, im Zusammenhang mit Ihrem Smartphone auch eine leichte Datenbrille zu benutzen?**



Je größer der Betrieb ist, desto höher ist auch die Nutzungsaffinität von Datenbrillen einzuschätzen. Dies wurde mittels des Korrelationskoeffizienten nach Spearman inferenzstatistisch abgesichert, welcher einen signifikanten positiven Zusammenhang ( $\rho = 0,193$ ;  $p < 0,001$ ) zeigt.

Abb. 5: Wichtige Infos auf der Baustelle in Prozent  
(n = 1.466 antwortende Handwerker)

**Welche Informationen würden Sie auf der Baustelle nutzen – unabhängig davon, ob Sie Ihnen auf dem Smartphone oder in der Datenbrille angezeigt werden? (Mehrfachnennungen möglich)**





Die meisten der Befragten, zu rund 80 Prozent, würden Pläne/Skizzen sowie Montagevideos auf der Baustelle nutzen, die auf einem Smartphone oder in der Datenbrille angezeigt werden. Produkt- und Materialinformationen werden zu ca. 70 Prozent ebenfalls als relevant eingestuft. Die telefonische Unterstützung durch erfahrene Kollegen wird von rund 54 Prozent als hilfreich auf der Baustelle angesehen.

Dabei zeigte eine detaillierte inferenzstatistische Auswertung anhand der Betriebsgrößen, dass in jedem Falle die größte Unternehmenskategorie ( $\geq 20$  Mitarbeiter) gegenüber der kleinsten Kategorie von  $\leq 4$  Mitarbeitern häufiger die entsprechenden Informationen nutzen würde ( $X^2 = 175,48$ ;  $df = 15$ ;  $p < 0,001$ ). Unterschiede zeigten sich häufig auch zwischen den anderen Unternehmensgrößen, wobei die Grundtendenz gleich blieb: Je größer das Unternehmen, desto häufigere Nutzung.



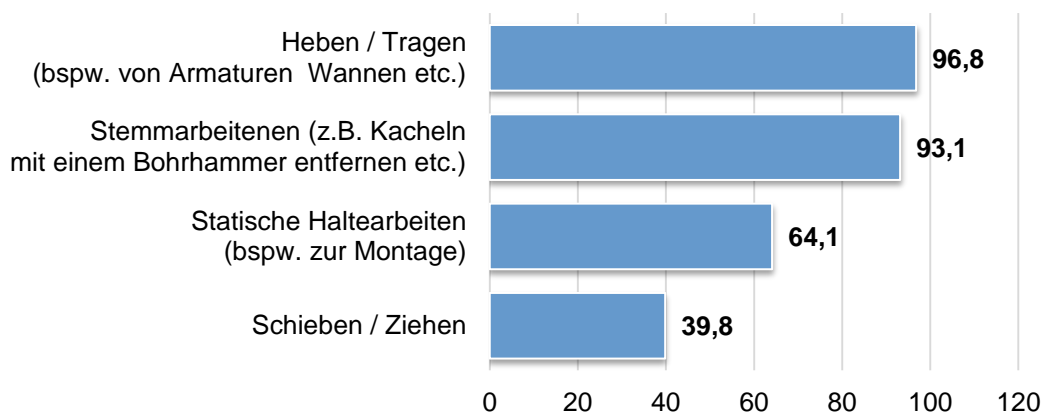
### 3. PHYSISCHE ASSISTENZ

#### 3.1 Schwere körperliche Tätigkeiten bei der Badsanierung

Obwohl nicht nur explizit als schwer empfundene Tätigkeiten im Fokus körpergetragener Unterstützungssysteme stehen, ist es von Interesse, die von den Handwerksbetrieben als besonders schwer oder anstrengend identifizierten Tätigkeiten isoliert zu betrachten. Es ist davon auszugehen, dass potentielle Nutzer von Exoskeletten diese vornehmlich für den Einsatz in diesen Kontexten vorsehen.

Abb. 6: Schwere körperlichen Tätigkeiten bei der Badsanierungsphasen in Prozent (n = 1.590 antwortende Handwerker)

Welche konkreten schweren, körperlichen Tätigkeiten sind bei den Badsanierungsphasen auszuführen? (Mehrfachnennungen möglich)



Am häufigsten werden das Heben und Tragen von schweren Objekten sowie die Stemmarbeiten als die schwersten körperlichen Tätigkeiten im Rahmen der Badsanierung angesehen. Mit jeweils deutlich über 90 Prozent sind diese zumeist hochdynamischen Arbeitsprozesse nachweislich ein großer physischer Belastungsfaktor. Mit immer noch mehr als 60 Prozent folgt daraufhin die statische Haltearbeit in den Montageprozessen. Hier sind in der Regel geringere Gesamtlasten als in den zuvor genannten Punkten zu erwarten. Die muskuläre Beanspruchung resultiert hier vornehmlich über die Dauer der Belastung.

Hinweis: Über die unterschiedliche Betriebsgrößen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit der Angaben ( $X^2 = 12,34$ ;  $df = 12$ ;  $p = 0,419$ ). Daraus ist zu schlussfolgern, dass die körperliche Belastung die Mitarbeiter in den Firmen unabhängig von der Betriebsgröße im selben Maße betrifft.

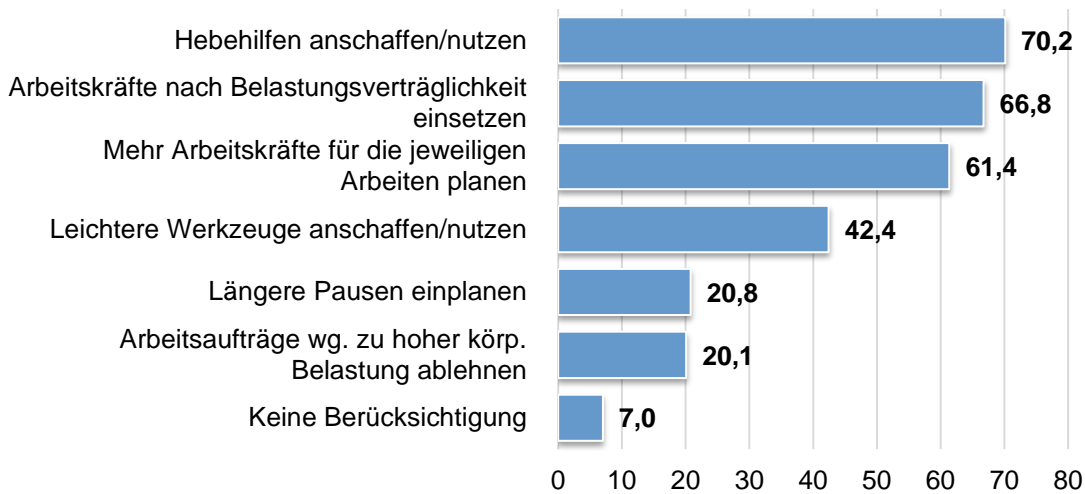
#### 3.2 Rücksichtnahme in der Planung

Die folgende Frage sollte einen Einblick in die Maßnahmen geben, die in den Betrieben bereits umgesetzt werden (können) um muskuloskelettale Beschwerden zu adressieren.



Abb. 7a: Rücksichtnahme-Arten auf die körperliche Belastung der Beschäftigten in Prozent (n = 1.599 antwortende Handwerker)

Sind Sie/Ihre Mitarbeiter gezwungen in Ihrer Arbeitsplanung und dem Arbeitsablauf auf die körperliche Belastung Rücksicht zu nehmen? (Mehrfachnennungen möglich)



Die Ablehnung von Aufträgen oder längere Pausenzeiten wurden nur von einem Fünftel der Betriebe als mögliche Antwort auf körperliche Überlastung genannt. Es gibt demnach einen gewissen Arbeitsdruck, der arbeitsorganisatorisch oder technisch von den Betrieben kompensiert werden muss. Technisch werden für die Entlastung der Monteure zumeist Hebelhilfen, gefolgt von leichteren Werkzeugen angeschafft. Arbeitsorganisatorisch wird der Arbeitsbelastung mit der Zuweisung geeigneter, belastbarer Mitarbeiter oder mit der Zuweisung mehrerer Arbeitnehmer begegnet. Daraus lässt sich ein gewisser Kostendruck sowie eine Zwangslage in der Mitarbeiterverfügbarkeit bei den befragten Betrieben prognostizieren. Keine Rücksichtnahme auf die körperliche Belastung ihrer Beschäftigten wird von 7 Prozent angegeben.

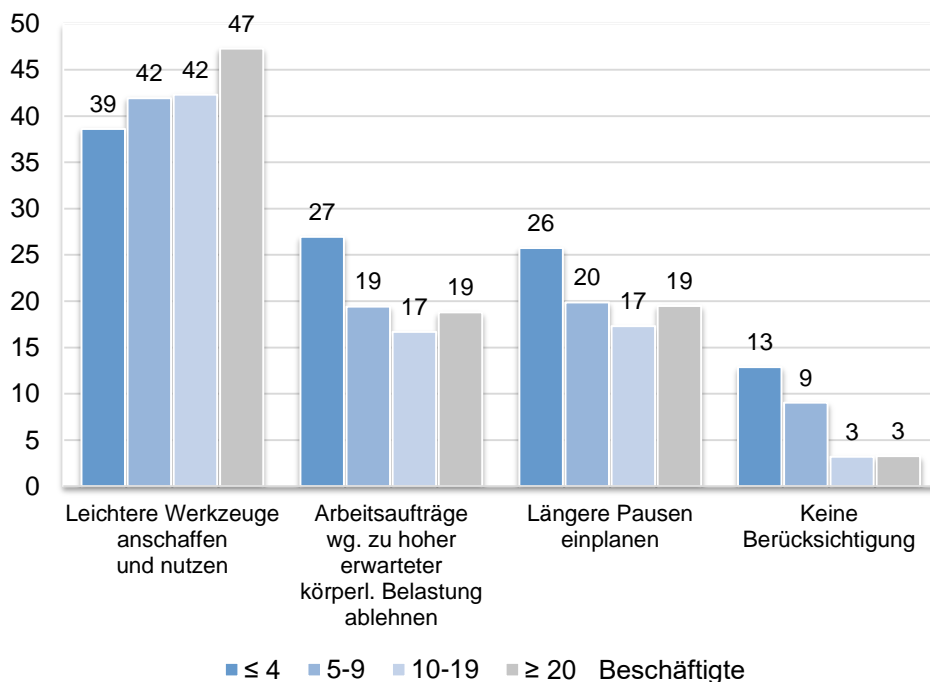
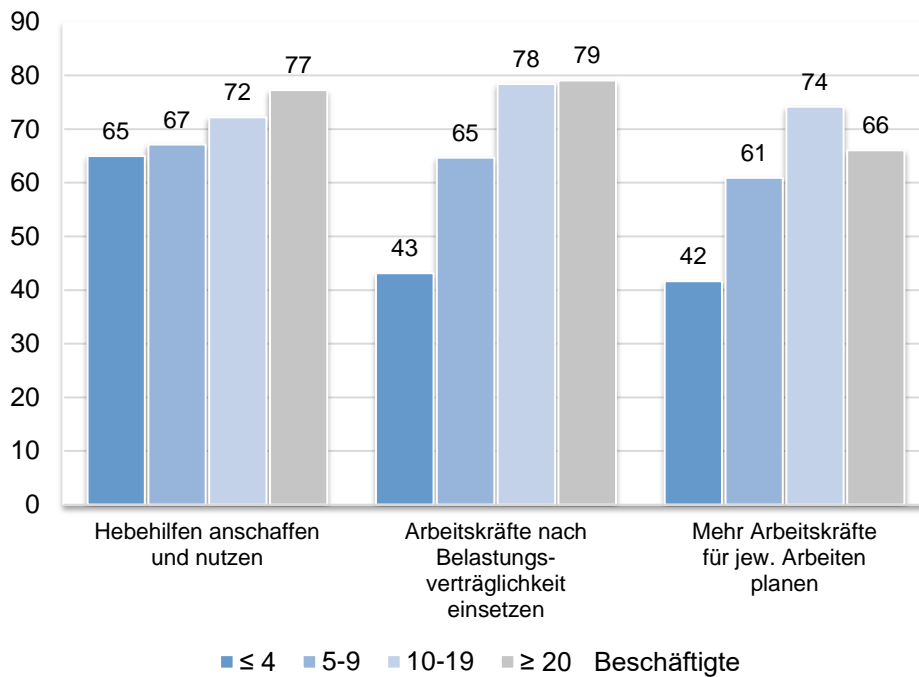
Von Interesse war es herauszufinden, ob die Betriebsgröße eine Rolle in der Wahl bestehender Strategien der Belastungsreduktion spielt.





Abb. 7b+c: Rücksichtnahme-Arten auf die körperliche Belastung der Beschäftigten nach Betriebsgrößen in Prozent

Sind Sie/Ihre Mitarbeiter gezwungen in Ihrer Arbeitsplanung und dem Arbeitsablauf auf die körperliche Belastung Rücksicht zu nehmen? (Mehrfachnennungen möglich)



Deutlich wird in den Ergebnissen, dass mit steigender Zahl an Beschäftigten die Flexibilität der Betriebe bezüglich den Arbeitsprozessen mit schwerer körperlicher Belastung steigt. So können größere Betriebe sowohl arbeitsorganisatorisch mit flexiblerer



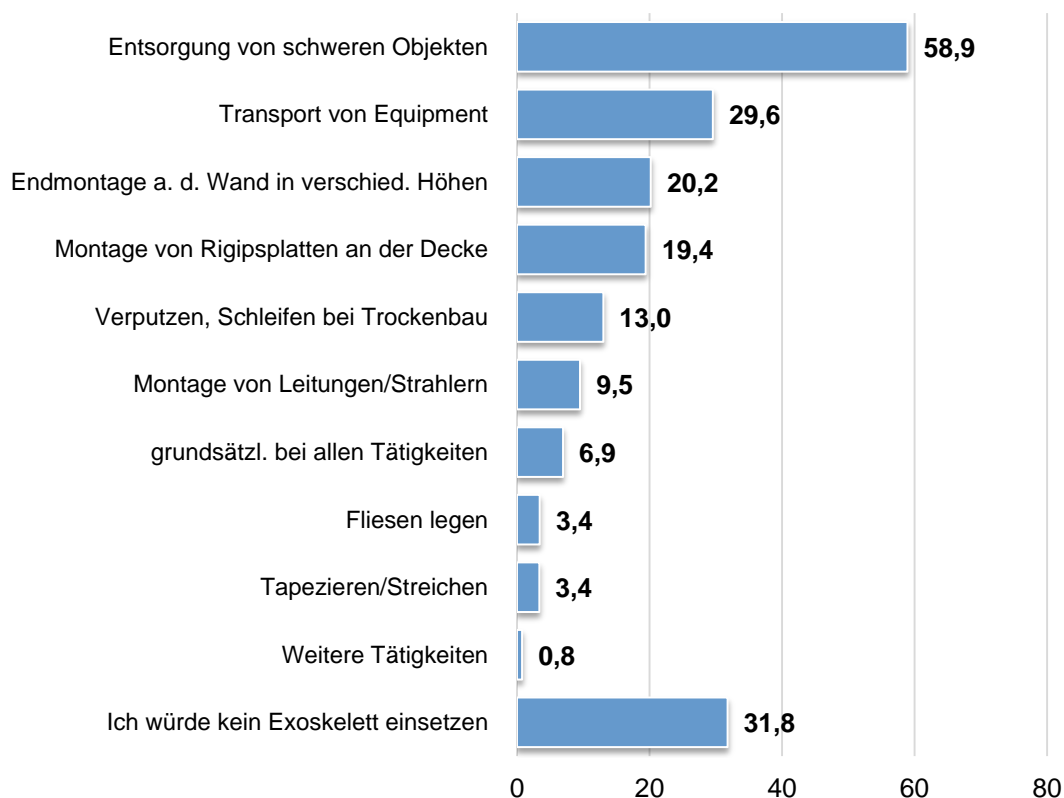
Arbeitskraftbelegung als auch technisch mit der Anschaffung von Hebehilfen oder leichteren Werkzeugen häufiger auf bestehende Problemfelder reagieren. Kleinere Betriebe sind hingegen häufiger in die Situation versetzt Arbeitsaufträge ablehnen zu müssen und längere Pausen aufgrund der geringeren Mitarbeiterzahl zu verordnen. Deutlich öfter als in den größeren Betrieben sehen kleinere Unternehmen keine Chance auf erhöhte körperliche Belastungen ihrer Mitarbeiter adäquat reagieren zu können.

Die dargestellten Unterschiede wurden mittels eines Chi-Quadrat-Tests abgesichert. Dieser ergab mindestens einen signifikanten Unterschied ( $X^2 = 298,348$ ;  $df = 21$ ;  $p < 0,001$ ) und wurde deshalb nach Bonferroni-Korrektur differenziert durchgeführt. Die geschilderten deutlichen Unterschiede zwischen kleinen und größeren bzw. großen Unternehmen konnten hier ebenfalls bestätigt werden.

### 3.3 Nutzungsaffinität von Exoskeletten

Abb. 8: Nutzungsaffinität von Exoskeletten bei der Badsanierung in Prozent (n = 1.314 antwortende Handwerker)

Für welche Arbeiten bei der Badsanierung würden Sie Exoskelette einsetzen? (Mehrfachnennungen möglich)





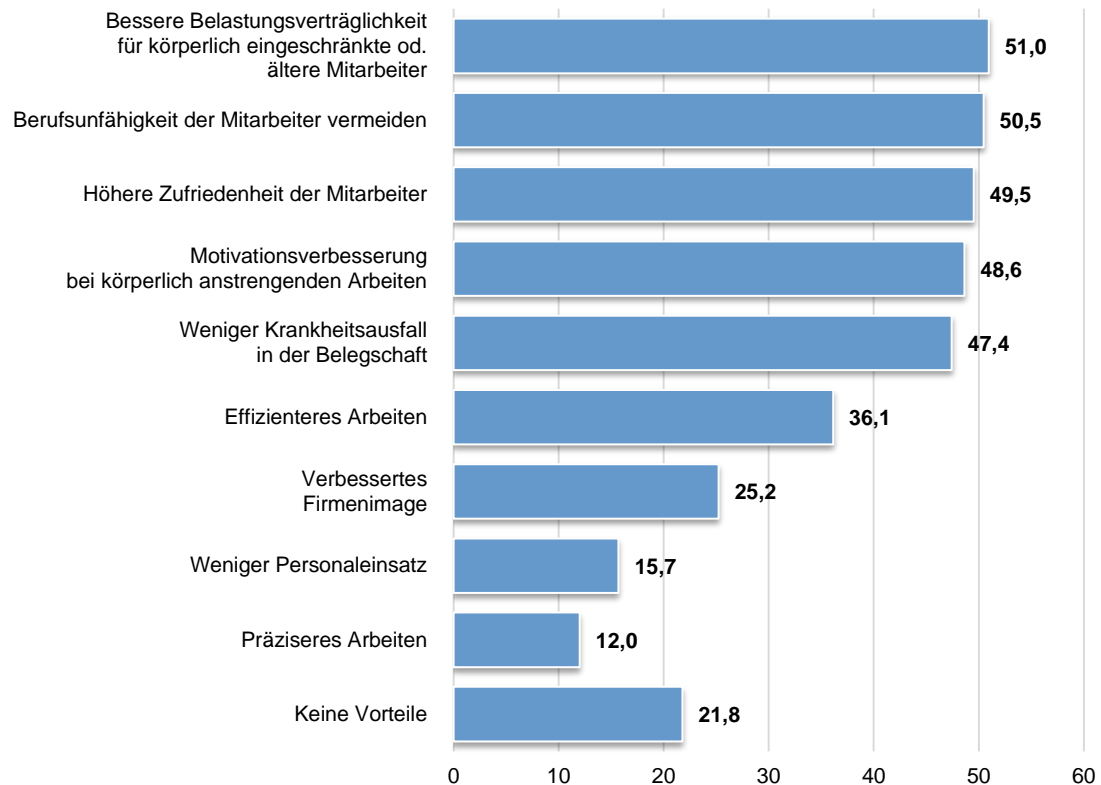
Mit großem Abstand wird die Rolle von Exoskeletten mit dem Heben und Tragen schwerer Objekte assoziiert. Deren Einsatz ist für die meisten Befragten bei der Badsanierung in der Entsorgung von schweren Objekten vorstellbar. Weiterhin ist der Transport von Equipment (unter das Werkzeuge als auch andere Arbeitsmittel fallen) ein potentiell Einsatzgebiet für Exoskelette. Geringer fällt die Erwartung aus, dass Exoskelette bei anderen Arbeitstätigkeiten wie Montage, Verputzarbeiten oder Malertätigkeiten wertvolle Dienste leisten. Dies ist insofern bemerkenswert, als dass Haltearbeiten bspw. in der Montage an dritter Stelle der genannten schweren körperlichen genannt wurden. Exoskelette als technische Lösung für diesen Arbeitsbereich stehen somit deutlich weniger im Fokus bzw. werden geringer damit verknüpft. Rund ein Drittel der Befragten sehen bislang keinen Nutzen von Exoskeletten bei der Badsanierung.

Differenziert nach Betriebsgrößen ergeben sich nur sehr geringe Unterschiede. Solche zeigen sich, indem kleinere Unternehmen viel häufiger angeben, überhaupt kein Exoskelett einsetzen zu wollen (38,3 %), wohingegen dies bei den Unternehmen von 10 – 19 sowie  $\geq 20$  Mitarbeitern nur 28,0 % bzw. 26,9 % sagen. Dieser Unterschied ist mit einem  $X^2$  von 85,864 ( $df = 30$ ,  $p < 0,001$ ) und den nachfolgenden Bonferroni-korrigierten Einzelvergleichen signifikant.

### 3.4 Nutzungsvorteile eines Exoskeletts

Abb. 9a: Nutzungsvorteile eines Exoskeletts zur Entlastung des Muskel-Skelett-Systems in Prozent (Mehrfachnennungen in Prozent;  $n = 1.249$  antwortende Handwerker)

**Welche Vorteile könnte es Ihrer Meinung nach für Ihren Betrieb haben, wenn Sie ein Exoskelett verwenden, welches das Muskel-Skelett-System entlastet? (Mehrfachnennungen möglich)**



Die geschilderten Erwartungen an die Effekte von einzusetzenden Exoskeletten geben eine Übersicht darüber, mit welcher Intention diese Systeme eingesetzt werden würden bzw. was die Nutzer für Erwartungshaltungen an Exoskelette mitbringen. Dies ist vor dem Hintergrund möglicher Enttäuschungen oder Erwartungsbrüche hoch relevant.

Der Einsatz eines Exoskelettes könnte nach mehrheitlicher Meinung eine bessere Belastungsverträglichkeit für körperliche eingeschränkte und ältere Mitarbeiter bieten sowie zur Prävention von Berufsunfähigkeit beitragen. Eng verknüpft mit diesen Erwartungen ist die Hoffnung, dass Exoskelette den Krankenstand zu reduzieren helfen. Ferner könnte die Exoskelett-Nutzung zu einer höheren Zufriedenheit der Mitarbeiter sowie zu einer Motivationsverbesserung bei körperlich schweren Tätigkeiten führen. Zumindest bei einem Drittel der Befragten steht die Vermutung, dass sich eine Effizienzsteigerung mit dem Einsatz eines Exoskeletts ergeben könnte. Ein geringer Anteil der Befragten erwartet zudem eine erhöhte Präzision sowie die Möglichkeit des reduzierten Personaleinsatzes. Ein Viertel der Befragten erwartet zudem einen positiven Einfluss auf das Firmenimage. Rund ein Fünftel sehen im Einsatz von Exoskeletten bislang keine Vorteile für Ihren Betrieb.

Auch hier bestand das Interesse darin zu ermitteln, ob die Betriebsgröße einen Einfluss auf die Nutzungs- bzw. Anschaffungsintentionen von Exoskeletten nimmt.

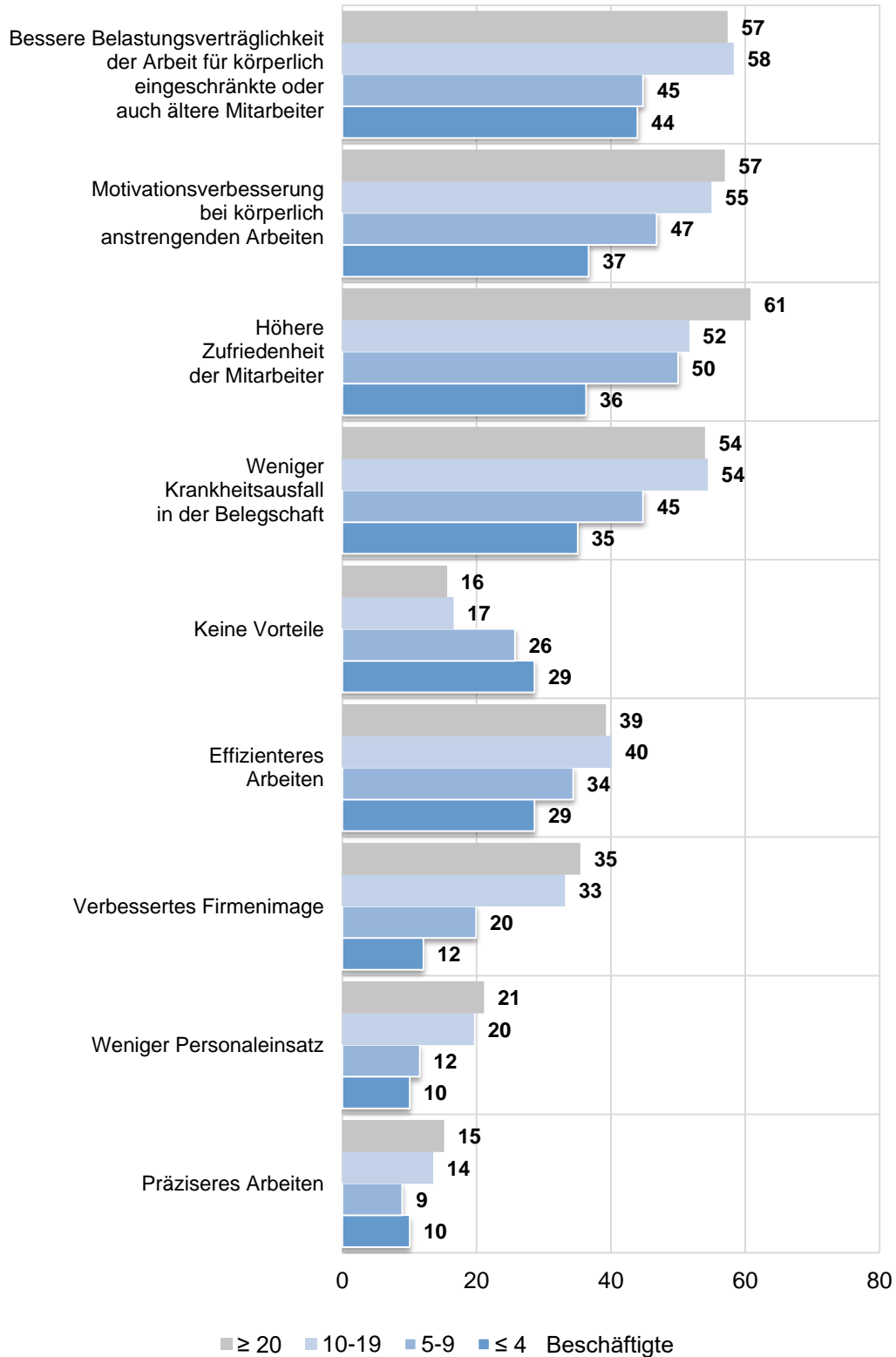


Der in der deskriptiven Auswertung sichtbare Unterschied erbrachte in einem statistischen Globalvergleich ein signifikantes Ergebnis ( $X^2 = 223,508$ ;  $df = 30$ ;  $p < 0,001$ ). Die nachfolgenden Bonferroni-korrigierten Einzelvergleiche bestätigten das zuvor gewonnene Bild: Alle Einzelitems außer „Präziseres Arbeiten“ und „keine Vorteile“ wurden durch größere Firmen signifikant häufiger als durch kleinere Firmen genannt. Beim Item „Präziseres Arbeiten“ gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Betriebsgröße. Das Item „Keine Vorteile“ wurde signifikant häufiger von kleineren Firmen angekreuzt.



Abb. 9b: Nutzungsvorteile eines Exoskeletts zur Entlastung des Muskel-Skelett-Systems – nach Betriebsgröße in Prozent

Welche Vorteile könnte es Ihrer Meinung nach für Ihren Betrieb haben, wenn Sie ein Exoskelett verwenden, welches das Muskel-Skelett-System entlastet? (Mehrfachnennungen möglich)





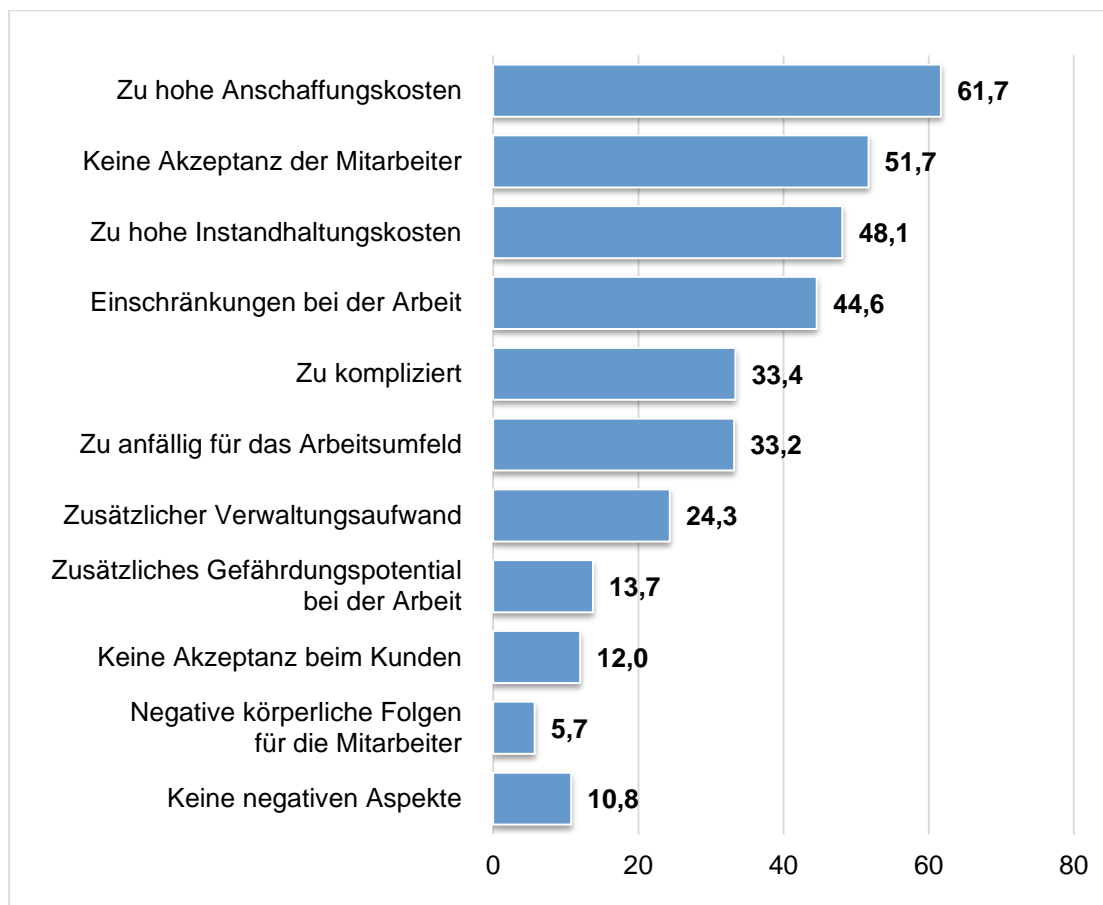
Es spiegelt sich in der Befragung eine deutliche Tendenz ab, nach der in Abhängigkeit der Betriebsgröße die Nutzung von Exoskeletten unterschiedlich bewertet wird. So sehen größere Betriebe in der Regel ein deutlicheres Potential in Exoskeletten für alle in der vorherigen Frage aufgeführten positiven Effekte von Exoskeletten auf die Belegschaft und den Betrieb. Am eindeutigsten wird die unterschiedliche Bewertung zwischen großen und kleinen Betrieben in den Punkten der Motivationsverbesserung von Mitarbeitern und den positiven Effekten auf das Firmenimage. Hier sehen die größeren Betriebe deutlich mehr Potentiale in Exoskeletten als ihre kleineren Mitbewerber.

### 3.5 Negative Aspekte der Exoskelett-Nutzung

In dieser Frage sollten die Punkte beleuchtet werden, die einer Anschaffung von Exoskeletten im Wege stehen. Einerseits können dies Aspekte sein, die vor einer Anschaffung dagegensprechen, andererseits werden von den Kunden erwartete Stolpersteine in der Produktnutzung offenbart.

Abb. 10: Erwartete negative Aspekte der Exoskelett-Nutzung in Prozent (Mehrfachnennungen in Prozent; n = 1.275 antwortende Handwerker)

Welche negativen Aspekte würden sie erwarten? (Mehrfachnennungen möglich)





Hürden in der Anschaffung von Exoskeletten werden vornehmlich auf der finanziellen Seite verortet. So erwarten die Betriebe hohe Kosten in der Anschaffung und der Instandhaltung von Exoskeletten. Eine weitere Hürde liegt in der vermuteten geringen Akzeptanz auf Seiten der Mitarbeiter, vermutlich basierend auf der Befürchtung, die Systeme könnten die Mitarbeiter in der Arbeit einschränken und sich in der Nutzung als zu kompliziert herausstellen.

Die vermuteten Nachteile zeigen keine besonders starken Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Firmengrößen. So ergibt sich zwar ein signifikanter Globaltest ( $X^2 = 67,982$ ;  $df = 36$ ;  $p = 0,001$ ), die nachfolgenden Bonferroni-korrigierten Einzelvergleiche zeigen jedoch lediglich bei der Bewertung von zwei Items Unterschiede an. So sehen kleine Firmen signifikant weniger Nachteile hinsichtlich der Akzeptanz der Mitarbeiter sowie hinsichtlich zusätzlichen Verwaltungsaufwandes.





## 4. BEWERTUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Kognitive Assistenz:

Die große Mehrheit der befragten SHK-Handwerker sind einem kognitiven Assistenzsystem gegenüber positiv eingestellt. Rund 75 Prozent äußern einen Bedarf an Zusatzinformationen auf der Baustelle. Dieser hohe Zuspruch ist deckungsgleich mit den bisherigen qualitativen Handwerkerworkshops in diesem Projekt. Dabei scheint der Bedarf bei größeren SHK-Unternehmen deutlich höher zu sein. Eine Erklärung könnte dabei in der höheren Anzahl von Aufträgen mit komplexeren Tätigkeiten, insbesondere in der Phase der Endmontage liegen. Je höher die Komplexität ist, desto größer der Bedarf auf Zugriff nach Detailinformationen. Eine weitere Erklärung könnte auch in einer höheren Anzahl von Beschäftigten liegen, die sich noch in der Ausbildung befinden bzw. die noch verstärkt angeleitet werden müssen, da es sich um Berufseinsteiger handelt, die bei größeren Unternehmen häufiger anzutreffen sind. Zudem werden z. T. Monteure aus dem europäischen Ausland beschäftigt.

Auffällig erscheint des Weiteren die Diskrepanz, dass 54 Prozent sich den Einsatz einer Datenbrille überhaupt nicht sinnvoll vorstellen können, aber mehr als 80 Prozent den Nutzen im Einsatz von Installationsvideos und Zugriff auf Anleitungen mittels Datenbrille sehen. Dies könnte in den vermeintlich hohen Anschaffungs- und Installationskosten und der angenommenen negativen Grundeinstellung (Vorbehalte) gegenüber Datenbrillen liegen. Diese Aspekte wurden jedoch in der Online-Befragung nicht problematisiert, sondern basieren auf freien Äußerungen. Sie sind jedoch deckungsgleich mit ersten Äußerungen bei Fachveranstaltungen und Workshops mit Handwerkern. Diese eher negative Grundeinstellung konnte bei detaillierten Informationen zu den Vorteilen des Einsatzes von Datenbrillen, bspw. das sequenzielle Betrachten von Installations- und Erklärvideos bei gleichzeitiger Arbeit mit zwei Händen („handsfree“) jeweils zu fast 100 Prozent entkräftet werden. Das bedeutet aber auch, dass im weiteren Verlauf noch stärker auf sinnvolle Einsatzszenarien und die Vorteile eines kognitiven Assistenzsystems hingewiesen und aufgeklärt werden muss.

Außerdem bestehen signifikante Unterschiede zwischen kleinen und größeren Unternehmen hinsichtlich der Nutzung von bereits vorhandenen Unterstützungslösungen (Smartphones) sowie dem angegebenen Informationsbedarf auf der Baustelle. Kleine Unternehmen nutzen wesentlich weniger bereits jetzt etablierte Lösungen und sehen auch weniger Bedarf für weitergehende Lösungen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Einsatzvorteile gegenüber dieser Unternehmensgruppe durch geeignete Maßnahmen noch besser deutlich gemacht werden sollten, um deren Interesse an ergonomischen Unterstützungslösungen zu wecken und zu festigen.



## Physische Assistenz:

Die befragten Handwerksbetriebe berichten von hohen körperlichen Belastungen ihrer Mitarbeiter, die vornehmlich auf das Handling von hohen Lasten und dem Arbeiten mit schwerem Werkzeug zurückzuführen sind. Insbesondere für diese Tätigkeiten sehen die Betriebe aktuell einen Anwendungsfall für Exoskelette. Neben diesen Tätigkeiten werden jedoch auch Montagetätigkeiten als körperliche Herausforderung hervorgehoben. Exoskelette als möglicher technischer Lösungsansatz für diese Tätigkeiten werden von den Befragten so noch nicht betrachtet. Vor dem Hintergrund, dass der Großteil der auf dem Markt erhältlichen und sich voraussichtlich in der Entwicklung befindlichen Exoskelette schwerpunktmäßig auf diese Arbeitsvorgänge abzielen, muss von einer starken Diskrepanz zwischen tatsächlicher technischer Ausrichtung exoskelettaler Systeme und der im SHK-Handwerk an diese Systeme gerichteten Erwartungshaltung ausgegangen werden.

Aus dieser Differenz können sich relevante Hürden in der Nutzungsakzeptanz von Exoskeletten im SHK-Handwerk ergeben. Auch sehen die Unternehmen durchaus Nachteile, die einem möglichen Einsatz entgegenstehen. So werden beispielsweise vermutete hohe Anschaffungs- und Instandhaltungskosten, mangelnde Akzeptanz bei den Mitarbeitern, Arbeitseinschränkungen oder zusätzlicher Verwaltungsaufwand genannt. Notwendig wird es sein, eine realistische Erwartungshaltung an die sich kurz- und mittelfristig ergebenden Einsatzgebiete und die sich ableitbaren Potentiale von Exoskeletten bei den Handwerksbetrieben zu etablieren, um die präventiven Potentiale der Systeme vollständig realisiert zu sehen. Das Projekt hat hier bereits durch die Handwerkerworkshops, den Auftritt auf Messen und die Begegnungsmöglichkeiten im Labor wichtige Schritte unternommen, um diese realistische Erwartungshaltung zu erzeugen. Die Bemühungen hier wurden zwar durch die andauernde COVID-19-Pandemie eingeschränkt, jedoch konnten auch andere Wege gefunden werden. So wurden beispielsweise realistische Videosequenzen produziert, um sie in Lehr- und Informationsfilmen für Endanwender zu nutzen.

Auffällig sind die signifikanten Unterschiede zwischen den Betriebsgrößen hinsichtlich der Wahrnehmung von Entlastungspotentialen durch Exoskelette. Je größer der Betrieb, desto mehr Potentiale werden Exoskeletten zugesprochen. Aus der Befragung ergibt sich die gut abgesicherte Erkenntnis, dass größere Betriebe bereits jetzt technisch und arbeitsorganisatorisch flexibler und besser auf hohe körperliche Belastungen ihrer Mitarbeiter reagieren können. Vor diesem Hintergrund ist es zwingend notwendig, gezielt auch kleinere Betriebe in die Lage zu versetzen, die Entlastungspotentiale von Exoskeletten zu erkennen, um diese bei sich implementieren zu können, und deren Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Im Rahmen des Projektes wurden hier be-



reits Möglichkeiten angedacht und dargelegt, die Zielgruppenspezifität für kleinere Unternehmen zu erhöhen (vgl. dazu Argubi-Wollesen, Ganßauge, Hoppe, Kockrow, Thiel & Weidner 2021) bzw. generell die Offenheit gegenüber ergonomisch sinnvollen Lösungen zu steigern.

## 5. ALLGEMEINE SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DER BEFRAGUNG

Die Ergebnisse der Befragung wurden genutzt, um theoriegeleitet sinnvolle Hypothesen aufzustellen. Ziel war es, für den Projekterfolg potenziell nützliche Aussagen zu generieren. Einschränkend muss jedoch angemerkt werden, dass dies auf einer explorativen Analyse von ursprünglich nicht genau für die hier vorgestellten Zwecke erhobenen Daten basiert (Ex-Post-Facto). Aus forschungsmethodischer Hinsicht ist die Aussagekraft somit eingeschränkt, auch wenn die Ableitungen plausibel sind und eine große Chance einer praktischen Bewährung besteht.

1.) Die ergonomische Affinität eines Interessenten für kognitive Unterstützungs- und physische Assistenzsysteme kann mit einigen wenigen Schlüsselfragen abgeschätzt werden. So setzen Unternehmen, die die nachfolgenden Fragen mit ja beantworten, bereits heute häufiger vorhandene Unterstützungslösungen, wie z.B. Hebehilfen, leichte Werkzeuge, Smartphones, ein. Fragen, die auf eine ergonomische Affinität hindeuten, sind:

- a. Wie viele Personen sind in Ihrem Unternehmen beschäftigt?
- b. Ist ein geringes Gewicht eines Werkzeugs für Sie ein Entscheidungskriterium beim Kauf?  
ODER  
Nutzen Sie leichte Werkzeuge bei der Badsanierung?
- c. Verwenden Sie auf der Baustelle aktuell Smartphones?
- d. Sehen Sie einen Mehrwert in der Bereitstellung von Montage- und Installationsvideos?
- e. Glauben Sie, dass sich mit technischen Lösungen die gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei den Mitarbeitern reduzieren lassen?

Dies kann für eine sinnvolle Abwägung der Informationsstrategie bei einem Erstkontakt hilfreich sein. Ist bei der Frage a) der Gesprächspartner aus einem eher größeren Unternehmen und werden die übrigen Fragen b – e überwiegend bejaht, steigt die Chance, einen für ergonomische Lösungen bereits aufgeschlossenen Gesprächspartner vor sich zu haben. Dieser kann eher für die Einsatzmöglichkeiten der angedachten neuartigen Systeme begeistert werden. Wenn weniger Fragen bejaht wurden und der Gesprächspartner aus einem eher kleineren Unternehmen kommt, sollte eine Ansprache vorsichtiger erfolgen, um den Gesprächspartner langsamer für die Vorteile aufzuschließen und nicht zu überfordern.



- 2.) Aufbauend auf Punkt 1.) gibt es weiterführende Erkenntnisse hinsichtlich kleinerer Unternehmen. Diese nutzen wesentlich weniger häufig als größere Unternehmen etablierte ergonomische Lösungen. Auch sehen sie wesentlich weniger Vorteile bei den weitergehenden Lösungen der kognitiven Assistenz sowie der physischen Unterstützung, obwohl gerade hier Bedarfe aus der Statistik plausibel ableitbar sind. Somit sollten Vertreter dieser Unternehmensgruppe nicht mit intensiver Kommunikation über die Vorteile weitergehender Lösungen „überfahren“ werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass sich negative Einstellungen herausbilden oder verfestigen. Vielmehr könnte mit einer „Fuß-in-der-Tür-Taktik“ versucht werden, diese Unternehmen schrittweise zunächst für einfacherer Lösungen, wie z.B. das Smartphone als sinnvolles Hilfsmittel, aufzuschließen.
- 3.) Die Vor- und Nachteile des kognitiven Unterstützungs- und des physischen Assistenzsystems sollten offen angesprochen werden. Die Auswertungen vor allem beim physischen Assistenzsystem/ Exoskelett zeigt, dass neben gesehenen Vorteilen gleichzeitig auch potenzielle Nachteile benannt werden, woraus eine durchaus realistische Sicht seitens potenzieller Anwender auf diese Systeme ableitbar ist. Dies zeigt sich in den erheblichen positiven Korrelationen des Mehrfachantworten-Sets zu den Vorteilen des Exoskeletts mit dem Mehrfachantworten-Set zu den gesehenen Nachteilen. Vor allem die Nachteile der hohen Anschaffungs- und Instandhaltungskosten stechen hervor. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman ist hier für nahezu alle Items  $\geq 0,30$  und signifikant, was einem mittleren statistischen Zusammenhang entspricht. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass eine transparente Argumentation von Vor- und Nachteilen notwendig ist, da sonst Vertrauenspotenziale beim Interessenten verspielt werden könnten.
- 4.) Das Projekt sollte Best-Practice-Lösungen aus ergonomischer Wirksamkeit und vertretbaren Kosten anstreben. Die Kosten sowohl der Anschaffung als auch der Instandhaltung stellen sich in der Umfrage als ein großer Hinderungsgrund dar. Dies ist sicherlich vor allem im Bereich des körperlichen Assistenzsystems nicht von der Hand zu weisen, da die jetzigen Lösungen aufgrund ihres geringen Verbreitungsgrades noch erheblich Kosten verursachen. Eine aus arbeitswissenschaftlicher Sicht verträgliche Lösung würde einen Unterstützungsgrad anstreben, der bei hochbelastenden Tätigkeiten nicht vollständig, jedoch in einem nachhaltig wirksamen Maße entlastet. Die Herausforderung sollte also darin bestehen, mit der zu entwickelnden Lösung ein Optimum aus ergonomischer notwendiger Unterstützungsleistung bei gleichzeitiger Gesamtkostenbetrachtung anzustreben („Nicht so viel wie möglich, sondern so viel wie nötig“, vgl. Hoppe 2009<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> Hoppe, A (2009): Technikstress. Aachen: Shaker





Weitere Informationen erhalten Sie unter:  
[www.hwg40.de](http://www.hwg40.de)

Ansprechpartner für weitere Fragen:



Matthias Thiel  
Am Neuen Markt 11  
14467 Potsdam  
Tel. (0331) 200830-51  
E-Mail: [m.thiel@zvshk.de](mailto:m.thiel@zvshk.de)

