

FRAUNHOFER-ALLIANZ REINIGUNGSTECHNIK

MARKT- UND TRENDANALYSE
IN DER INDUSTRIELLEN TEILEREINIGUNG
2012

MARKT- UND TRENDANALYSE

IN DER INDUSTRIELLEN TEILEREINIGUNG 2012

Dipl.-Ing. (FH) Martin Bilz, M. Sc.

Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
c/o Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK
Pascalstr. 8-9, 10587 Berlin

Inhalt

1	ABSTRACT	1
2	EINLEITUNG.....	3
3	DURCHFÜHRUNG.....	4
4	UMFRAGEERGEBNISSE	5
4.1	MARKTTEILNEHMER.....	5
4.2	UNTERNEHMEN	7
4.2.1	Branchen und Geschäftsfelder	7
4.2.2	Gründung und Rechtsform	11
4.2.3	Mitarbeiter.....	13
4.2.4	Umsätze.....	14
4.2.5	Standorte.....	16
4.2.6	Zweigstellen und Entwicklung.....	18
4.2.7	Absatzmärkte.....	19
4.2.8	Zusammenfassung	20
4.3	MARKTSITUATION DER REINIGUNGSVERFAHREN.....	20
4.3.1	Angewandte Reinigungsverfahren	20
4.3.2	Nassreinigungsverfahren	23
4.3.3	Strahlreinigungsverfahren	26
4.3.4	Zusammenfassung	29
4.4	REINIGUNGSPROZESSE INNERHALB DER FERTIGUNG	29
4.4.1	Integration der Reinigung in den Fertigungsprozess	29
4.4.2	Funktionsflächenreinigung	37
4.4.3	Relevante Faktoren für das Reinigungsergebnis.....	38
4.4.4	Zeit und Kosten.....	39
4.4.5	Überwachung und Prüfung der Reinigungsprozesse.....	42
4.4.6	Berücksichtigung der Reinigungstechnik in der Produktplanung.....	46
4.4.7	Implementierung neuer Verfahren in den Fertigungsprozess	47
4.4.8	Zusammenfassung	50
4.5	INFORMATIONSQLUELLEN, KOMMUNIKATION UND AUSBILDUNG.....	50
4.6	ENTWICKLUNGEN SEIT 2007	54
5	ZUSAMMENFASSUNG DER AUSSAGEN	55
6	QUELLENVERZEICHNIS	56
7	IMPRESSUM	57

Im Verlauf der letzten Jahre hat die industrielle Reinigungstechnik zunehmend an Bedeutung gewonnen, sodass die technische Sauberkeit heute als ein eindeutiges Qualitätsmerkmal gilt. Die stetig steigenden Anforderungen erfordern hocheffiziente Reinigungstechnologien für die Realisierung der geforderten Sauberkeit. Zur Erfassung der aktuellen Marktsituation und der zukünftigen Trends im Bereich der industriellen Teilereinigung untersucht die Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik zum zweiten Mal den deutschen Markt. Die Daten wurden im Jahr 2012 mithilfe eines Online-Fragebogens mit einer Rücklaufquote von 7 Prozent bei 8000 Befragten ermittelt.

UMFRAGEERGEBNISSE UND TRENDS

▪ **Branchen und Wachstum**

Der Markt der industriellen Teilereinigung befindet sich noch immer im Wachstum und verzeichnet steigende Umsatz- und Mitarbeiterzahlen. Diese stabile Situation zeigt sich anhand der großen Anzahl an Unternehmen, die bereits seit über 20 Jahren auf diesem Markt agieren. Von allen Teilnehmern haben sich 38 % in die Kategorie Hersteller und 62 % in die Kategorie Anwender eingeordnet. Über die Hälfte (63 %) der befragten Unternehmen gehören der Metallindustrie, dem Fahrzeug- oder dem Maschinenbau an. In Zukunft wird die Bedeutung der Teilereinigung auch in der Feinwerk-, der Lebensmittel- und der Medizintechnik deutlich zunehmen.

▪ **Aktuelle Marktsituation**

Die Nassreinigungsverfahren und die Strahlverfahren sind sowohl bei Anwendern (90 % bzw. 29 %) als auch bei Herstellern (74 % bzw. 23 %) noch immer am häufigsten verbreitet, jedoch nimmt die Bedeutung der Sonderverfahren und thermischen Verfahren im Vergleich zu 2007 zu. Am häufigsten müssen von den Bauteilen partikuläre (37 %) oder filmische / pastöse (33 %) Verunreinigungen entfernt werden.

▪ **Integration der Reinigung in den Fertigungsprozess**

Im Gegensatz zur Funktionsflächenreinigung ist die integrale Bauteilreinigung heutzutage ein fester Bestandteil nahezu jeder Fertigungslinie. Die häufigste Aufgabe der Reinigung ist bei über 50 % der Unternehmen das Reinigen vor der Montage, die Zwischenreinigung und die Endreinigung. Die Automatisierung von Reinigungsprozessen ist stark abhängig vom Investitionsanteil in die Reinigungstechnik und geht in den verschiedenen Branchen unterschiedlich schnell voran. Der überwiegende Teil der Unternehmen schätzt derzeit sowohl den zeitlichen als auch den wirtschaftlichen Anteil der Reinigung am Gesamtprozess auf nur 1 % bis 10 %. Die Überprüfung des Reinigungsergebnisses und der Prozesse hat an Bedeutung gewonnen. 85 % der Unternehmen überwachen hauptsächlich mit Offline-Messungen das Produkt, die Reinigungsbäder und deren Temperatur. Bei der Implementierung von neuen Verfahren erweisen sich die Reinigungsqualität und die Investitionskosten als die entscheidenden Kriterien. Als zukünftige Herausforderungen werden die Intensivierung des Umweltschutzes und Energiesparmaßnahmen angesehen. Bei der Erweiterung ihres Angebots arbeiten die Hersteller vorrangig mit ihren Kunden zusammen.

▪ **Trends und zukünftige Entwicklungen**

Während knapp 57 % der befragten Unternehmen in den nächsten fünf Jahren bestehende Anlagen und Prozesse reinigungstechnisch optimieren

wollen, planen über 40 % mehr Schulungen von Mitarbeitern, den Kauf neuer Anlagen sowie den Einsatz neuer bzw. anderer Reinigungsmedien. Zukünftig werden die Badaufbereitung sowie die Analytik im Bereich der Reinigungstechnik an Bedeutung gewinnen. Gleiches wird bei den Strahlverfahren im Bereich des Strahlens mit CO₂-Schnee / Trockeneis erwartet. Im Gegensatz dazu wird prognostiziert, dass das Reinigen mit Lösemitteln und die Salzbadreinigung an Bedeutung verlieren werden.

.....
ABSTRACT
.....

Lange Zeit war die industrielle Teilereinigung ein unterrepräsentiertes Thema in der Produktion und wurde eher als notwendiges, kostenverursachendes Übel betrachtet, welches nicht zur Wertschöpfung beiträgt. Heute gilt die technische Sauberkeit hingegen als Qualitätsmerkmal. Die Anforderungen an die Bauteilsauberkeit sind stark gestiegen, sodass für deren Realisierung eine hocheffiziente Reinigungstechnik notwendig ist. Für die Bewältigung dieser immer neuen Aufgaben reicht es nicht mehr aus, ausschließlich die Reinigungs- und Analyseverfahren wahrzunehmen. Vielmehr ist es notwendig, die Reinigung über dem gesamten Produktlebenszyklus zu betrachten und den Fertigungsprozess – von der Konstruktion bis zur Verpackung – reinigungstechnisch optimal zu gestalten [BIL10].

Das Reinigen wird den trennenden Fertigungsverfahren zugeordnet [DIN8580]. In der DIN 8592 wird Reinigen als »Entfernen unerwünschter Stoffe (Verunreinigungen) von der Oberfläche von Werkstücken bis zu einem erforderlichen, vereinbarten oder möglichen Grad« definiert [DIN8592]. Die unerwünschten Stoffe werden Verunreinigungen oder auch Kontaminationen genannt. Dazu zählen Rückstände wie z. B. Fette, Öle, Rost, Staub, Späne oder Kühlschmierstoffe [Mue03]. Der zu erreichende Grad an technischer Sauberkeit wird in der Industrie sowohl durch wirtschaftliche als auch durch technische Anforderungen, wie z. B. durch nachfolgende Bearbeitungsschritte, bestimmt. Die Kernthese für den Reinigungsprozess lautet: »Nicht so sauber wie möglich, sondern so sauber wie nötig!« [Vor07]. Die industrielle Teilereinigung bezieht sich dabei ausschließlich auf die Reinigung von neuen Fertigungserzeugnissen vor, während sowie nach deren Bearbeitung und weniger auf die Reinigung von Bauteilen zur Weiter- oder Wiederverwendung [BIL11].

Umfassende Marktdaten zur industriellen Teilereinigung sind indes kaum vorhanden. Aus diesem Grund führte die Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik (FAR) im Jahr 2007 die bislang einzige Markt- und Trendanalyse in der industriellen Teilereinigung durch. Die damalige Studie wurde im Zeitraum von Juli bis September 2007 an ca. 6000 Unternehmen durchgeführt und erzielte mit 580 Teilnehmern eine Rücklaufquote von 10 %. In der Studie wurden erstmals die aktuelle Marktsituation, die Entwicklungen der letzten Jahre und technologische Trends erfasst [KRI07]. Nach fünf Jahren können die Daten den aktuellen Stand der Technik in der industriellen Teilereinigung jedoch nicht mehr angemessen widerspiegeln, weshalb der Bedarf nach einer neuerlichen Studie sehr groß ist. Dabei ist eine einfache Reproduktion des Fragenkatalogs von 2007 nicht zielführend. Vielmehr ist es notwendig, die Fragen und Antwortoptionen an die heutige Situation und den aktuellen Stand der Kenntnisse anzupassen.

In Zusammenarbeit mit fairXperts und SPECTARIS wurden für die aktuelle Studie im Zeitraum vom 1. September bis 16. November 2012 ca. 8000 Unternehmen angeschrieben. 588 Teilnehmer beantworteten den Fragenkatalog, was einer Rücklaufquote von rund 7 % entspricht. Die Unternehmen wurden erneut nach Hauptgeschäftsfeld, Mitarbeiter- und Umsatzentwicklung, aktuellen Reinigungstechniken und ihrer Einschätzung der zukünftigen Bedeutung der Reinigungstechnik in der Fertigung befragt. Im Rahmen der Auswertung werden die ermittelten Ergebnisse aus der aktuellen Studie denen aus dem Jahr 2007 gegenübergestellt.

Die Rahmenbedingungen, unter denen die Marktstudie durchgeführt wurde:

- Zeitraum: 1. September bis 16. November 2012
- Methode: Online-Fragebogen
- Anonyme Durchführung der Befragung
- Kontaktdaten der angeschriebenen Firmen und Ansprechpartner stammen aus den Datenbanken der Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik, von fairXperts sowie SPECTARIS
- Regionen: Deutschland und deutschsprachiges Europa
- Rücklaufquote: 7 % (588 von 8000 kontaktierten Unternehmen)
- 38 % der Teilnehmer sind **Hersteller**
- 62 % der Teilnehmer sind **Anwender**

Die Studie gliedert sich in die folgenden Abschnitte:

1. **Marktteilnehmer:** In diesem Abschnitt werden sowohl die Hersteller als auch die Anwender aus dem Bereich der industriellen Teilereinigung vorgestellt und untergliedert.
2. **Unternehmen:** Hier werden die technologischen und wirtschaftlichen Aspekte der teilnehmenden deutschen Unternehmen umfassend ermittelt. Für einen allgemeinen Überblick werden u. a. Hauptgeschäftsfelder, Branchen, Mitarbeiter- und Umsatzentwicklungen erfragt.
3. **Marktsituation der Reinigungsverfahren:** Hierbei wird die bisherige Entwicklung einzelner reinigungsrelevanter Technologien in den befragten Unternehmen, mit dem Fokus auf Nassreinigungsverfahren und Strahlreinigungsverfahren, aufgezeigt.
4. **Reinigungsprozesse innerhalb der Fertigung:** In diesem Abschnitt wird auf aktuell eingesetzte Reinigungsverfahren, Werkstoffe und Prüfverfahren in der Fertigung eingegangen. Weiterhin werden relevante Kriterien für die Implementierung neuer Verfahren in den Fertigungsprozess identifiziert. Dabei wird der technologische Trend innerhalb der industriellen Bauteilreinigung abgeleitet.
5. **Informationsquellen, Kommunikation und Ausbildung:** Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Quantität und Qualität verschiedener Informationsquellen und der wechselseitigen Kommunikation zwischen Herstellern und Anwendern.
6. **Entwicklungen seit 2007:** Hier werden die Einschätzungen der Unternehmen hinsichtlich der zukünftigen Bedeutung einzelner Verfahren und Anwendungen wiedergegeben.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Markt- und Trendanalyse in der industriellen Teilereinigung 2012 entsprechend der dargelegten Gliederung aufgezeigt. Diese Daten basieren ausschließlich auf den Antworten der teilnehmenden Unternehmen. Neben einer Analyse der befragten Marktteilnehmer und Unternehmen wird auf die Marktsituation der Reinigungsverfahren sowie auf die Reinigungsprozesse in der Fertigung ausführlich eingegangen. Abschließend werden die wechselseitige Kommunikation und die Entwicklungen der letzten fünf Jahre genauer beleuchtet. Dabei sind Diagramme, die sich ausschließlich auf die Antworten der Hersteller beziehen, in Blautönen gehalten, während die Grafiken der Anwender gelb gekennzeichnet sind. Die Diagramme, in welchen die zusammengefassten Antworten von Herstellern und Anwendern dargestellt sind, kann man an den verwendeten grünen Farbtönen erkennen.

An geeigneter Stelle werden die aktuellen Ergebnisse und Aussagen bezüglich Trends und Entwicklungen mit denen aus der Markt- und Trendanalyse von 2007 verglichen. Der übergeordnete Branchenfokus liegt auf dem Fahrzeugbau, dem Maschinenbau, der Metallindustrie sowie der Elektro-, Medizin- und Feinwerktechnik.

4.1 MARKTTEILNEHMER

Um die 588 befragten Personen dieser Marktstudie kategorisieren zu können, haben sich 224 Teilnehmer den »Herstellern und Anbietern im Bereich der industriellen Reinigungstechnik« zugeordnet, im Folgenden **Hersteller** genannt. 364 Teilnehmer sehen sich selbst als »Unternehmen aus der Industrie, die industrielle Bauteilreinigung in Ihrer Fertigung einsetzen«, im Folgenden als **Anwender** bezeichnet.

In der Markt- und Trendanalyse zur industriellen Teilereinigung im Jahr 2012 werden 38 % der Teilnehmer als Hersteller und 62 % als Anwender kategorisiert.

Die Aufteilung der Teilnehmer nach ihrer Funktion im Unternehmen ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Bereich Produktion und Fertigung ist mit knapp einem Drittel der Teilnehmer (27 %) am stärksten vertreten, gefolgt von Forschung und Entwicklung mit 17 %, der Geschäftsleitung mit 15 % und dem Vertrieb / Verkauf mit 14 % sowie dem Qualitätsbereich mit 11 %. Zusammen decken diese Bereiche über 80 % der Teilnehmer ab. Unter Sonstiges wurden weitere Bereiche wie z. B. Produktmanagement, Marketing, Planung, Instandhaltung und Beratung genannt.

Zwischen den Herstellern und Anwendern bestehen jedoch Unterschiede: Unter den teilnehmenden Anwendern ist der Bereich Fertigung am stärksten vertreten, während unter den Herstellern die Bereiche Vertrieb / Verkauf und Geschäftsleitung den größten Anteil bilden.

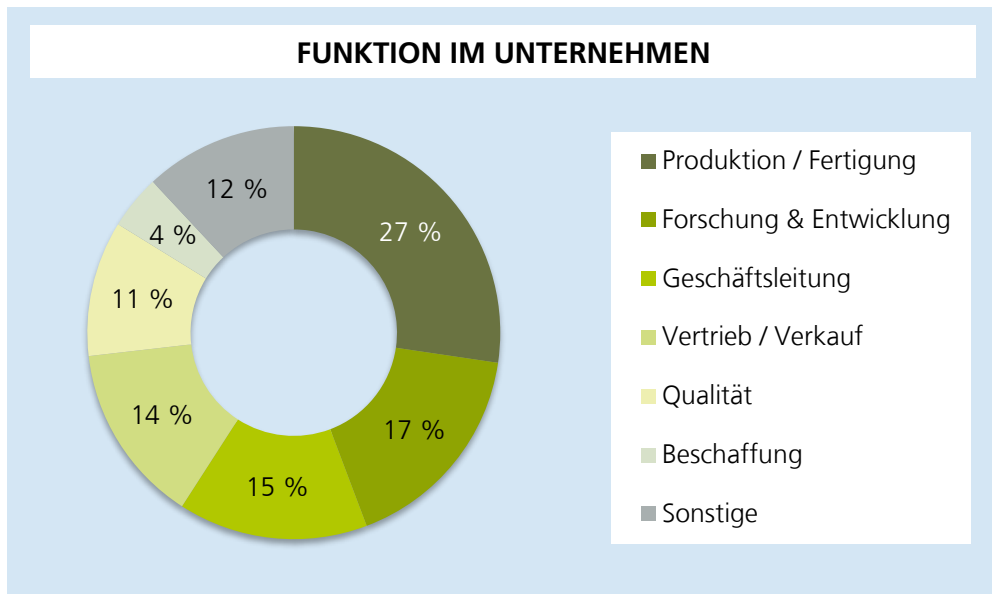


Abbildung 1:
Funktionsbereiche der Teilnehmer im Unternehmen

Da eine Zuordnung der Funktion keine Rückschlüsse auf die konkreten Entscheidungsbefugnisse zulässt, sind in Abbildung 2 die genaueren Verantwortungsbereiche der befragten Teilnehmer dargestellt.

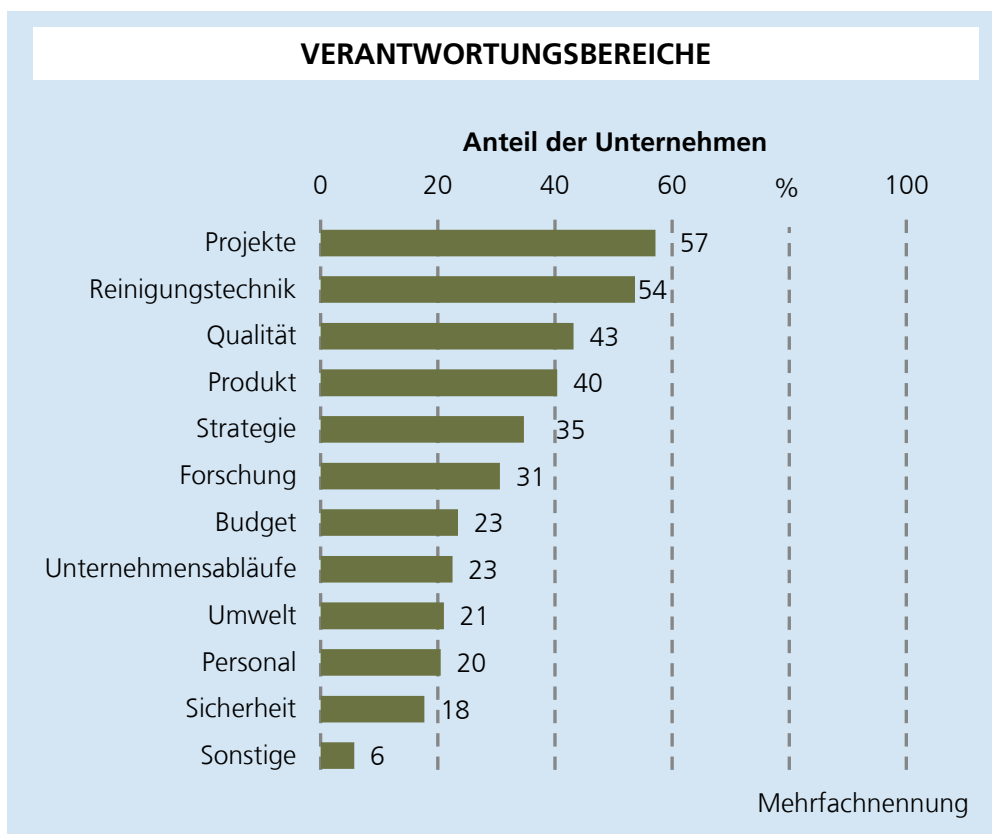


Abbildung 2:
Verantwortungsbereiche der Teilnehmer im Unternehmen

54 % der befragten Teilnehmer sind für den Bereich Reinigungstechnik verantwortlich bzw. mitverantwortlich.

Mit 57 % sind lediglich im Verantwortungsbereich der Projekte mehr Teilnehmer vertreten als in der Reinigungstechnik (54 %). Für die Bereiche Qualität (43 %), Pro-

dukt (40 %) und Strategie (35 %) besitzen weniger befragte Personen konkrete Entscheidungsbefugnisse. Unter Sonstiges wurden weitere Verantwortungsbereiche genannt wie z. B. Gesamtverantwortung, Vertrieb, Arbeitsvorbereitung, Umsatz, Business Development, Projektleitung oder Konstruktion.

4.2 UNTERNEHMEN

Um einen Überblick über die Akteure im Bereich der Reinigungstechnik zu erhalten, werden nachfolgend die allgemeinen Angaben über die befragten Unternehmen aufgezeigt. Dabei wird auf wichtige Geschäftsfelder, rechtliche Aspekte, Mitarbeiter- und Umsatzzahlen, Standortfragen sowie Absatzmärkte eingegangen.

4.2.1 Branchen und Geschäftsfelder

74 % der Hersteller und 68 % der Anwender vertreten die Meinung, dass die industrielle Teilereinigung eine eigenständige Branche ist. Weiterhin schätzen 85 % der Hersteller sowie 78 % der Anwendern ein, dass die Bauteilreinigung gewinnbringend zur Wertschöpfung eines Produkts beiträgt.

Eine Übersicht über die Branchen, in denen Reinigungstechnik von den Anwendern eingesetzt wird, ist in Abbildung 3 dargestellt. Der Fahrzeugbau ist mit einem Drittel der Anwender (32 %) am häufigsten vertreten, gefolgt von der Metallindustrie mit 19 % und dem Maschinenbau mit 12 %. Jeweils 9 % der Anwender ordneten sich der Feinwerktechnik, der Elektrotechnik sowie den sonstigen Branchen zu. Unter letztere fallen beispielsweise die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, die chemische Produktion, Haushaltsgeräte und Unterhaltungsmedien, die Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen sowie die Forschung.

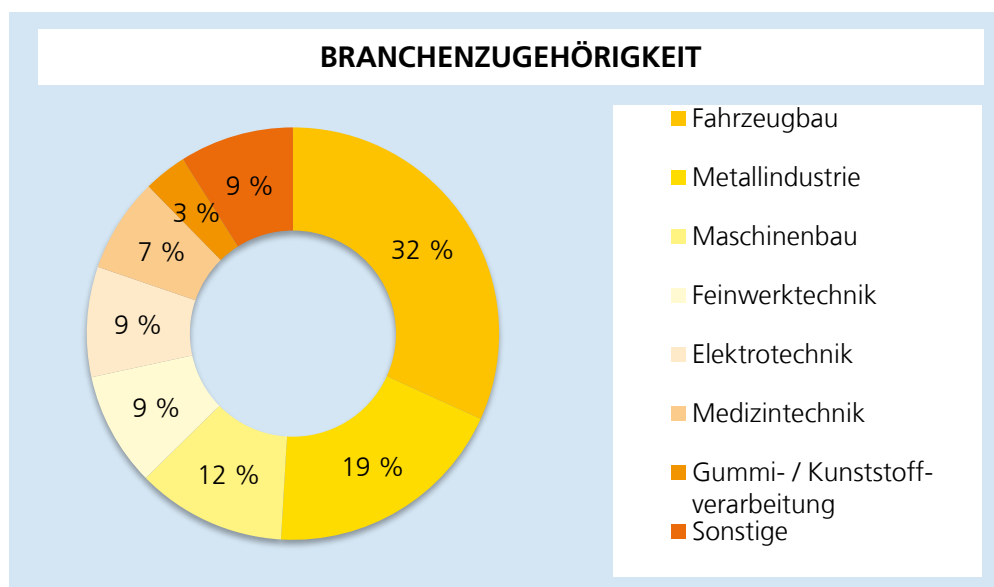


Abbildung 3: Branchenzugehörigkeit der Anwender

Der Fahrzeugbau ist am stärksten vertreten, weswegen die Anwender zusätzlich nach Unterkategorien differenziert wurden, welche in Abbildung 4 dargestellt sind. Hierbei liegt die Automobilindustrie mit über drei Viertel der Befragten (78 %) weit vor dem Bau von Luft- und Raumfahrzeugen (12 %) sowie von Schienenfahrzeugen (6 %).

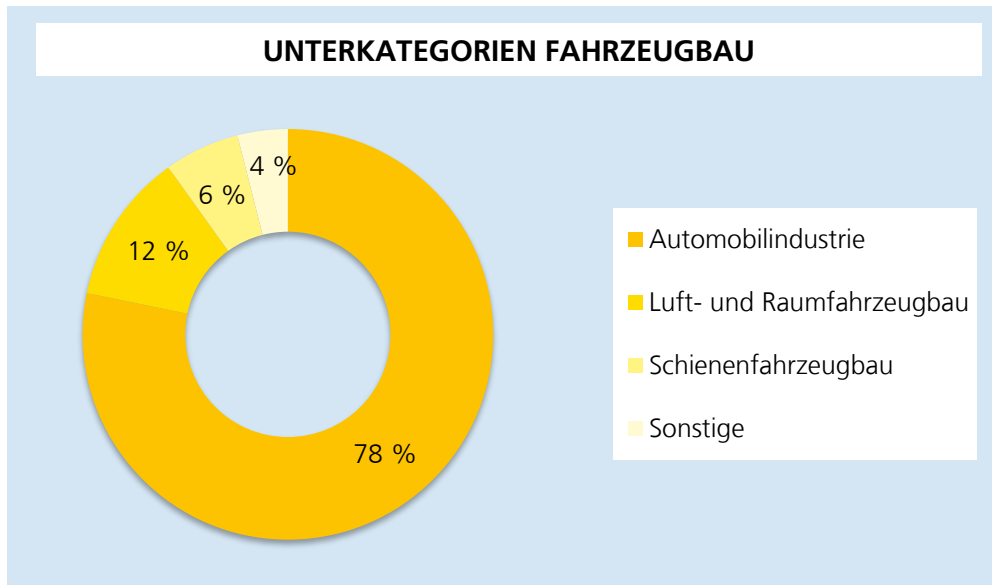


Abbildung 4:
Unterategorien der Branche Fahrzeugbau

Für eine Charakterisierung des Markts auf der Herstellerseite ist die Klassifizierung der angebotenen Produkte und Dienstleistungen nötig. Folglich zeigt Abbildung 5 die Geschäftsfelder, denen sich die Hersteller zugeordnet haben, im Vergleich zu den Daten von 2007. Im Jahr 2012 wurden Reinigungsanlagen, -komponenten oder -mittel mit großem Abstand am häufigsten genannt (70 %). Darauf folgen sonstige Dienstleistungen mit 35 %, zu denen vor allem Beratung, Forschung sowie Auftragsanalytik und -reinigung gehören. Im Vergleich zu 2007 ist ein Zuwachs an Dienstleistern und Analysegeräteherstellern festzustellen. Dies bestätigt auch die Einschätzung von 2007, dass die Analytik im Bereich Reinigungstechnik bis zum Jahr 2012 am meisten an Einfluss gewinnen wird.



Abbildung 5:
Geschäftsfelder der Hersteller

Eine detaillierte Darstellung der angebotenen Dienstleistungen ist in Abbildung 6 abgebildet. Mit 67 % wird am häufigsten das Beratungsangebot der Hersteller von ihren Kunden in Anspruch genommen, gefolgt von der Auftragsanalytik mit 33 % und der Forschung im eigenen Forschungs- und Entwicklungslabor mit 32 %. Anschließend wird die Lohnreinigung mit 26 % genannt.

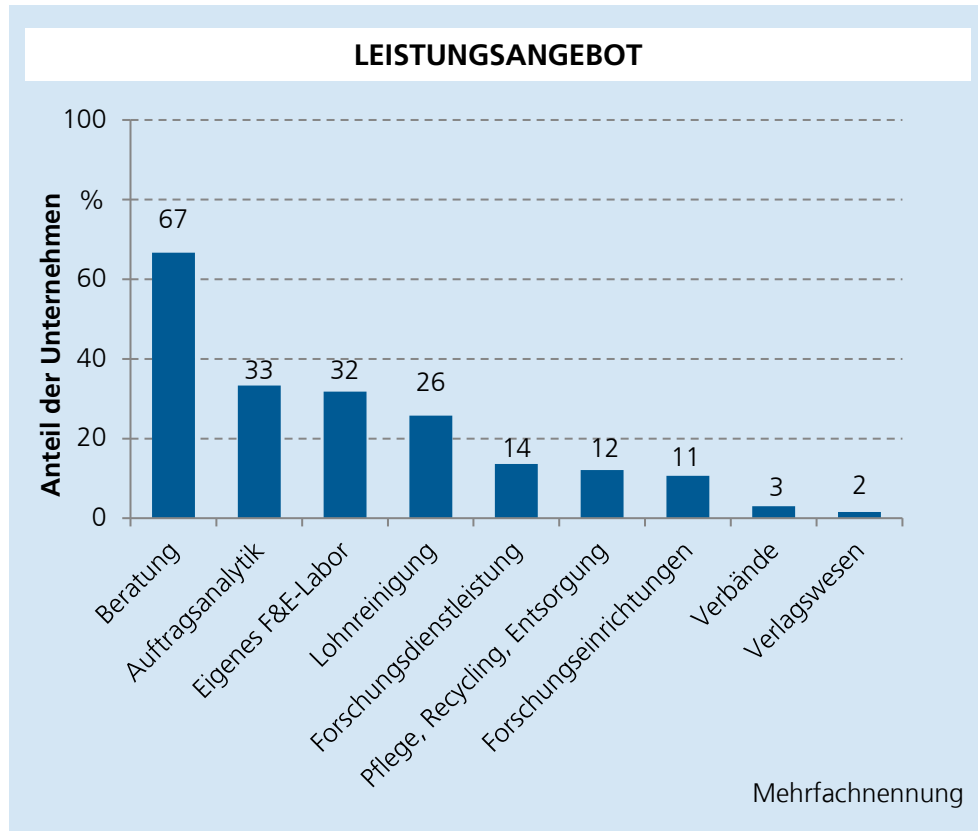


Abbildung 6:
Leistungsangebot der Hersteller

Um Veränderungen im Produktportfolio der Hersteller im Laufe der letzten 10 Jahre nachvollziehen zu können, wurden die Herstellerunternehmen befragt, ob ihr früheres Portfolio anders, ähnlich oder genau wie ihr heutiges Portfolio aufgebaut ist. In Abbildung 7 vertreten 53 % der Teilnehmer die Meinung, dass das Leistungsangebot vor 10 Jahren deutlich anders als das aktuelle aufgebaut war. Ab dem Jahr 2006 jedoch geben die Hersteller vermehrt an, dass ihr Portfolio dem heutigen recht ähnlich war und im Jahr 2010 steigt die Anzahl der Unternehmen, deren damaliges Angebot genau mit dem aktuellen übereinstimmt, auf 40 %.

Weiterhin haben die Hersteller allgemein die Bedeutung von einzelnen Branchen für die industrielle Teilereinigung innerhalb des Zeitraums von 2007 bis 2012 beurteilt. Dabei ist in Abbildung 8 deutlich zu erkennen, dass die Metall-, Maschinenbau- und Fahrzeugindustrie zu den wichtigsten Branchen gehören, dicht gefolgt von der Elektro- und Medizintechnik.

VERÄNDERUNGEN IM PRODUKTPORTFOLIO

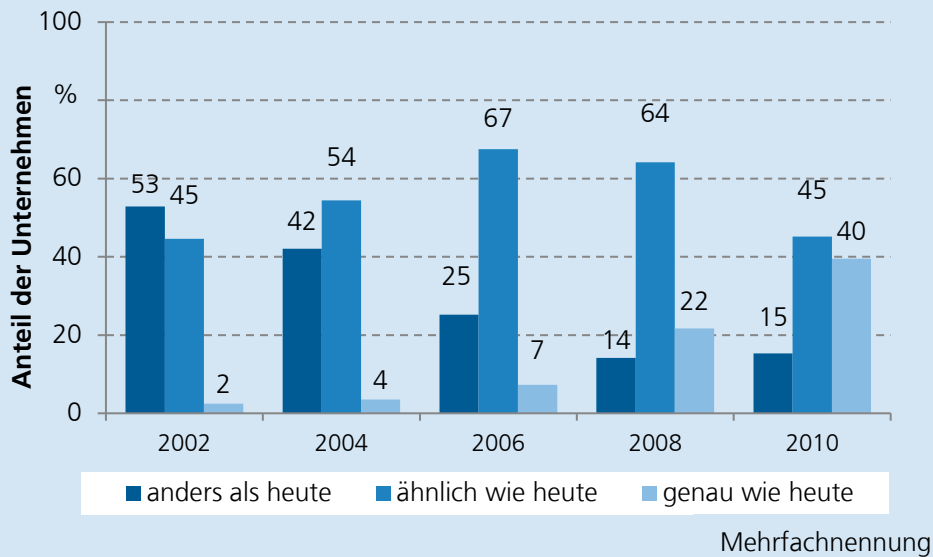


Abbildung 7:
Veränderungen im Produktportfolio der Hersteller in den letzten 10 Jahren

BEDEUTUNG DER BRANCHEN FÜR DIE TEILEREINIGUNG

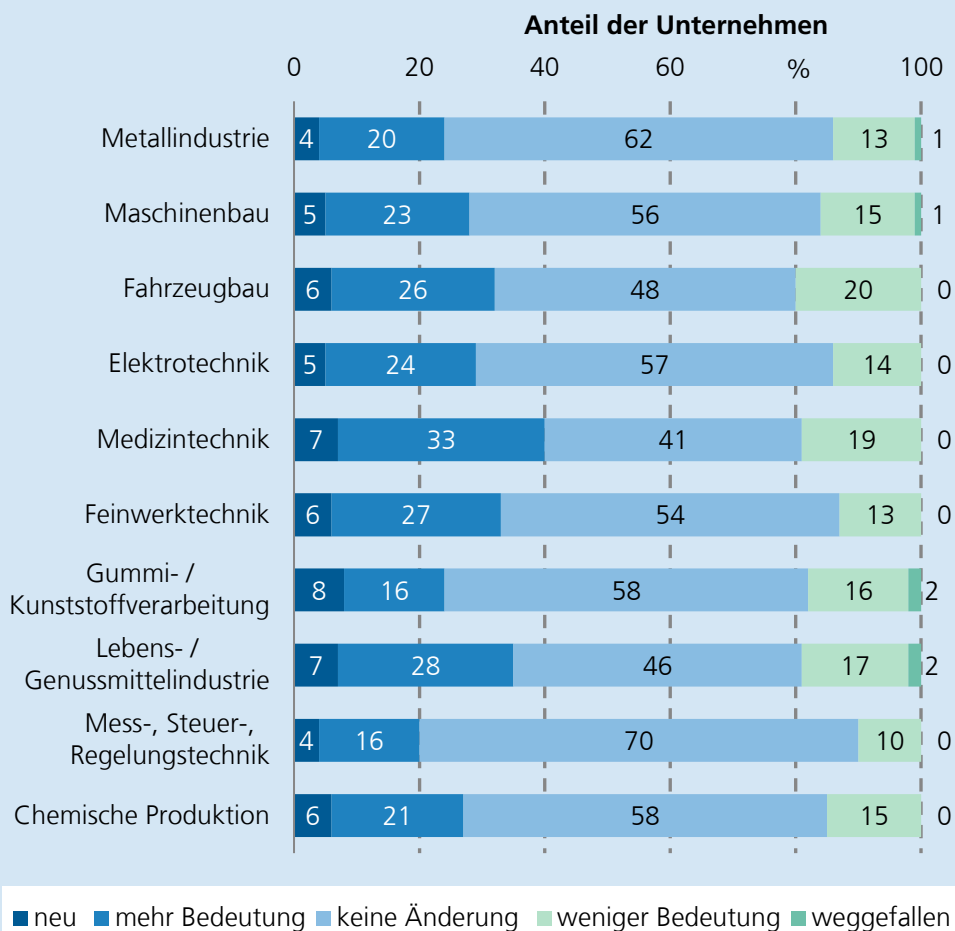


Abbildung 8:
Bedeutung der Branchen für die Teilereinigung aus Herstellersicht

4.2.2 Gründung und Rechtsform

Befragt nach ihrem Gründungsjahr wird in Abbildung 9 deutlich, dass die meisten Unternehmen schon seit über 20 Jahren am Markt etabliert sind (68 % der Hersteller und 88 % der Anwender). Lediglich 14 % der Herstellerunternehmen und 4 % der Anwenderunternehmen bestehen erst seit 10 oder weniger Jahren. Dies deutet auf eine stabile Marktsituation hin. Bei den Herstellern, die sich in den letzten 10 Jahren gegründet haben, handelt es sich vor allem um Dienstleister sowie Hersteller von Reinigungsanlagen, -komponenten und -medien.

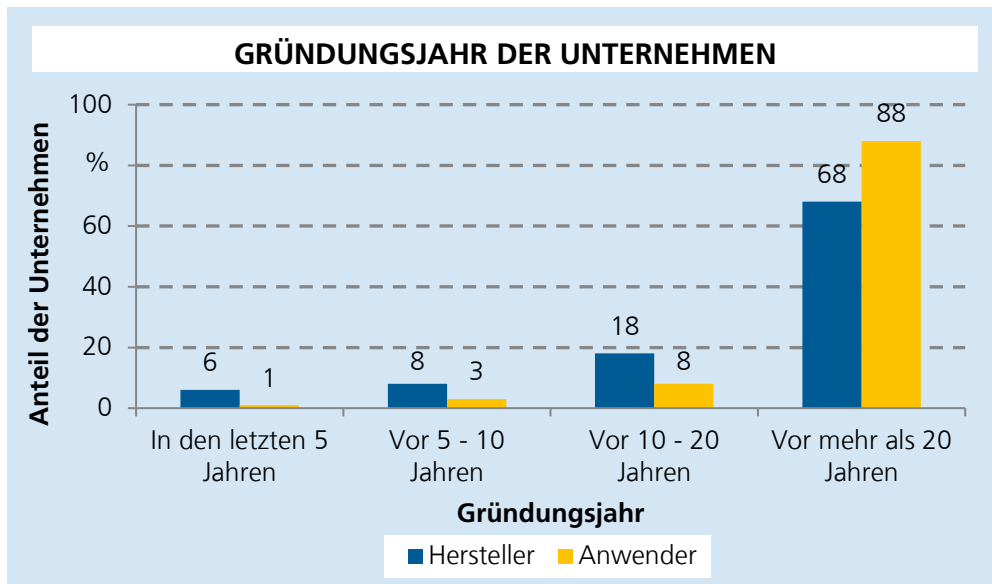


Abbildung 9: Gründungsjahr der Unternehmen bei Herstellern und Anwendern

In Abbildung 10 ist dargestellt, seit wann es die Reinigungstechnik als Zweig des jeweiligen Unternehmens gibt. Noch deutlicher als im Jahr 2007 erachtet die Mehrheit der Befragten (39 %) die Reinigungstechnik seit mehr als 20 Jahren als einen Teilbereich ihrer Tätigkeit. Dies deutet daraufhin, dass die Reinigungstechnik als ein fest etablierter Bestandteil der befragten Unternehmen eingeschätzt werden kann.

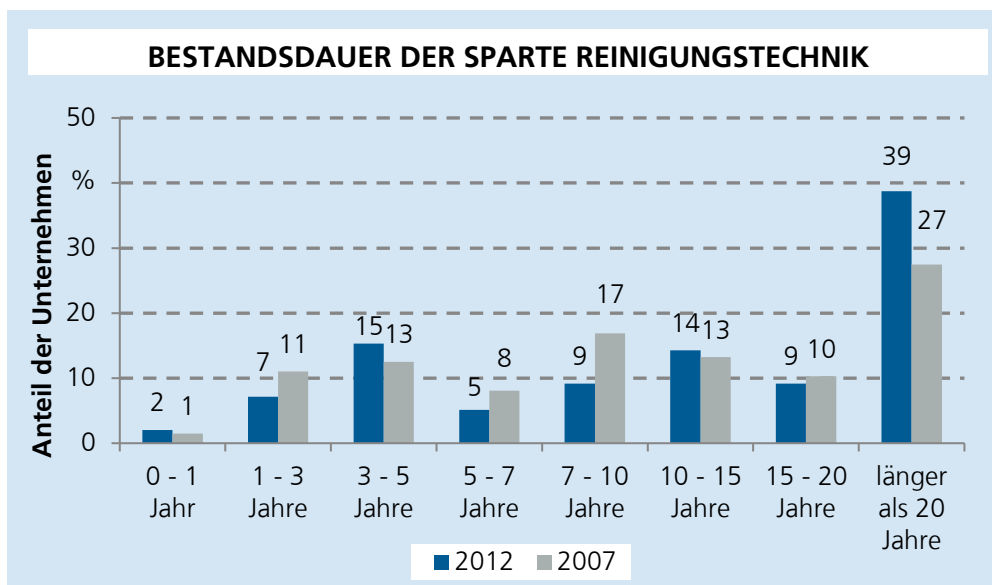


Abbildung 10: Bestandsdauer der Sparte Reinigungstechnik im Unternehmen im Vergleich zu 2007

Bei 82 % der Hersteller ist die Reinigungstechnik nicht der einzige Geschäftszweig.
 Für 17 % der Hersteller ist die Reinigungstechnik das Hauptgeschäftsfeld.

Um die Unternehmensstrukturen der Hersteller besser abbilden zu können, zeigt Abbildung 11, wie der Markt der Reinigungstechnik im Vergleich zu den Anwendern in Abbildung 12 rechtlich strukturiert ist. Nahezu zwei Drittel aller Herstellerunternehmen (64 %) sind Gesellschaften mit beschränkter Haftung, wobei auch Neugründer diese Rechtsform am häufigsten wählen. Danach folgen die Rechtsform der GmbH & Co KG mit 14 % sowie die AG mit 9 %. Unter Sonstige (7 %) sind Rechtsformen wie z. B. KG, SE, GbR und OHG zusammengefasst. Fast zwei Drittel der Einzelunternehmen (6 %) wurden in den letzten 5 oder 10 Jahren gegründet. Auf Anwenderseite überwiegt ebenfalls die GmbH mit 51 %, jedoch ist hier die AG mit 22 % stärker vertreten als die GmbH & Co KG mit 18 %.

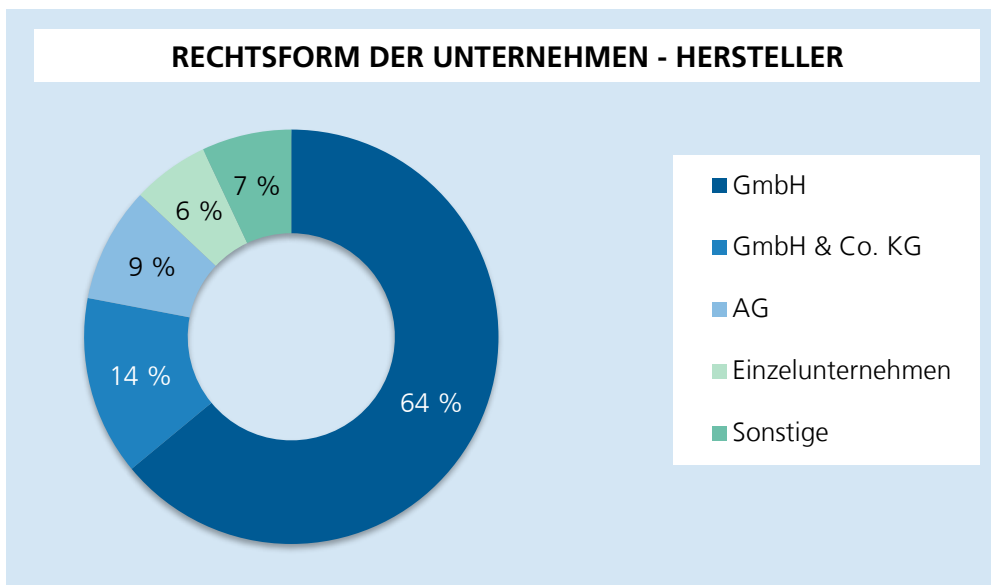


Abbildung 11:
Rechtsform der Hersteller

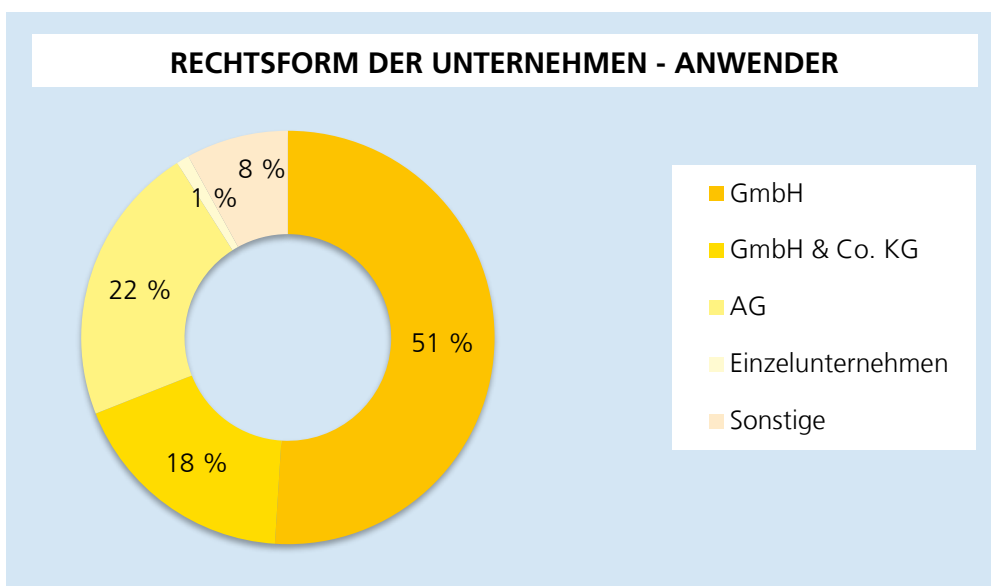


Abbildung 12:
Rechtsform der Anwender

4.2.3 Mitarbeiter

Die Unternehmen der Teilereinigungsbranche sind zum größten Teil mittelständisch strukturiert. Dementsprechend zeigt Abbildung 13, dass die meisten Befragten (25 %) in Unternehmen mit 10 bis 50 Mitarbeitern beschäftigt sind. Anschließend folgen Unternehmen mit 100 bis 250 Mitarbeitern sowie 50 bis 100 Mitarbeitern. Eine Unternehmensgröße mit mehr als 1000 Mitarbeitern wird erst an späterer Stelle genannt.

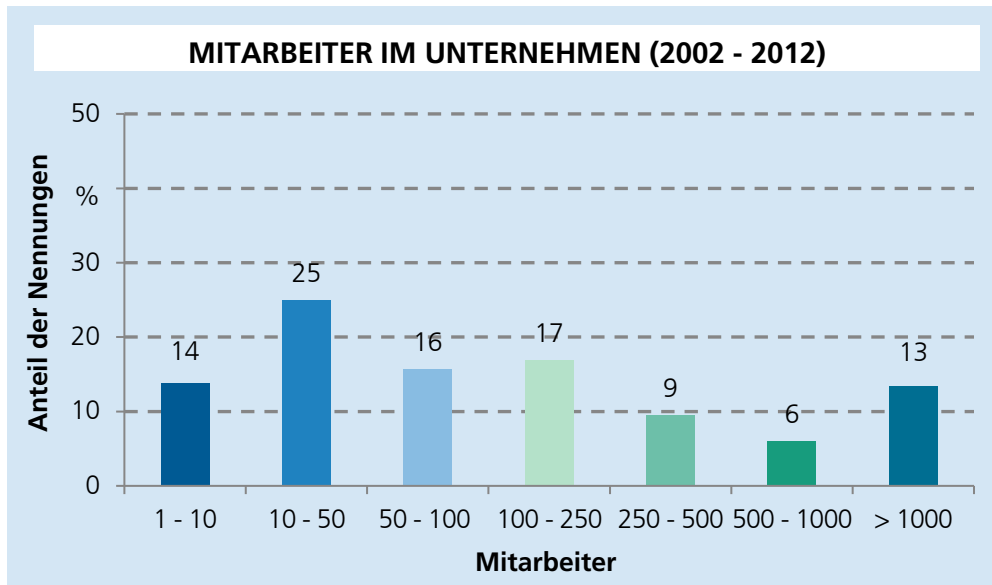


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Mitarbeiter im Unternehmen

Bezogen auf den Zeitraum von 2002 bis 2012 lässt sich in Abbildung 14 deutlich erkennen, dass die meisten Herstellerunternehmen gleichbleibende oder steigende Mitarbeiterzahlen haben. Durchschnittlich sind die Werte um 18 % gestiegen.

54 % der befragten Hersteller sind der Meinung, dass die Zahl der Mitarbeiter in der Reinigungstechnik in den kommenden 5 Jahren weiter steigen wird.

Dagegen meinen 43 %, dass die Zahl unverändert bleibt und nur 3 % prognostizieren eine Abnahme in diesem Bereich. Im Vergleich zum Jahr 2007 sind die Prognosen damit weniger optimistisch, aber immer noch stabil.

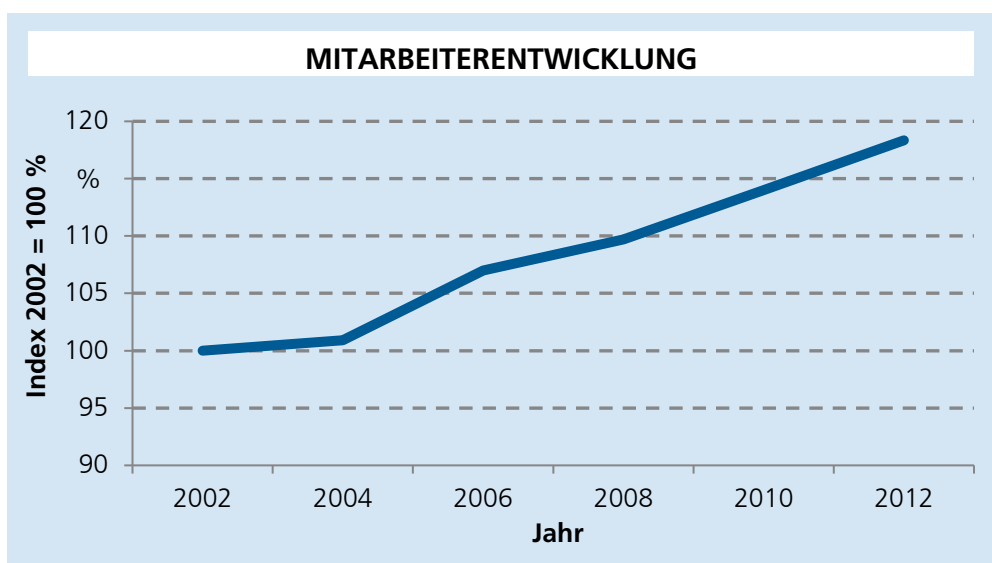


Abbildung 14: Mitarbeiterentwicklung bei den Herstellern in den letzten 10 Jahren

Bei den Anwendern setzt sich die Mitarbeiterentwicklung im Bereich der Reinigungstechnik im Vergleich zu 2007 gleichmäßig fort. Ähnlich wie vor 5 Jahren sinkt die Zahl der Unternehmen weiter, in denen keine bestimmte Person für die Reinigungstechnik zuständig ist. Wie in Abbildung 15 dargestellt ist, weisen alle weiteren Mitarbeiterzahlen einen leichten Anstieg auf.

Der Durchschnittswert der für die Teilereinigung zuständigen Mitarbeiter steigt weiter von 13 auf 16 Personen pro Unternehmen. Der durchschnittliche Anteil an der Gesamtgröße der Unternehmen beträgt damit 2 %.

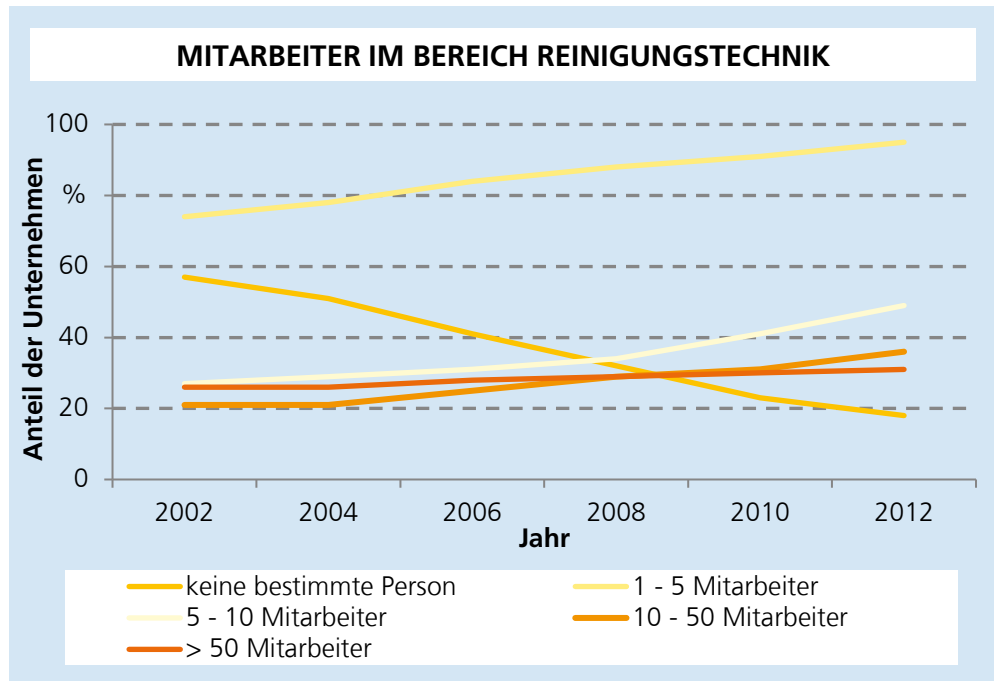


Abbildung 15: Mitarbeiterzahlen im Bereich Reinigungstechnik bei den Anwendern

Auch die Anwender wurden nach einer Einschätzung gefragt, wie sich die Anzahl der in der Reinigungstechnik tätigen Mitarbeiter in den kommenden 5 Jahren entwickeln wird.

Dabei schätzen 39 % der Befragten den Trend als positiv und 7 % als eher negativ ein. Die übrigen 54 % der Anwender prognostizieren keine Veränderung in den kommenden 5 Jahren.

4.2.4 Umsätze

Ebenso wichtig wie die Mitarbeiterzahlen sind die Umsätze und Umsatzzahlenentwicklungen der befragten Unternehmen, da sie Aufschluss über deren wirtschaftliche Stellung geben. Die Bandbreite der Umsätze pro Jahr bei den Herstellern reicht dabei von < 100.000 € bis > 100.000.000 €. Abzüglich der Teilnehmer, die über diesen Punkt keine Auskunft gegeben haben, zeigt Abbildung 16, dass die meisten Unternehmen (38 %) zwischen 1 Mio. € und 10 Mio. € an jährlichem Umsatz verzeichnen.

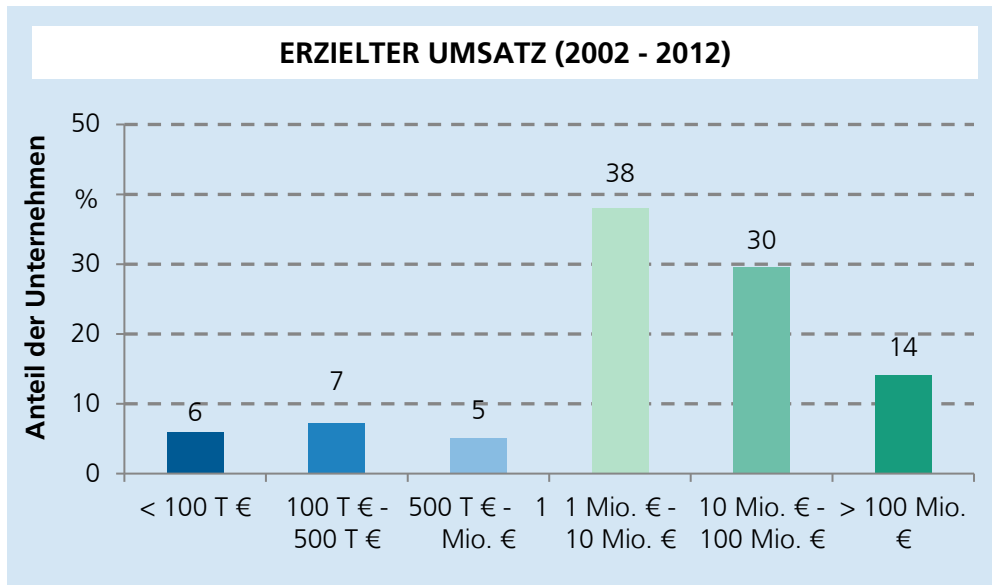


Abbildung 16:
Durchschnittliche Verteilung der Jahresumsätze pro Unternehmen

In Abbildung 17 ist die Entwicklung der Umsätze der Herstellerunternehmen zwischen den Jahren 2002 und 2012 dargestellt. Der Trend ist deutlich ansteigend.

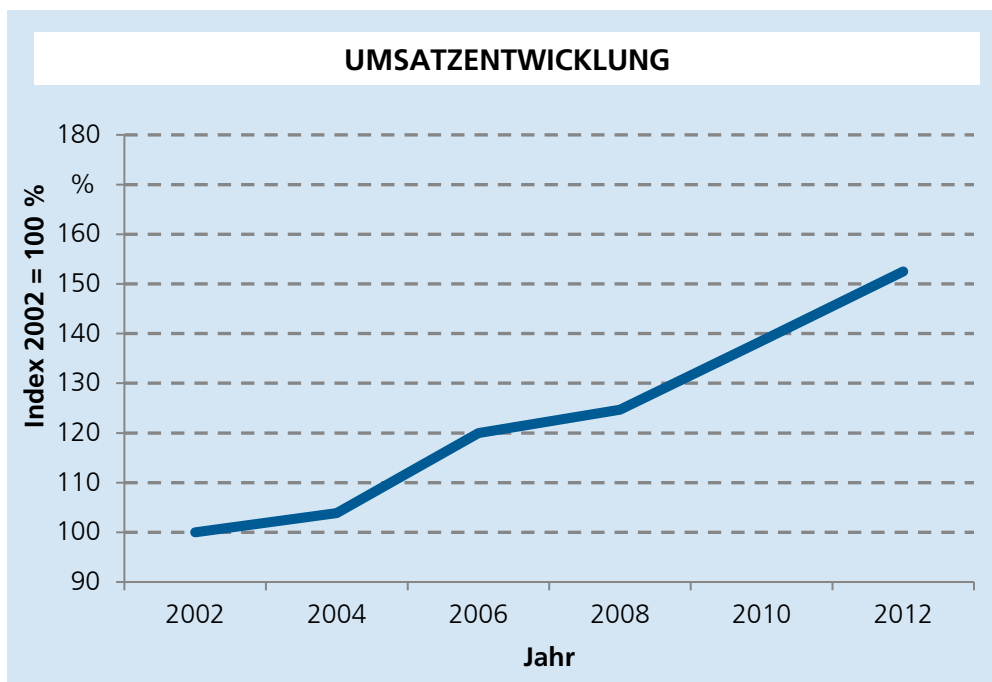


Abbildung 17:
Umsatzentwicklung bei den Herstellern in den letzten 10 Jahren

Interessant im Zusammenhang mit den Umsatzzahlen ist der jährliche Verkauf von Anlagen, dargestellt in Abbildung 18. Dabei haben 70 % der Unternehmen mehr als 50 Anlagen in den letzten 5 Jahren verkauft und weitere 11 % verkauften zwischen 25 und 50 Anlagen. Lediglich 14 % der Herstellerunternehmen konnten nur 10 oder weniger Anlagen absetzen.

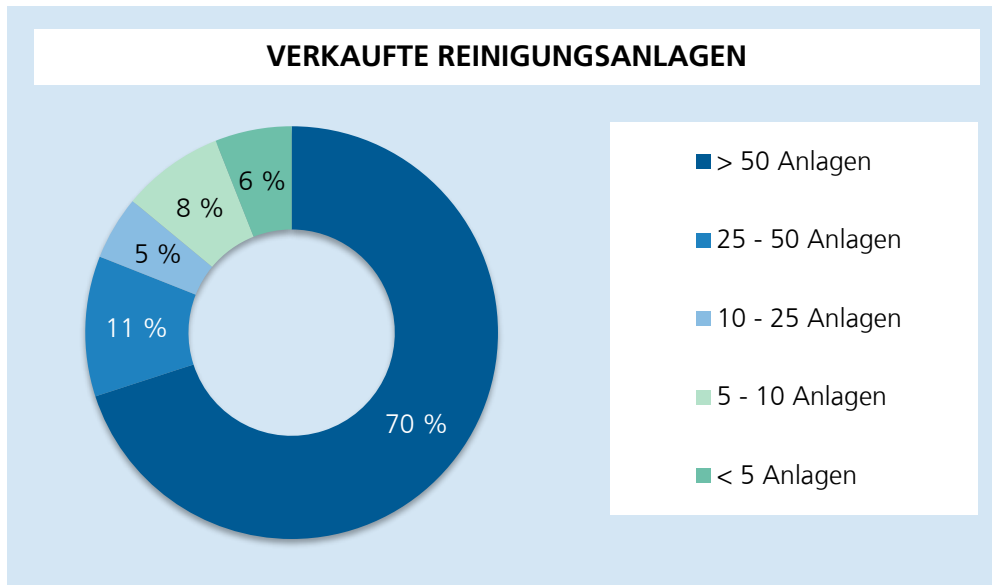


Abbildung 18:
Anzahl der jährlich verkauften Reinigungsanlagen in den letzten 5 Jahren

4.2.5 Standorte

Um einen geografischen Überblick über die Branche zu gewinnen, wurden die Unternehmen, die sich zu den Herstellern von Reinigungstechnik zählen, nach dem Standort ihres Hauptsitzes gefragt. Dabei muss beachtet werden, dass sich die vorliegende Umfrage auf deutschsprachige Unternehmen beschränkt, weshalb sich über 90 % der Hersteller in Deutschland befinden, wie Abbildung 19 aufzeigt. Die restlichen 10 % verteilen sich auf andere umliegende Industrieländer sowie Nordamerika.

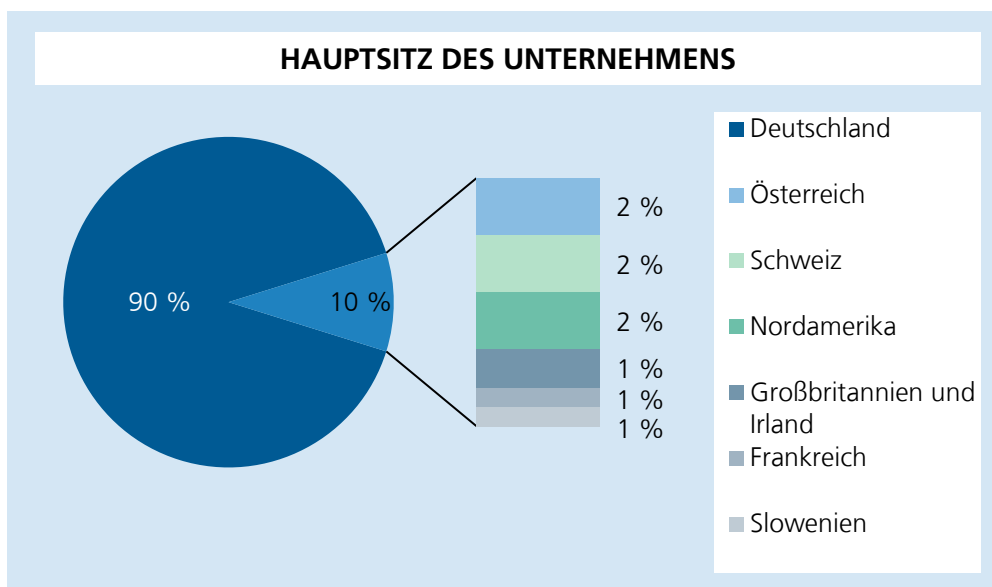


Abbildung 19:
Hauptsitzverteilung der Hersteller nach Ländern

Jene Hersteller, deren Hauptsitz in Deutschland liegt, wurden zusätzlich nach den ersten beiden Ziffern ihrer Postleitzahl befragt. Zudem haben auch die Anwender die ersten beiden Ziffern der Postleitzahl ihres wichtigsten Lieferanten für Reinigungstechnik benannt. Diese Angaben werden in Abbildung 20 zusammengefasst. Auffallend ist, dass fast die Hälfte der Unternehmen der Reinigungsbranche (47 %) in Baden-Württemberg angesiedelt ist, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 16 % und Bayern mit 15 %.

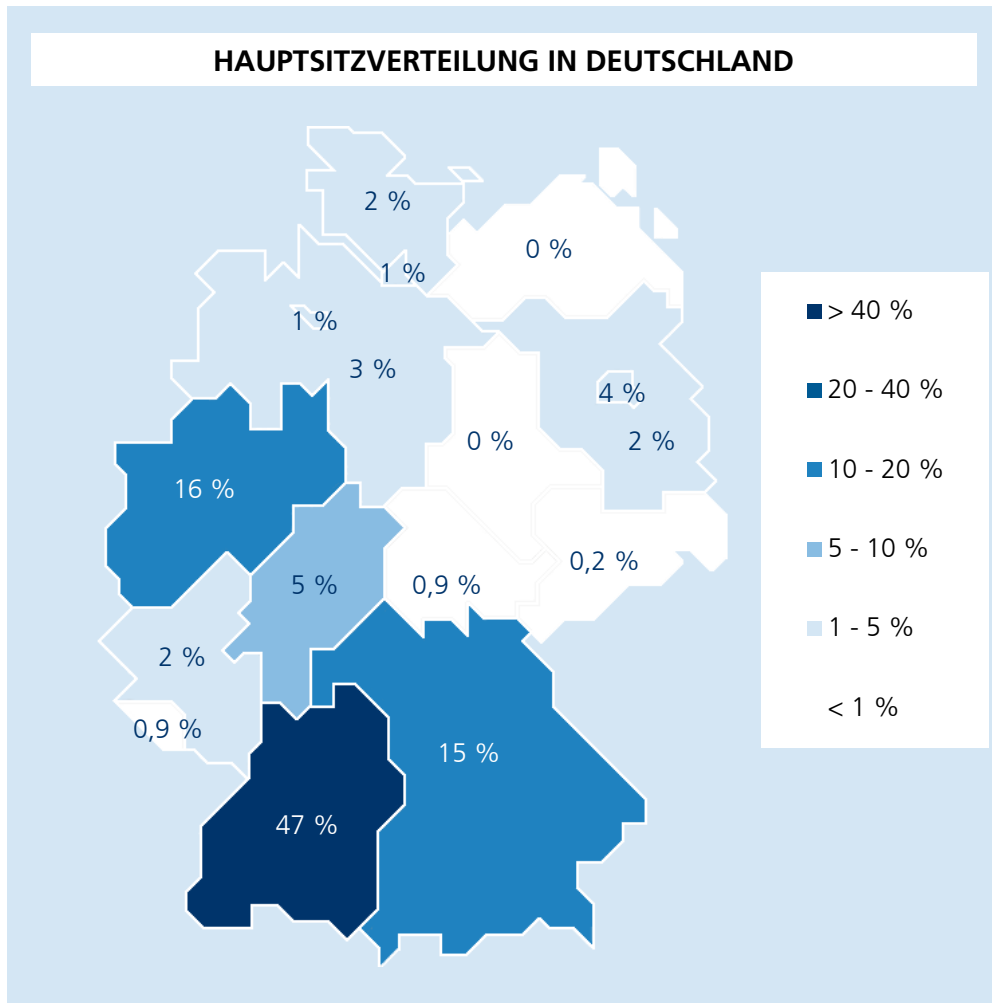


Abbildung 20:
Hauptsitzverteilung der Herstellerunternehmen auf die Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland

Nach Einschätzung des überwiegenden Teils der deutschsprachigen Teilnehmer ist Deutschland Marktführer auf dem Gebiet der Reinigungstechnik. Abbildung 21 zeigt sowohl die Einstellung der Hersteller als auch die der Anwender in dieser Frage auf.

Dabei sind 72 % der befragten Hersteller der Überzeugung, dass Deutschland Marktführer auf dem Gebiet der Reinigungstechnik ist. Unter den befragten Anwendern geben 60 % an, dass deutsche Unternehmen auf dem Markt die Hauptakteure sind und nur 4 % sind gegensätzlicher Meinung. Der relativ hohe Prozentsatz an Enthaltungen könnte darauf hindeuten, dass der Wissensstand über den Markt für viele nicht ausreichend erscheint, um diesbezüglich eine qualifizierte Aussage treffen zu können.

DEUTSCHLAND ALS MARKTFÜHRER IN DER REINIGUNGSTECHNIK

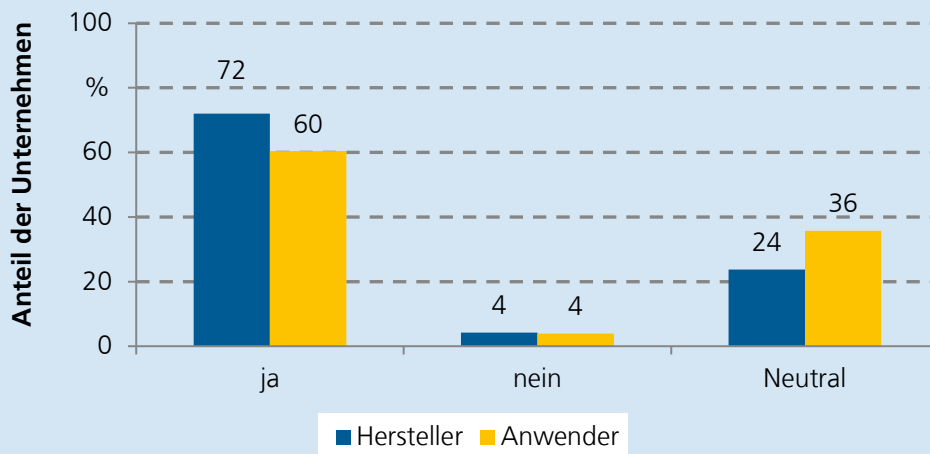


Abbildung 21: Einschätzungen bezüglich der deutschen Marktführerschaft

Bezüglich der ausländischen Wettbewerber gehen die Meinungen der Befragten auseinander. Wie Abbildung 22 darlegt, vertreten 35 % der Hersteller und 23 % der Anwender die Ansicht, dass eine Bedrohung durch ausländische Wettbewerber existiert. 37 % der Hersteller und 46 % der Anwender sind vom Gegenteil überzeugt und nahezu ein Drittel aller Teilnehmer hat sich bei dieser These enthalten.

BEDROHUNG DER MARKTSITUATION DURCH AUSLÄNDISCHE WETTBEWERBER

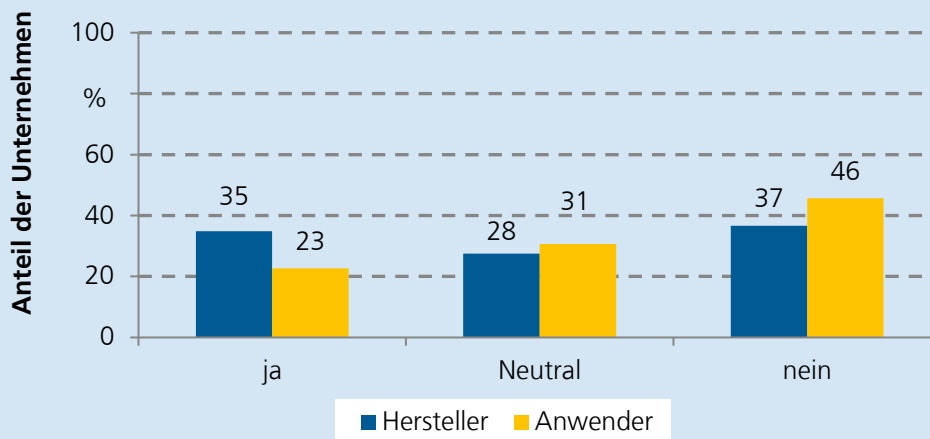


Abbildung 22: Wahrnehmung der eigenen Marktsituation gegenüber dem Ausland

4.2.6 Zweigstellen und Entwicklung

Durch die Angabe von Zweigstellen im Ausland können Rückschlüsse darüber gezogen werden, welche weltweiten Bewegungen oder Änderungen der Markt für industrielle Teilereinigung durchläuft.

Fast die Hälfte der befragten Unternehmen (46 %) der Teilereinigungsbranche mit Hauptsitz in Deutschland hat Zweigstellen im Ausland. 2007 waren es nur 25 %.

Die Zweigstellen sind ähnlich auf die Kontinente verteilt wie im Jahr 2007. Abbildung 23 zeigt, dass fast zwei Drittel der Zweigstellen deutscher Unternehmen (63 %) auf Europa konzentriert sind. Asien liegt mit 22 % auf Platz zwei, gefolgt von Nordamerika mit 13 %.

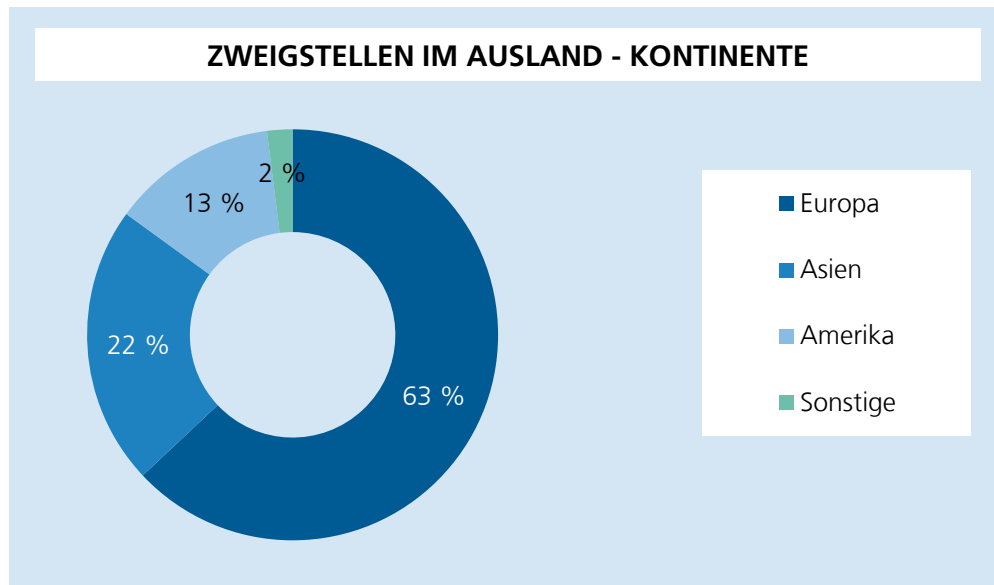


Abbildung 23:
Verteilung der Zweigstellen der Hersteller auf die Kontinente

9 % der Unternehmen, die bislang noch keine Zweigstellen im Ausland besitzen, planen diese innerhalb der nächsten 5 Jahre zu errichten. Auch hier sind besonders Asien, hauptsächlich China, Indien oder Japan sowie Europa, z. B. Österreich, Schweiz, Frankreich oder Polen, vertreten. Dies spiegelt den Megatrend der Globalisierung deutlich wider.

4.2.7 Absatzmärkte

Abbildung 24 zeigt, in welchen Ländern sich, nach Meinung der gesamten befragten Hersteller und Anwender, ihre umsatzstärksten Kunden sowie deren Hauptwettbewerber befinden.

Rang	Kunde	Hauptwettbewerber
1.	Deutschland	Deutschland
2.	Österreich	Schweiz
3.	China	USA
4.	Frankreich	Italien
5.	Schweiz	Österreich
6.	USA	Frankreich

Abbildung 24:
Ranking von Kunden und Hauptwettbewerbern nach Ländern

Dabei wird ersichtlich, dass Deutschland in beiden Fällen auf Platz eins liegt, d. h. der Güter- und Dienstleistungsverkehr in der Reinigungstechnik bewegt sich immer noch hauptsächlich innerhalb Deutschlands. Weiterhin sind Österreich, die Schweiz, China sowie die USA auf den vorderen Rängen vertreten.

4.2.8 Zusammenfassung

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Branchen des Fahrzeugbaus, der Metallindustrie und des Maschinenbaus für Anwender und Hersteller von Reinigungstechnik die größte Bedeutung haben. Die Marktsituation gestaltet sich stabil, da die meisten Unternehmen seit über 20 Jahren am Markt etabliert sind und die Reinigungstechnik zudem als fest verankerten Zweig in ihren Unternehmen angesehen wird. Zudem steigen die Mitarbeiterzahlen, die speziell für die Reinigung verantwortlich sind, sowie die Umsatzzahlen stetig weiter an. Dabei erzielen die Hersteller den meisten Umsatz mit Reinigungsanlagen, -komponenten und -mitteln. Von den angebotenen Dienstleistungen werden am häufigsten die Beratung und die Auftragsanalytik von Kunden in Anspruch genommen.

Die hauptsächlich mittelständisch strukturierten Unternehmen bevorzugen Industriestandorte in der Nähe ihrer Kunden, wie beispielsweise in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen. Knapp die Hälfte der befragten Unternehmen verfügt zudem über Zweigstellen im Ausland, bevorzugt in Europa und Asien. Es wird erwartet, dass sich dieser Anteil während der kommenden Jahre weiter vergrößert.

4.3 MARKTSITUATION DER REINIGUNGSVERFAHREN

Im Folgenden werden der aktuelle Stand und die Entwicklungen auf dem Markt der Reinigungstechnik zusammengefasst und mit den Ergebnissen der Studie aus dem Jahr 2007 verglichen. Dabei wird insbesondere auf die Nassreinigungs- und Strahlreinigungsverfahren eingegangen, die von den angewandten Reinigungsverfahren am häufigsten eingesetzt werden.

4.3.1 Angewandte Reinigungsverfahren

Mit dem Ziel einer Gegenüberstellung der Marktanteile der jeweiligen Reinigungsverfahren bei Herstellern und Anwendern wurden die Anwender nach den in ihren Unternehmen eingesetzten Reinigungsverfahren gefragt und die Hersteller sollten angeben, mit welchen Verfahren sie den größten Umsatz erzielen. Hierbei waren Mehrfachnennungen möglich. Es ist zu beachten, dass die Angaben der Hersteller den aktuellen Stand der Technik aufzeigen, wohingegen bei den Anwendern aufgrund des Nutzungszeitraums der Reinigungsanlagen, der bis zu 30 Jahre betragen kann, in der Regel die Situation der letzten Jahre dargestellt wird. Aus den Unterschieden zwischen den Angaben der Hersteller und Anwender kann dementsprechend ein Trend abgeleitet werden.

Abbildung 25 zeigt die Marktanteile der Verfahren bei den Herstellern und Abbildung 26 bei den Anwendern. Die Nassreinigungsverfahren sind sowohl bei den Herstellern mit 68 % als auch bei den Anwendern mit 84 % am weitesten verbreitet. Danach folgen Strahlreinigungsverfahren und mechanische Verfahren, wobei diese von den Anwendern (25 % und 27 %) deutlich häufiger favorisiert werden als von den Herstellern (21 % und 12 %). Dagegen kommen Sonderverfahren und thermische Verfahren zusammengenommen bei den Herstellern lediglich auf 18 % und bei den Anwendern auf 20 %.

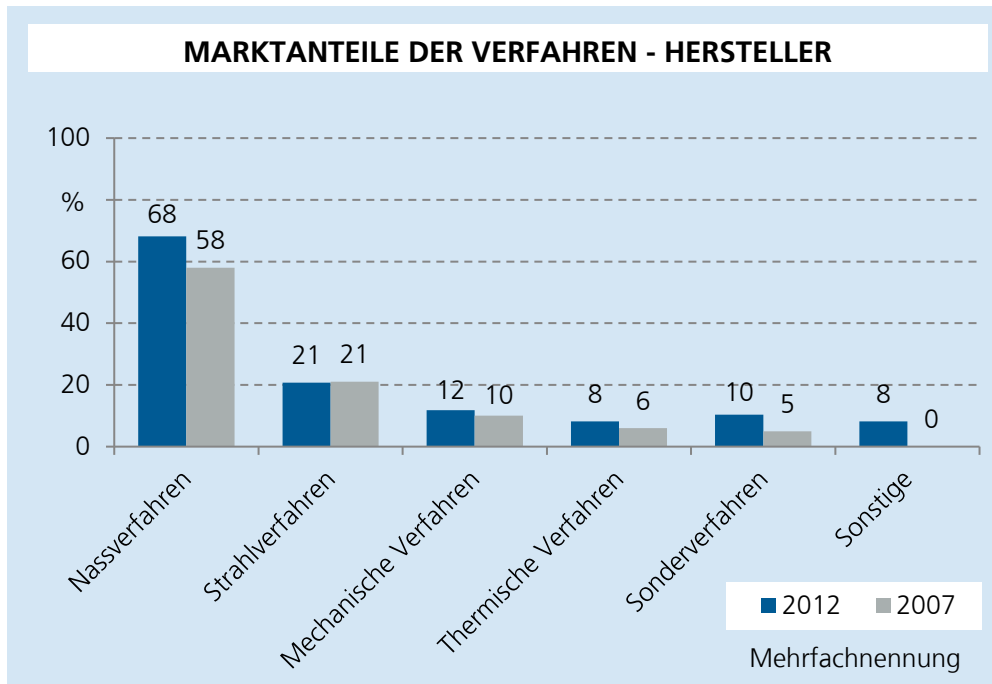


Abbildung 25:
Markanteile der eingesetzten Verfahren bei den Herstellern

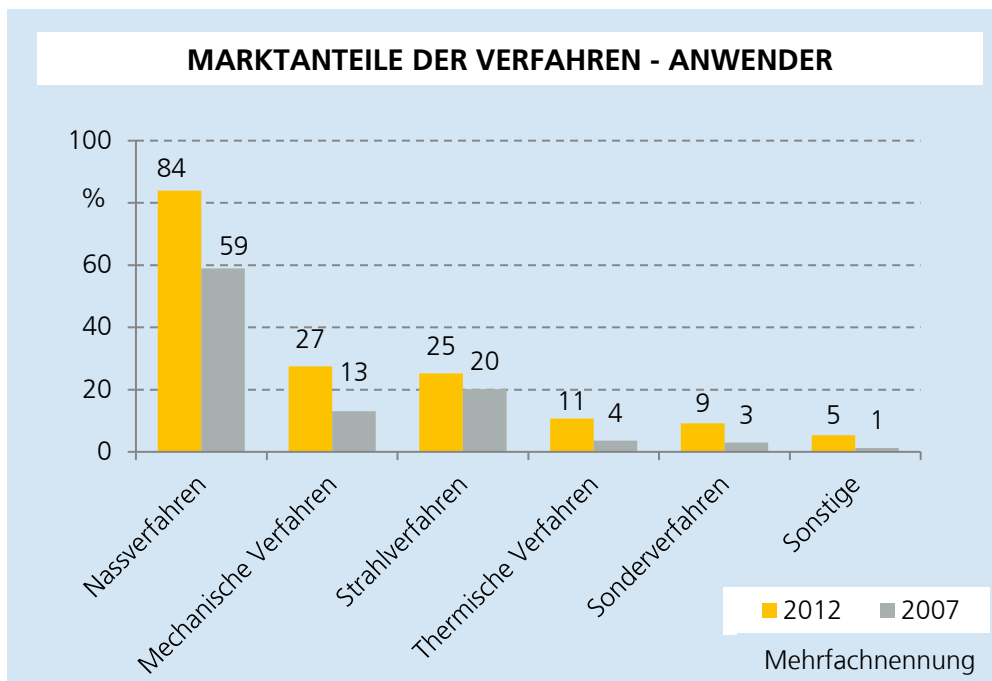


Abbildung 26:
Markanteile der eingesetzten Verfahren bei den Anwendern

Für die Abschätzung zukünftiger Trends kann auch eine Betrachtung der neugegründeten Unternehmen, die Reinigungsanlagen oder -medien anbieten, aufschlussreich sein. Unter denjenigen Herstellern, die seit weniger als 5 Jahren am Markt aktiv sind, werden Strahl- und Nassreinigungsverfahren besonders häufig vertrieben. Nur mechanische Verfahren werden nicht mehr neu ins Produktportfolio aufgenommen.

Die Grafik in Abbildung 27 zeigt die angebotenen Verfahren der Hersteller im direkten Vergleich zu 2007. Am häufigsten kommen heutzutage immer noch die Nassreinigungsverfahren mit 74 % zur Anwendung. Im Vergleich zu 2007 (83 %) ist der Anteil jedoch gesunken. Dies ist auch der Fall bei den Strahlreinigungsverfahren (von 25 % auf 23 %). Gleichzeitig ist der Anteil an thermischen Verfahren und Sonderverfahren auf 10 % bzw. 11 % gestiegen. Mechanische Verfahren werden noch zu 13 % von

den Herstellern angeboten, jedoch könnten diese Reinigungsverfahren in Zukunft von anderen Technologien überholt werden.

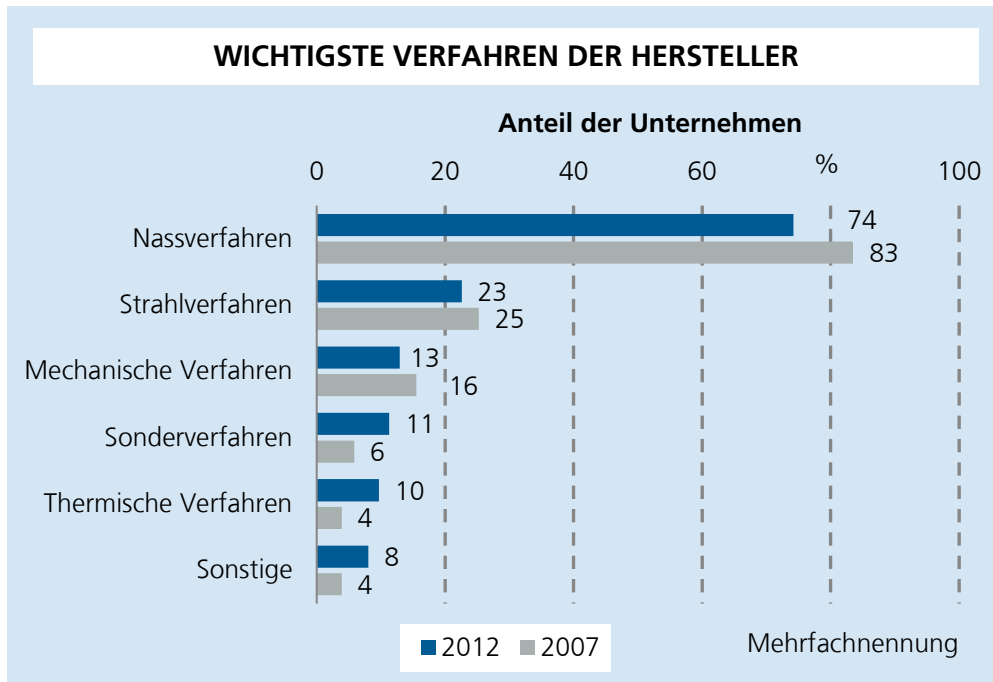


Abbildung 27: Vergleich der wichtigsten Reinigungsverfahren der Hersteller in 2012 und 2007

Bei den Anwendern zeigt sich eine vergleichbare Situation. Abbildung 28 bietet eine Übersicht, wie verbreitet die einzelnen Verfahren am Markt sind. Die Anwender setzen im Jahr 2012 immer noch überwiegend auf Nassreinigungsverfahren (90 %). Während die Strahlreinigungsverfahren im Vergleich zu 2007 von 32 % auf 29 % leicht zurückgehen, ist bei den mechanischen, thermischen und Sonderverfahren ein deutlicher Anstieg zu erkennen.

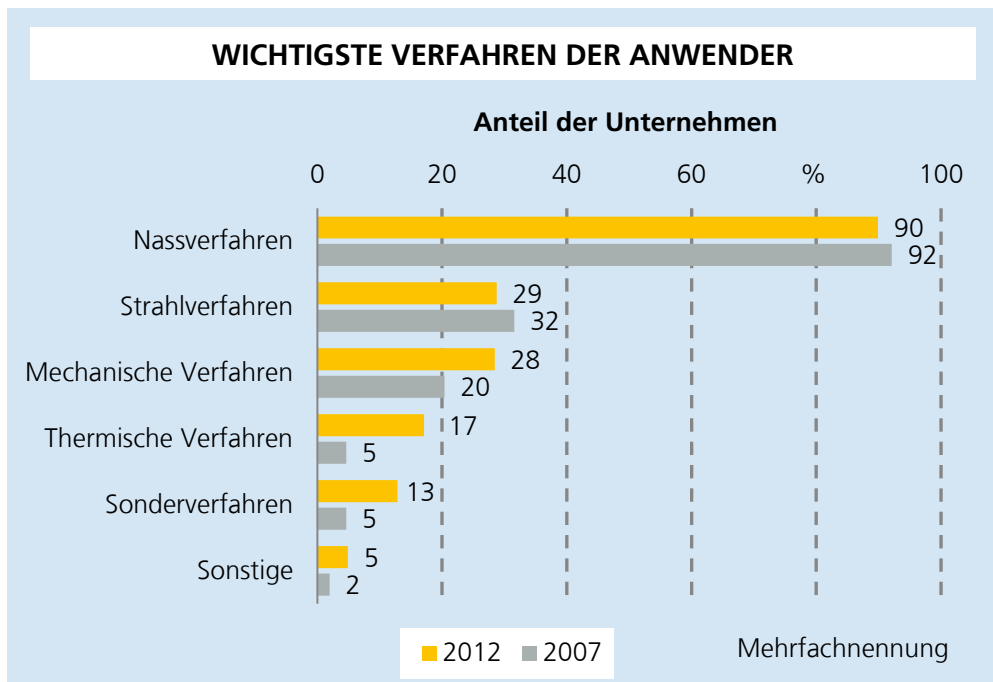


Abbildung 28: Vergleich der wichtigsten Reinigungsverfahren der Anwender in 2012 und 2007

Bevor im nächsten Kapitel genauer auf die beiden am weitesten verbreiteten Reinigungsverfahren, die Nassreinigungsverfahren und die Strahlreinigungsverfahren, ein-

gegangen wird, werden in Abbildung 29 die eingesetzten mechanischen Verfahren näher beleuchtet. Am häufigsten genannt wird dabei das Abblasen, sowohl bei den Herstellern mit 83 % als auch bei den Anwendern mit 57 %. Danach folgt bei den Herstellern das Abwischen (50 %), was von den Anwendern mit 44 % erst nach dem Bürsten / Fegen (52 %) eingesetzt wird.

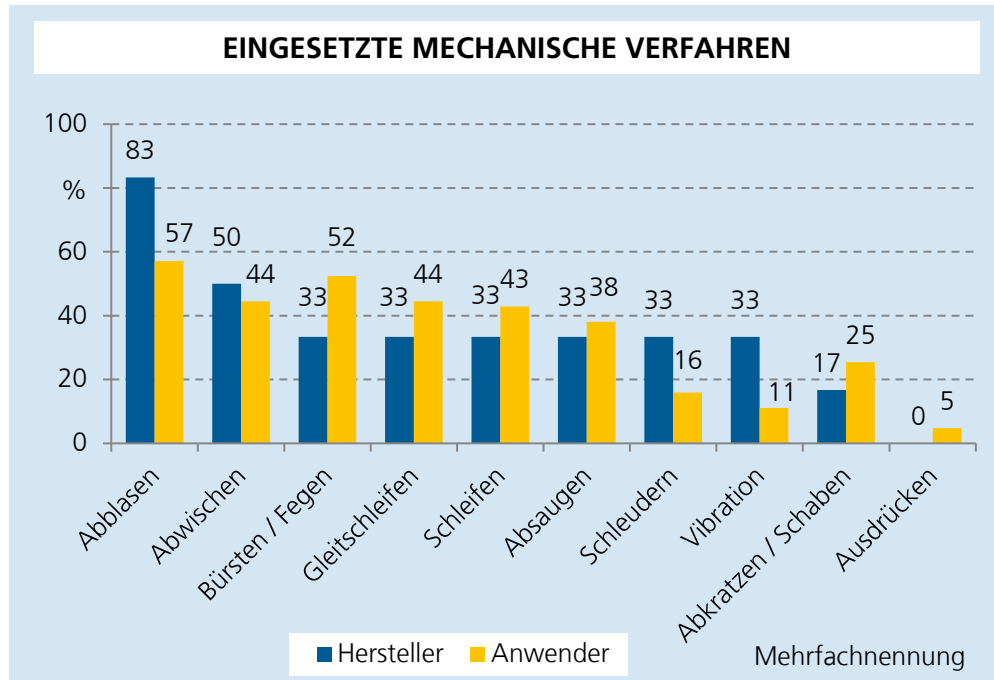


Abbildung 29: Eingesetzte mechanische Verfahren bei Herstellern und Anwendern

Um die allgemeine Entwicklung im Feld der Reinigungsverfahren genauer darstellen zu können, wurden die Teilnehmer gefragt, ob sich die heute eingesetzten Verfahren von den Techniken vor 5 bzw. 10 Jahren unterscheiden. In Abbildung 30: ist zu erkennen, dass die Befragten von 2012 bei beiden Zeitspannen einen deutlicheren Unterschied sehen als die Teilnehmer von 2007. Daraus lässt sich schließen, dass die Veränderungen in 2012 demnach größer ausfallen als zuvor.

Unterscheiden sich die Verfahren von ...	2012		2007	
	Ja	Nein	Ja	Nein
vor 5 Jahren?	37 %	63 %	23 %	77 %
vor 10 Jahren?	58 %	42 %	37 %	63 %

Abbildung 30: Einschätzungen zu den Veränderungen in den letzten 5 bzw. 10 Jahren

4.3.2 Nassreinigungsverfahren

In Anbetracht dessen, dass Bauteile größtenteils mit nasschemischen Verfahren behandelt werden, sollen diese Verfahren im Folgenden näher betrachtet werden. Hierbei ist von besonderem Interesse, inwiefern sich die Angaben der Hersteller und Anwender unterscheiden. Abbildung 31 fasst die erhobenen Daten zusammen. Hierbei wird ersichtlich, dass bei den Herstellern die Ultraschallreinigung am weitesten verbreitet ist, da dieses Verfahren von allen Teilnehmern genannt wurde, die den dazugehörigen Fragenkomplex beantwortet haben. Auch bei den Anwendern nimmt dieses Verfahren mit 66 % den ersten Platz ein. Fast genauso etabliert ist die Tauchreinigung mit 92 % bzw. 56 %. Daneben ist noch die Spritzreinigung mit 52 % bei den Anwendern und 77 % bei den Herstellern von großer Relevanz. Am wenigsten verbreitet ist sowohl bei den Herstellern als auch bei den Anwendern die Reinigung mittels Stoßwellen.

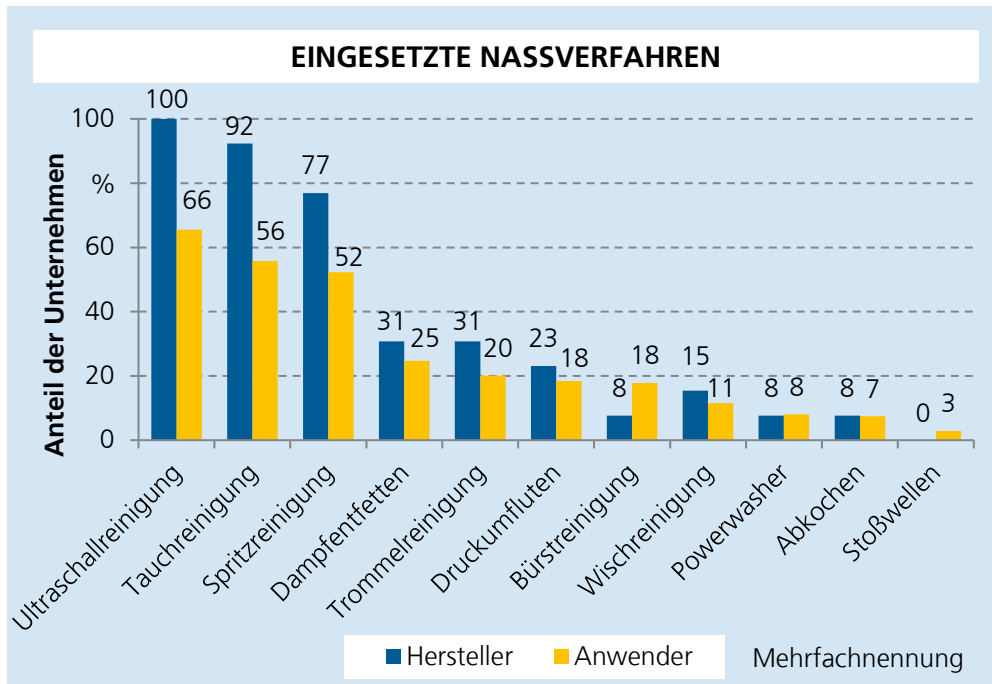


Abbildung 31:
Eingesetzte Nassreinigungs-
verfahren der Hersteller und
Anwender

Analog zur Verbreitung der eingesetzten Reinigungsverfahren in der vorigen Grafik stellt Abbildung 32 dar, dass sich unter den Herstellern hauptsächlich Anlagenbauer, aber auch Reinigungsmedienanbieter wiederfinden. Zulieferer von Komponenten gibt es bei allen angegebenen Verfahren dagegen kaum.

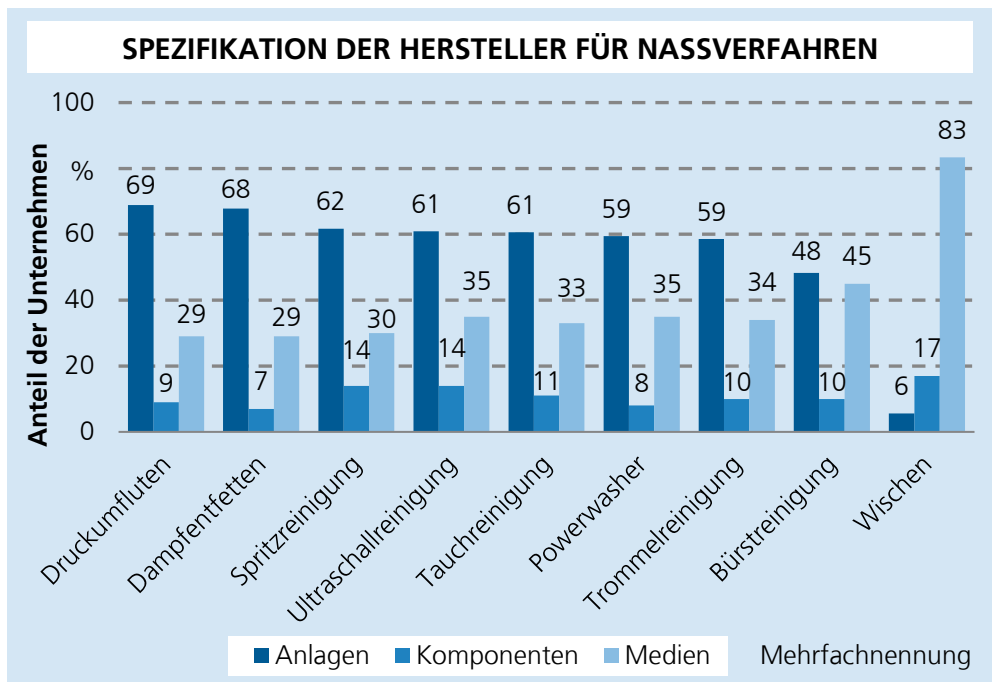


Abbildung 32:
Anlagen-, Komponenten- und
Medienhersteller bei Nass-
reinigungsverfahren

In Abbildung 33 sind die verwendeten Reinigungsmedien aufgeführt. Die Gruppe der wässrigen Reiniger (69 % bzw. 65 %) mit ihren Untergruppen der alkalischen (77 % bzw. 51 %), der neutralen (46 % bzw. 36 %) und der sauren Reiniger (46 % bzw. 22 %) kommt bei Herstellern und Anwendern am häufigsten zum Einsatz. Die Reinigung mit Lösemitteln hat im Vergleich zu 2007 an Bedeutung verloren. Der Grund dafür könnten die Auswirkungen der REACH- und VOC-Richtlinien sein.

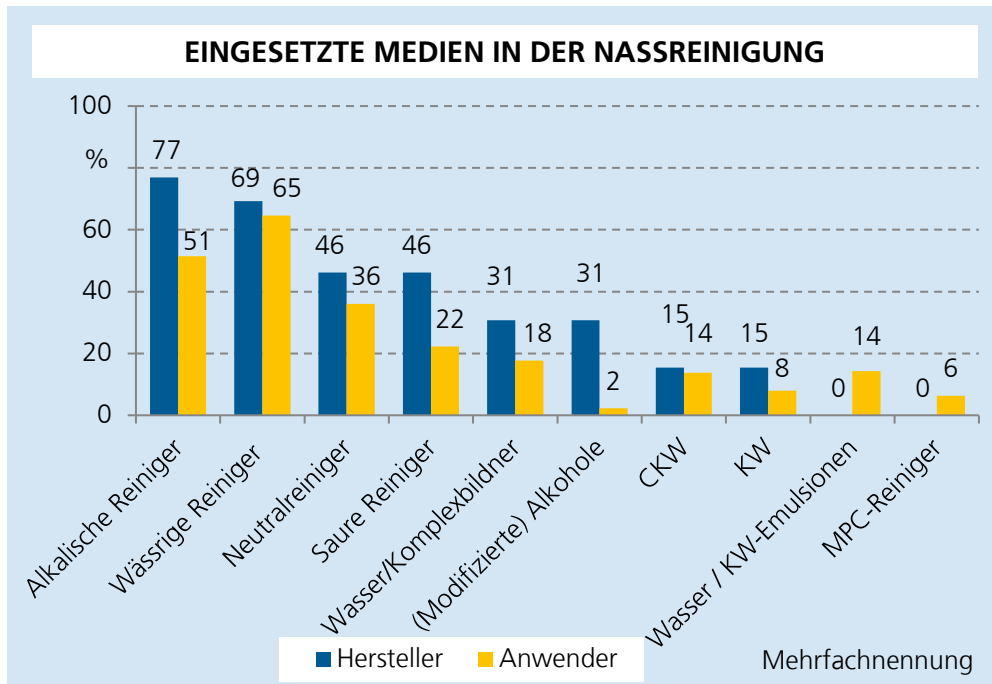


Abbildung 33:
Eingesetzte Medien in der Nassreinigung bei Anwendern und Herstellern

Abbildung 34 zeigt die verschiedenen Typen von Nassreinigungsanlagen, die Hersteller von Reinigungsanlagen und -komponenten produzieren. Dabei werden Einkammer-, Mehrkammer- und Durchlaufanlagen zu je einem Viertel (24 % bzw. 23 %) eingesetzt. Es ist jedoch bemerkenswert, dass im Gegensatz zu allen anderen Anlagentypen Ein- und Mehrkammeranlagen im Vergleich zu 2007 an Bedeutung verloren haben.

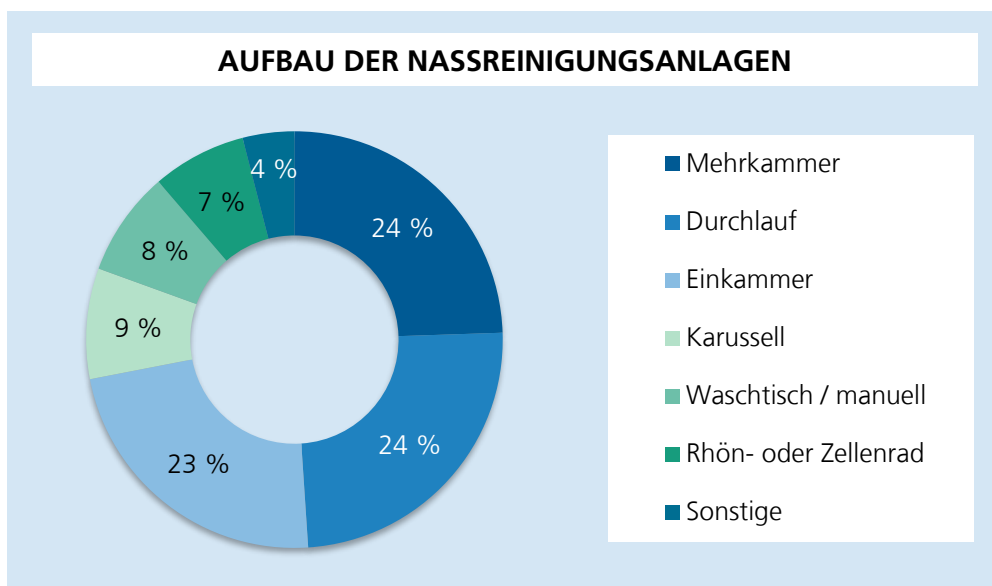


Abbildung 34:
Aufbau der von den Herstellern produzierten Nassreinigungsanlagen

Zur Badaufbereitung können unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden, wobei das am häufigsten eingesetzte Aufbereitungsprinzip mit 18 % immer noch die Filtration ist. Fast genauso verbreitet ist die Wasseraufbereitung mit 16 %, gefolgt von der Destillation und der Abwasseraufbereitung mit jeweils 10 %. Die Häufigkeit der Membrantechnik (8 %) musste im Vergleich zu 2007 (21 %) anderen, neu aufgenommenen Aufbereitungsverfahren weichen. Abbildung 35 fasst alle genannten Aufbereitungsverfahren zusammen.

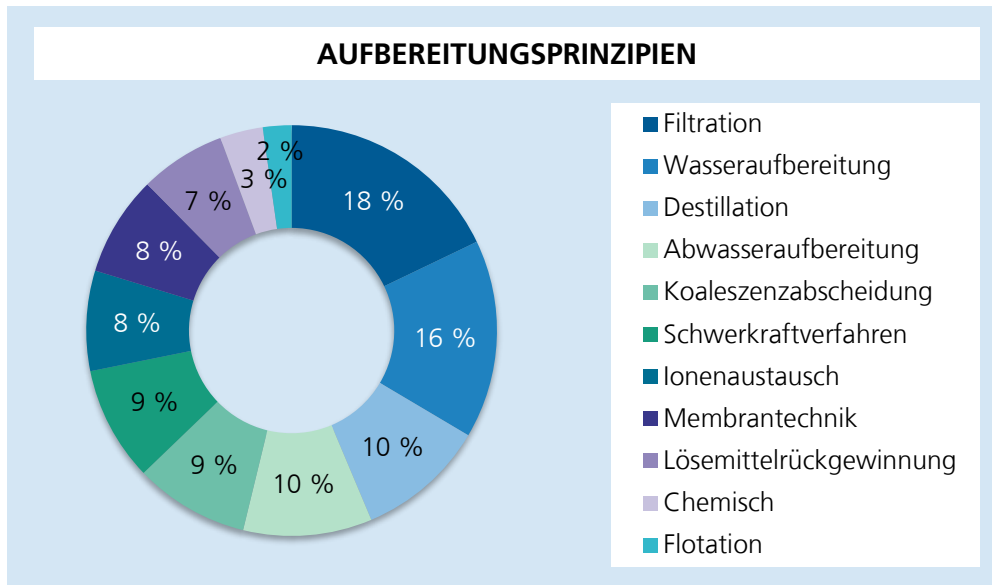


Abbildung 35:
Von den Herstellern angebotene Aufbereitungsverfahren für Nassreinigungsprozesse

Abbildung 36 gibt einen Überblick über die Trocknungsverfahren, die Hersteller von Nassreinigungsanlagen vertreiben. Dabei gehören das Abblasen (22 %), die Vakuumtrocknung (18 %) und die Heißlufttrocknung (17 %) mit deutlichem Abstand zu den wichtigsten Verfahren.

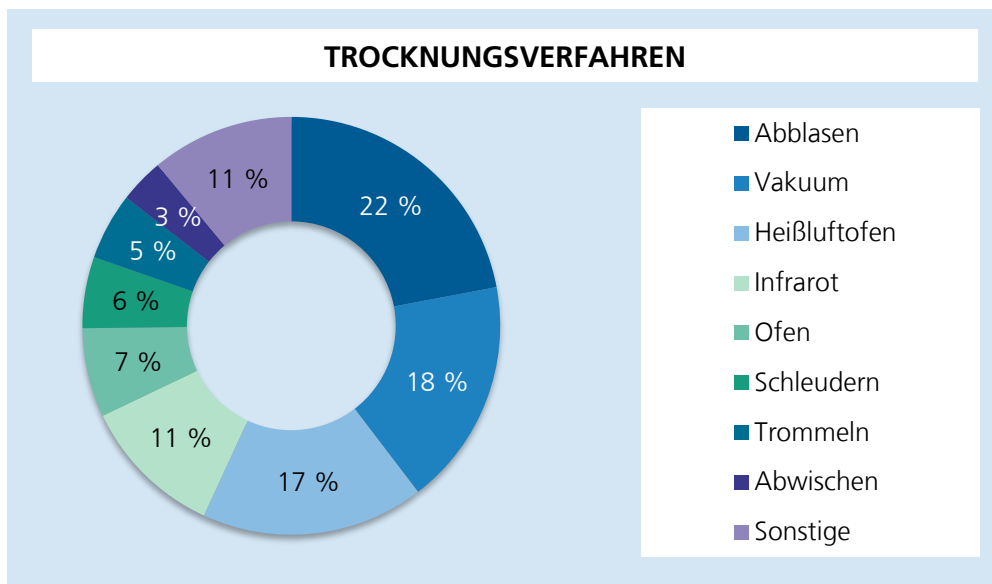


Abbildung 36:
Von den Herstellern angebotene Trocknungsverfahren nach der Nassreinigung

4.3.3 Strahlreinigungsverfahren

Nach den Nassreinigungsverfahren sind die Strahlreinigungsverfahren die am häufigsten verwendete Verfahrensgruppe. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick darüber gegeben werden, welche Verfahren und Medien eingesetzt sowie mit welchem Funktionsprinzip diese in den Strahlanlagen angewendet werden.

Vergleichbar mit den Werten bei Nassreinigungsverfahren zeigt Abbildung 37, dass die Hersteller vor allem Reinigungsanlagen produzieren sowie Reinigungskomponenten vertreiben. Die Medienhersteller sind auch hier bei fast allen Verfahren am wenigsten vertreten.

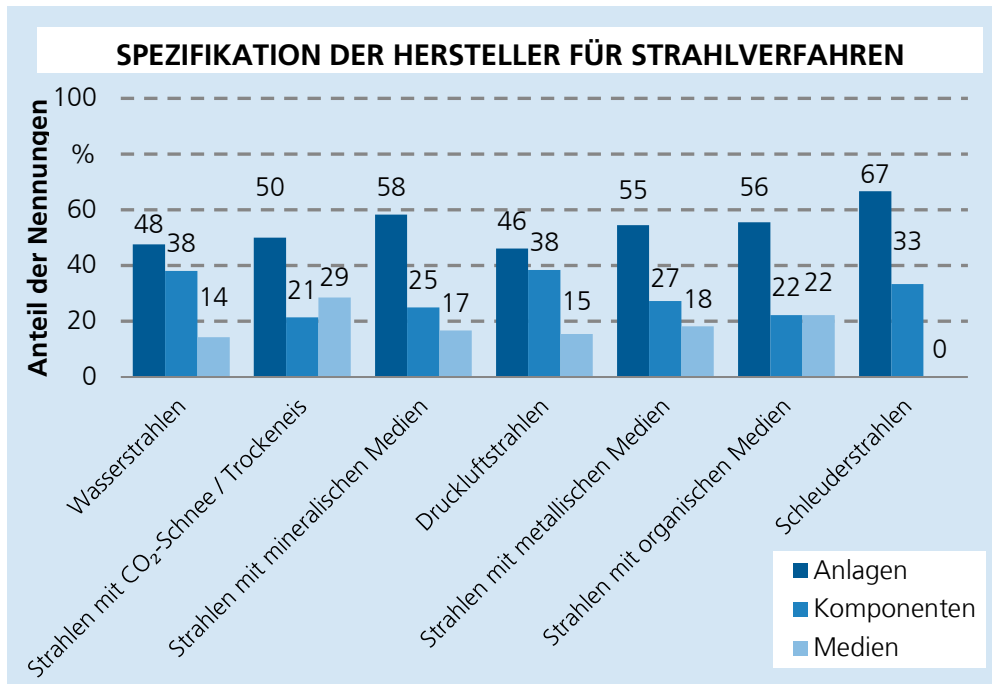


Abbildung 37:
Anlagen-, Komponenten- und Medienhersteller bei Strahlverfahren

Aus Abbildung 38 wird weiterhin deutlich, dass die Hersteller von Strahlreinigungsverfahren in erster Linie auf das Strahlen mit CO₂-Schnee / Trockeneis (45 %) setzen. Anschließend folgen das Wasserstrahlen, das Druckluftstrahlen sowie das Strahlen mit mineralischen Medien, die mit jeweils 36 % gleichermaßen verbreitet sind.

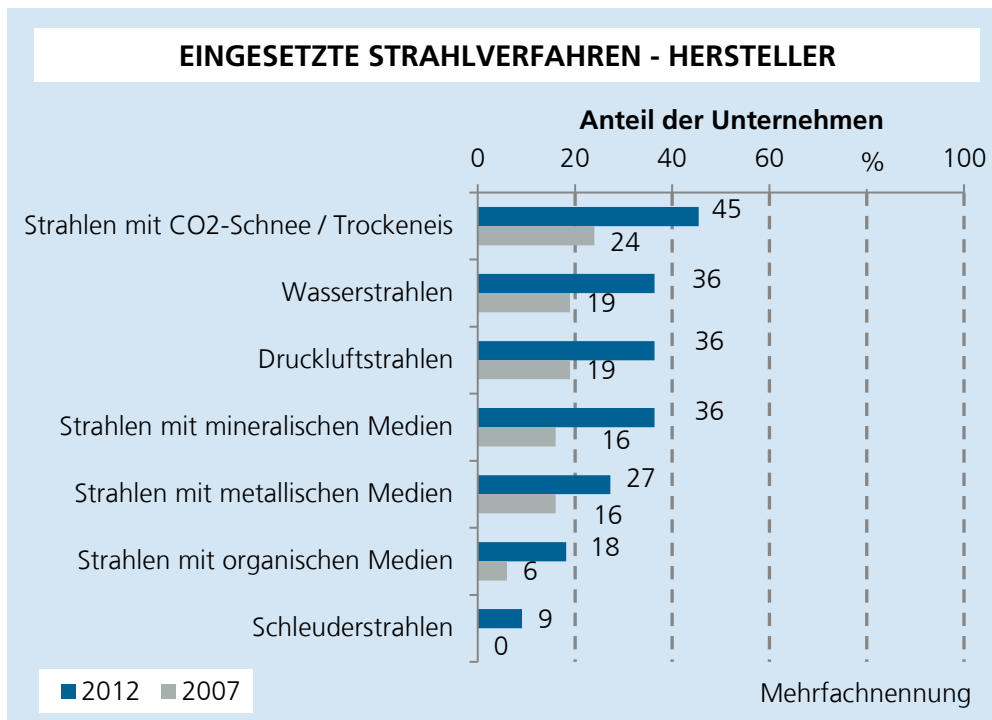


Abbildung 38:
Eingesetzte Strahlverfahren der Hersteller in 2012 und 2007

Die Anwender dagegen bevorzugen beim Strahlen hauptsächlich mineralische (38 %) und metallische Medien (32 %). Das Strahlen mit CO₂-Schnee / Trockeneis (17 %) steht erst an fünfter Stelle, wie in Abbildung 39 dargestellt ist. Lediglich bei den am wenigsten verbreiteten Unterkategorien, Strahlen mit organischen Medien sowie Schleuderstrahlen, gibt es eine Übereinstimmung zwischen beiden Gruppen.

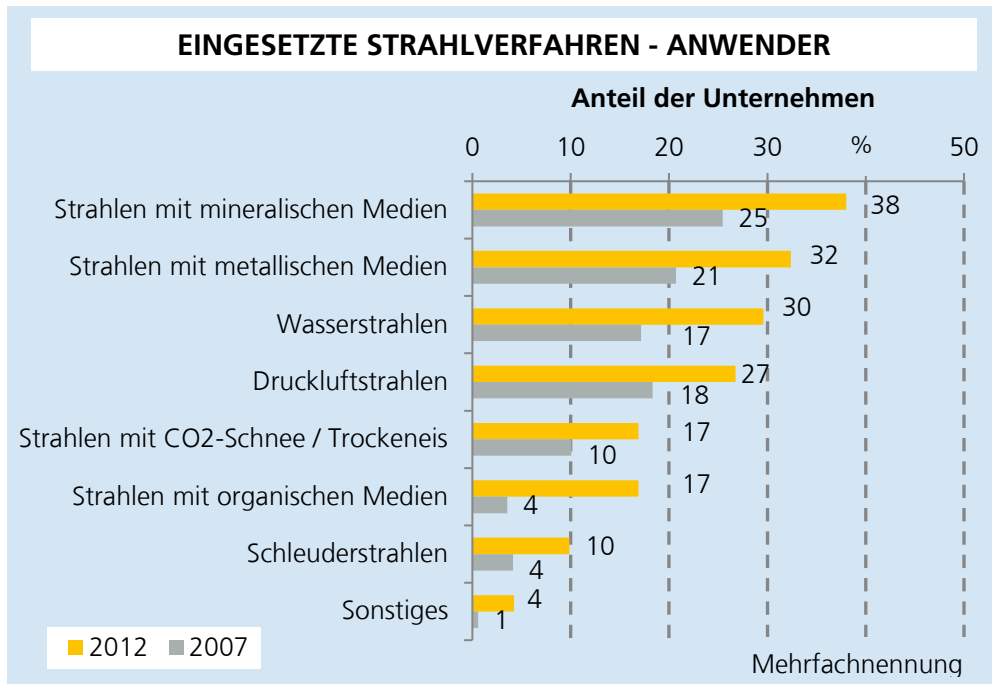


Abbildung 39:
Eingesetzte Strahlverfahren der Anwender in 2012 und 2007

Auch bei den eingesetzten Strahlmedien in Abbildung 40 werden Unterschiede zwischen den Herstellern und Anwendern deutlich. Während die Hersteller das Edelkorund mit 60 % bevorzugen, setzen die Anwender am häufigsten auf Glasperlen (40 %), die jedoch auch bei den Herstellern mit 50 % einen großen Anklang finden. Danach folgen bei den Anwendern das Strahlkorund mit 24 % sowie das Trockeneis mit 22 %.

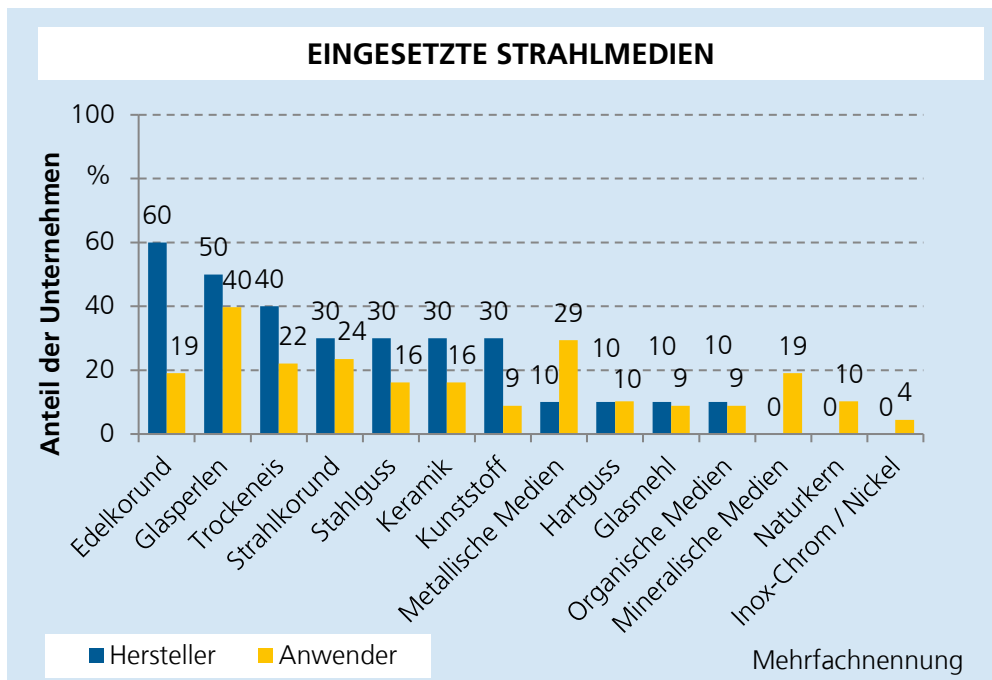


Abbildung 40:
Eingesetzte Strahlmedien von Herstellern und Anwendern

Die Beschleunigung der Strahlmittel verläuft in den eingesetzten Anlagen ungefähr zu je einem Drittel pneumatisch, hydraulisch und mechanisch, mit einer kleinen Tendenz zu den pneumatischen Anlagen. Vergleicht man die Ergebnisse in Abbildung 41 mit denen aus 2007, ist der Anteil der hydraulisch betriebenen Anlagen von 10 % auf 34 % gestiegen. Die pneumatischen Anlagen verlieren dagegen 20 %.

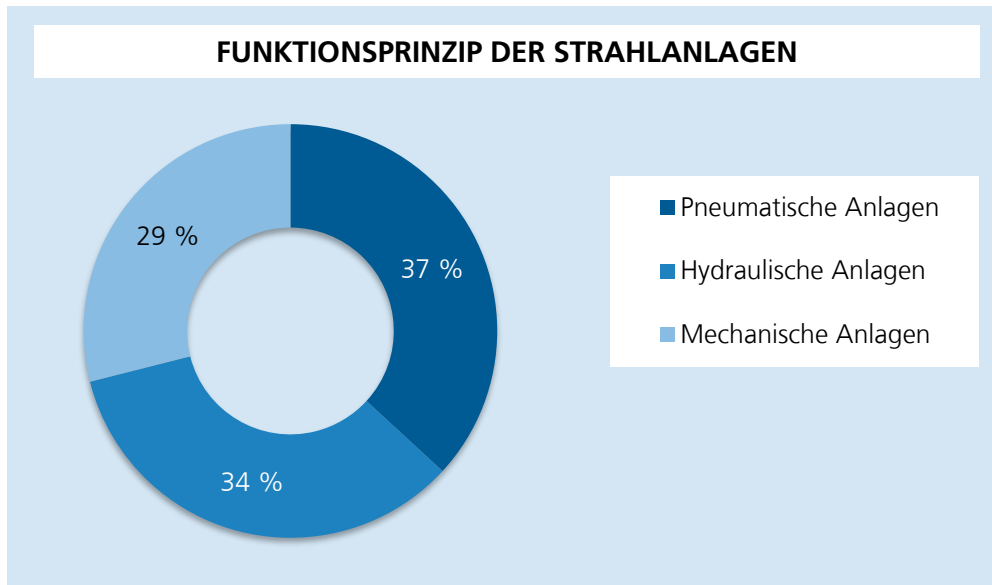


Abbildung 41:
Funktionsprinzip der Strahl-
anlagen der Hersteller

4.3.4 Zusammenfassung

Wie bereits dargelegt, werden die Nassreinigungsverfahren von Anwendern und Herstellern favorisiert, wobei jeweils mehr als die Hälfte der Unternehmen diese Verfahren einsetzt. Dabei wird hauptsächlich auf die Ultraschallreinigung und die Tauchreinigung zurückgegriffen. Weiterhin werden wässrige Reiniger am häufigsten eingesetzt, während Lösemittel im Vergleich zu 2007 an Bedeutung verloren haben. Bei den Strahlreinigungsverfahren zeigt sich bei Herstellern und Anwendern ein differenzierteres Bild. Während die Hersteller das Strahlen mit CO₂-Schnee / Trockeneis sowie das Wasserstrahlen als die führenden Strahltechnologien betrachten, setzen die Anwender hingegen vermehrt auf das Strahlen mit mineralischen und metallischen Medien.

Sowohl Nassreinigungs- als auch Strahlreinigungsverfahren werden besonders häufig von neugegründeten Unternehmen eingesetzt. Im Gegensatz dazu sinkt der Anteil der mechanischen Verfahren und wird in den kommenden Jahren möglicherweise von moderneren Technologien überholt werden.

4.4 REINIGUNGSPROZESSE INNERHALB DER FERTIGUNG

In diesem Kapitel wird der Aufbau des Fertigungsprozesses in Bezug auf die Teilereinigung dargestellt. Dafür wird zunächst beschrieben, zu welchem Zweck Reinigungsverfahren in der Fertigung eingesetzt werden. Anschließend geben die Anwender anhand eines Referenzbauteils an, ob und wie Reinigungsergebnisse überprüft werden. Die Hersteller beantworten dieselben Fragen in Bezug auf ihre Kundenaufträge. Weiterhin wird auf Zeit- und Kostenfaktoren, die Berücksichtigung der Reinigungstechnik in der Entwicklungsphase eines Produkts, die Implementierung neuer Verfahren sowie zukünftige Herausforderungen eingegangen.

4.4.1 Integration der Reinigung in den Fertigungsprozess

Welche Reinigungsverfahren und welche Anlagen in die Fertigungskette integriert werden können bzw. müssen, hängt von vielen Faktoren ab. Zunächst sollte festgestellt werden, welches Reinigungsergebnis angestrebt wird. Anschließend muss das zu reinigende Bauteil näher beschrieben werden. Zu den entscheidenden Kriterien gehören

unter anderem das Material, die Größe und die Oberflächenform. Schließlich wird die Art der Verunreinigung identifiziert. Auf diese Weise kann das passende Verfahren ausgewählt und gezielt eingesetzt werden. Im Folgenden wird erörtert, in wie weit die Unternehmen diesem Stand der Technik folgen.

Die Anzahl der Reinigungsschritte kann für das Reinigungsergebnis von Bedeutung sein, da eine Vorbehandlung oder Zwischenreinigung sowohl Kostenvorteile als auch eine Qualitätssteigerung bedeuten kann. Abbildung 42 stellt die Angaben aller Befragten zur typischen Anzahl von Reinigungsschritten in ihren Unternehmen dar. Die meisten Anwender und Kunden der Hersteller reinigen in bis zu fünf Schritten. Mehr Reinigungsschritte sind wenig verbreitet, lediglich bei optischen Bauteilen wie Prismen können bis zu 20 Reinigungsschritte notwendig sein.

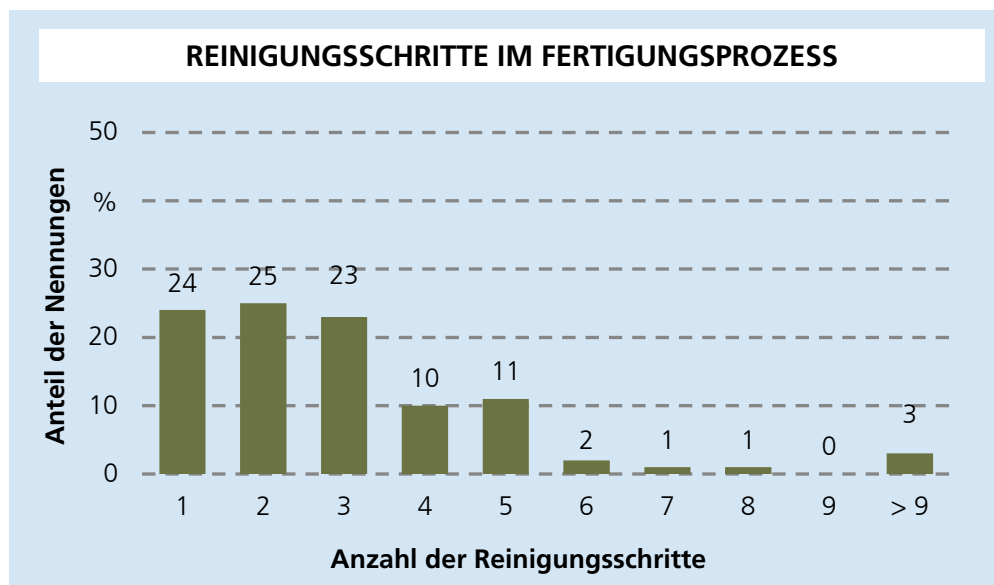


Abbildung 42:
Anzahl der Reinigungsschritte im gesamten Fertigungsprozess

Das zu erzielende Reinigungsergebnis wird üblicherweise durch Toleranzgrenzen festgelegt. Es entspricht einem Grad an technischer Sauberkeit, welcher beispielsweise in maximaler Partikelanzahl pro Fläche angegeben wird. Wie diese Toleranzgrenzen genau bestimmt werden, hängt von den Anforderungen ab, die das Bauteil bezüglich der nachfolgenden Prozesse zu erfüllen hat. Aus diesem Grund wurden die Unternehmen nach dem Reinigungszweck ihrer Anlagen gefragt, dargestellt in Abbildung 43. Es werden vielfältige Reinigungsziele genannt, nicht nur die End- oder Zwischenreinigung mit je 55 %, sondern auch die Reinigung zur Vorbereitung nachfolgender Prozesse wie beispielsweise Montage (59 %), Beschichtung / Lackierung (54 %) sowie vor Mess- und Prüfverfahren (34 %).

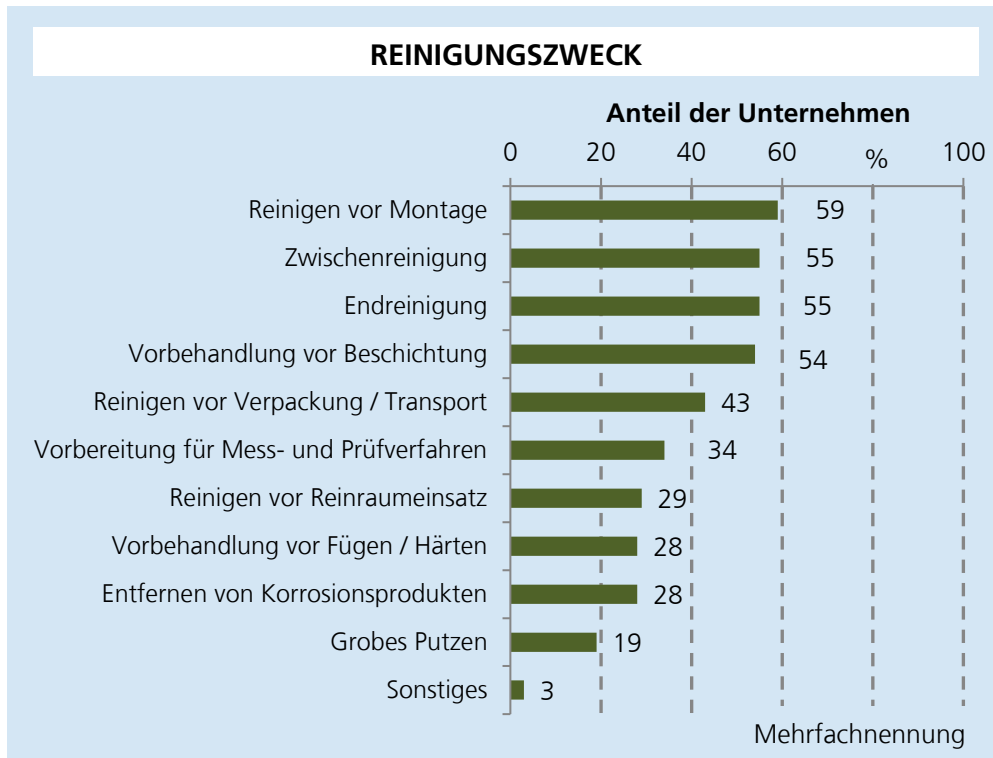


Abbildung 43:
Zweck der einzelnen Reinigungs-schritte

77 % der Hersteller und 72 % der Anwender sind der Meinung, dass die Lebensdauer eines Produkts durch eine optimale Bauteilreinigung erhöht werden kann.

Wie aus Abbildung 44 ersichtlich wird, werden überwiegend Metalle (62 %) verarbeitet und gereinigt. Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass ein Großteil der Teilnehmer im Fahrzeug- und Maschinenbau sowie in der Metallindustrie tätig ist. Wie in der Studie von 2007 prognostiziert wurde, ist der Anteil an zu reinigenden Kunststoffen gestiegen (von 8 % auf 15 %). Vor allem in Branchen wie der Gummi- und Kunststoffverarbeitung, der Medizin-, Elektro- sowie der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik werden diverse Materialien zunehmend durch Kunststoffe ersetzt. Um welche Kunststoffe es sich dabei genau handelt, wird später detaillierter dargestellt.

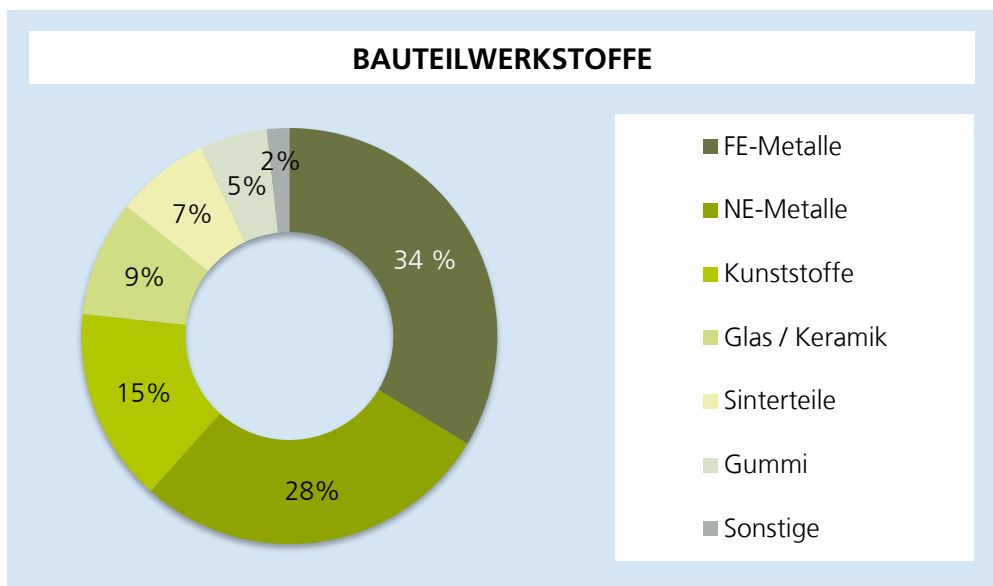


Abbildung 44:
Zu reinigende Bauteilwerkstoffe

In Abbildung 45 ist die Verteilung der Werkstoffe auf die wichtigsten Anwenderbranchen aufgelistet. Dabei wird der Anteil der Unternehmen einer Branche dargestellt, die die entsprechenden Werkstoffe reinigen. In den Bereichen Fahrzeug- und Maschinenbau sowie in der Metallindustrie dominieren Metalle und insbesondere eisenhaltige Metalle mit bis zu 89 %. Dagegen ist die Verteilung in den Branchen Medizin-, Elektro- und Feinwerktechnik diversifizierter, was die Anforderungen an die Teilereinigung vielfältiger gestaltet. Kunststoffe werden am häufigsten in der Medizin- und Elektrotechnik eingesetzt, während in der Feinwerktechnik überwiegend Glas / Keramik verwendet wird.

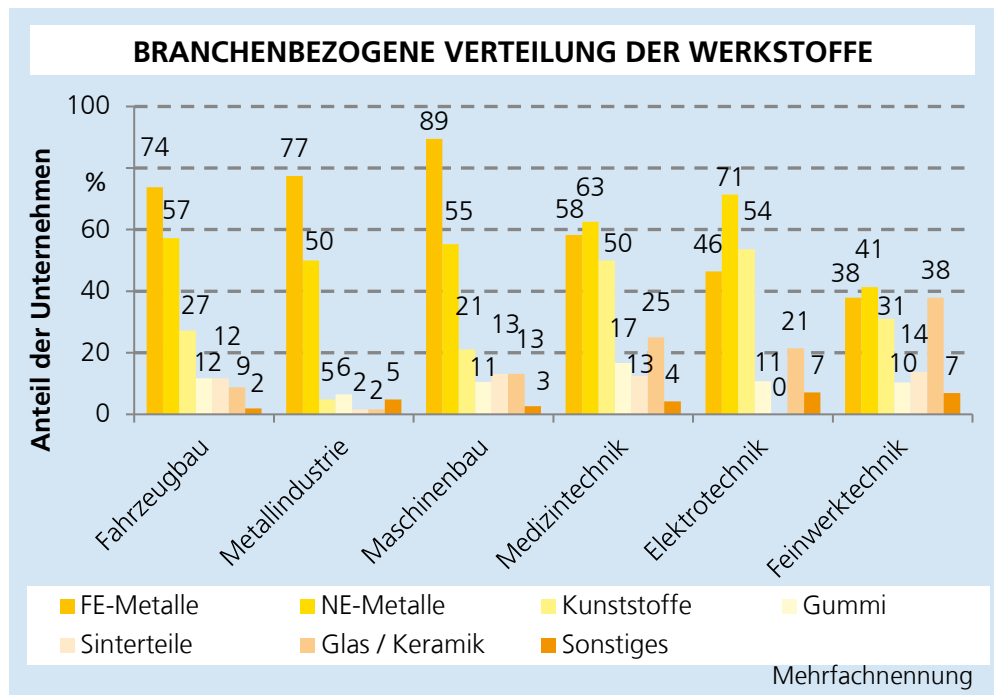


Abbildung 45: Branchenbezogene Verteilung der Werkstoffe

Für eine detaillierte Betrachtung werden im Folgenden die zu reinigenden Werkstoffe weiter untergliedert. In Abbildung 46 sind die zu reinigenden FE-Metalle zusammengefasst. Am häufigsten werden rostfreier (32 %) und gehärteter (28 %) Stahl gereinigt. Unter Sonstige fallen beispielsweise Reineisen, legierte Stähle sowie Werkzeug-, Tiefzieh-, Schnellarbeitsstähle.

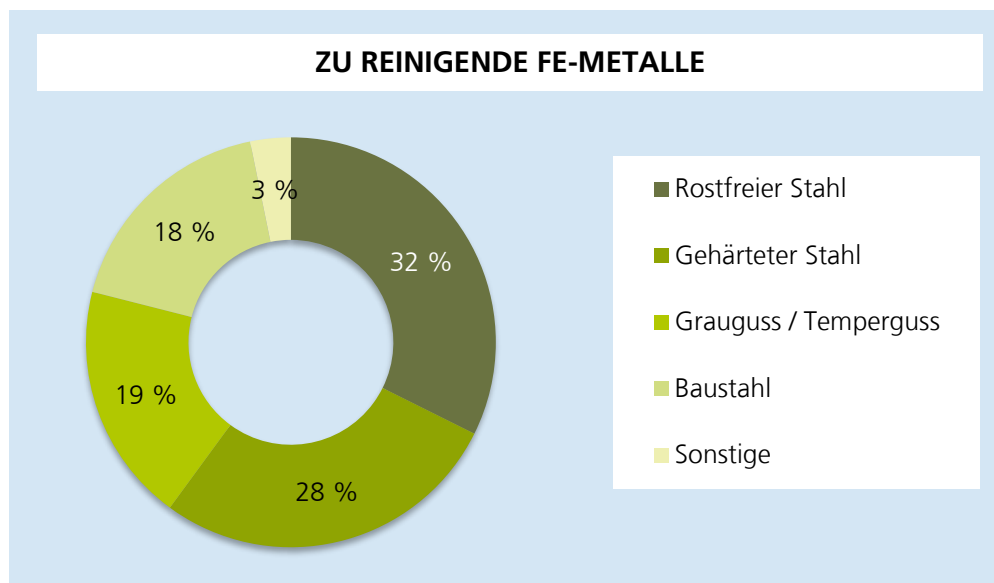


Abbildung 46: Zu reinigende FE-Metalle

Abbildung 47 zeigt, dass unter den NE-Metallen hauptsächlich Aluminium (26 %), Messing (16 %) und Kupfer (12 %) verarbeitet und gereinigt wird. Weniger verbreitet sind Bronze und Titan mit jeweils 8 %. Kaum berücksichtigt werden Magnesiumlegierungen, Nickel und Zink.

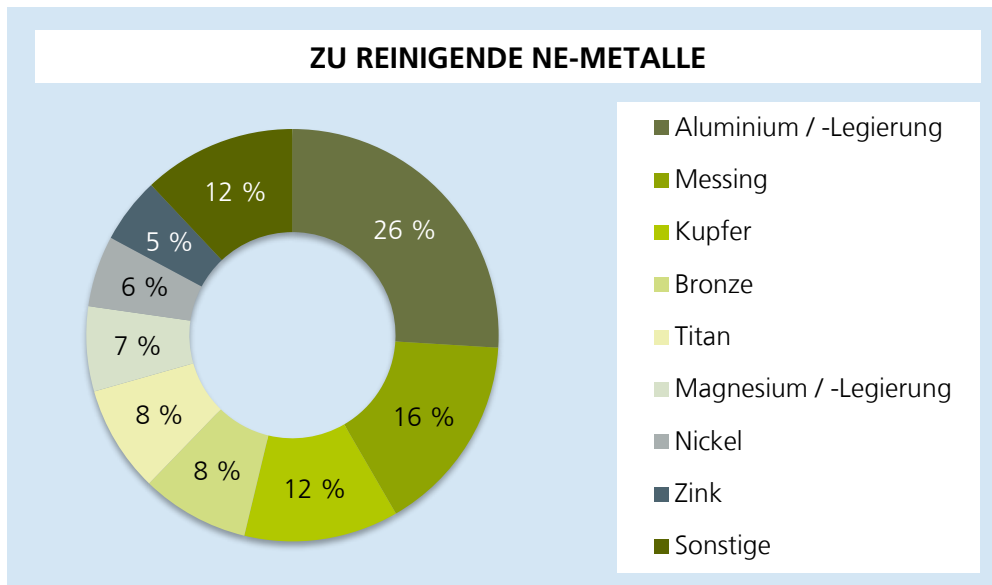


Abbildung 47:
Zu reinigende NE-Metalle

Der Kunststoffmarkt ist, wie bereits festgestellt wurde, in seiner Bedeutung für die industrielle Teilereinigung gestiegen, da Kunststoff zunehmend als der Werkstoff der Zukunft betrachtet wird. Abbildung 48 gibt einen Überblick, welche Kunststoffe am meisten eingesetzt und gereinigt werden. Dabei sind Polyethylen (18 %), Polypropylen (18 %) und Polyamid (11 %) am weitesten verbreitet.

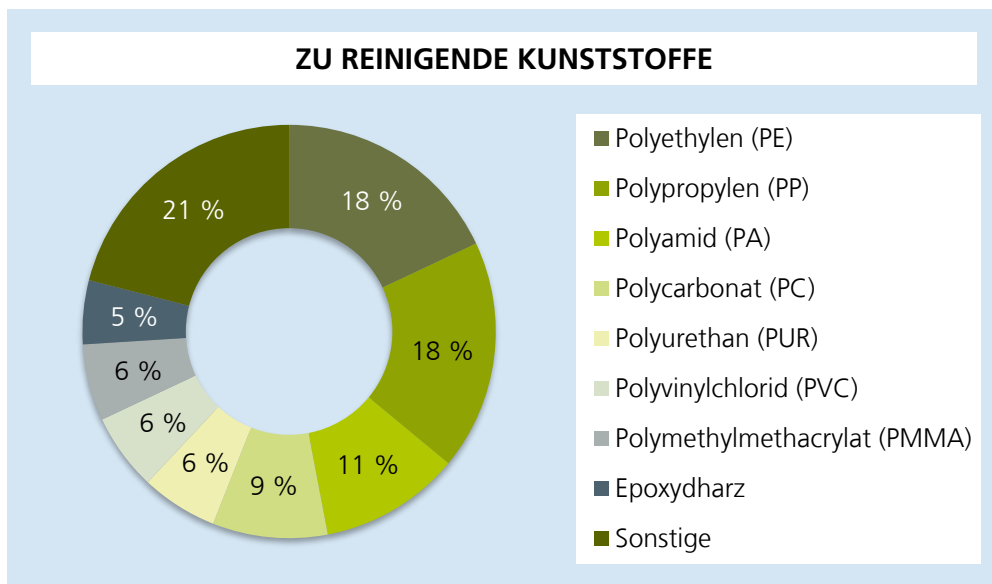


Abbildung 48:
Zu reinigende Kunststoffe

Die Wahl des Reinigungsverfahrens kann auch durch die Werkstoffkombination von Baugruppen beeinflusst werden. Hierfür wurde ermittelt, in welchem Verhältnis Einzelteile und Baugruppen gereinigt werden.

Im Durchschnitt sind 25 % der zu reinigenden Bauteile in Baugruppen angeordnet. Dementsprechend werden zu 75 % Einzelteile gereinigt.

In Abbildung 49 wird ersichtlich, wie die zu reinigenden Bauteile beschaffen sind. Die Oberfläche des Bauteils beeinflusst neben dem Material und dem Reinigungsziel ebenfalls die einzusetzende Reinigungstechnologie sowie das Reinigungsergebnis. Die Eigenschaften der zu reinigenden Bauteile erweisen sich als sehr vielfältig. Es wird jedoch deutlich, dass die Bauteile zumeist eine glatte Oberfläche (18 %) oder offene Spalten und Bohrlöcher haben (14 %) sowie empfindlich gegenüber mechanischen Beeinflussungen wie Kratzer (11 %) sind.

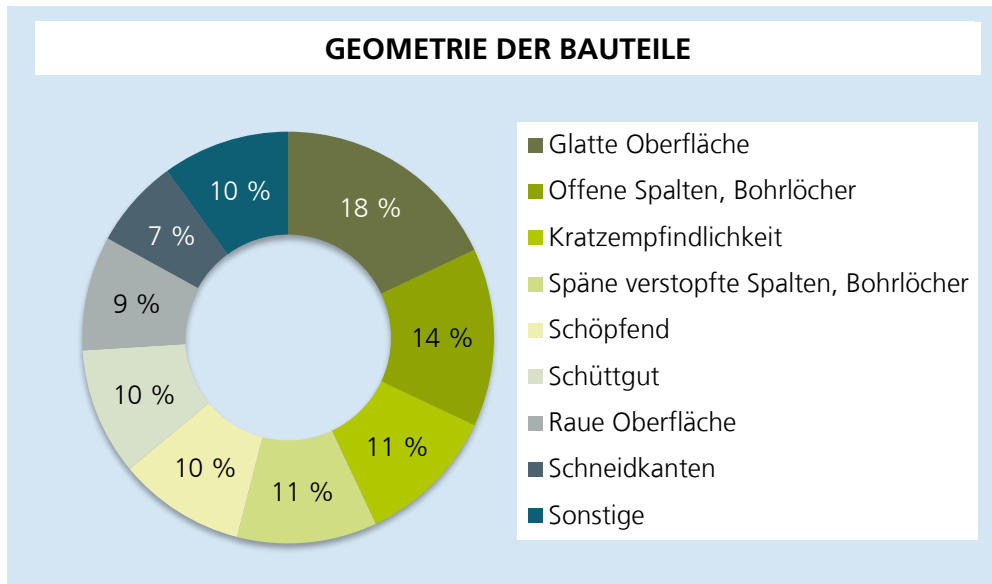


Abbildung 49:
Geometrie der zu reinigenden Bauteile

Auch die Größe eines Bauteils beeinflusst die Auswahl einer Reinigungstechnologie. Abbildung 50 zeigt, dass die Palette der zu reinigenden Bauteile und somit der Anwendungsbereich der Teilereinigung sehr groß ist. Die Bauteilgrößen variieren von der kleinsten Schraube bis hin zu großen Komplettbauteilen wie beispielsweise Karosserieelementen.

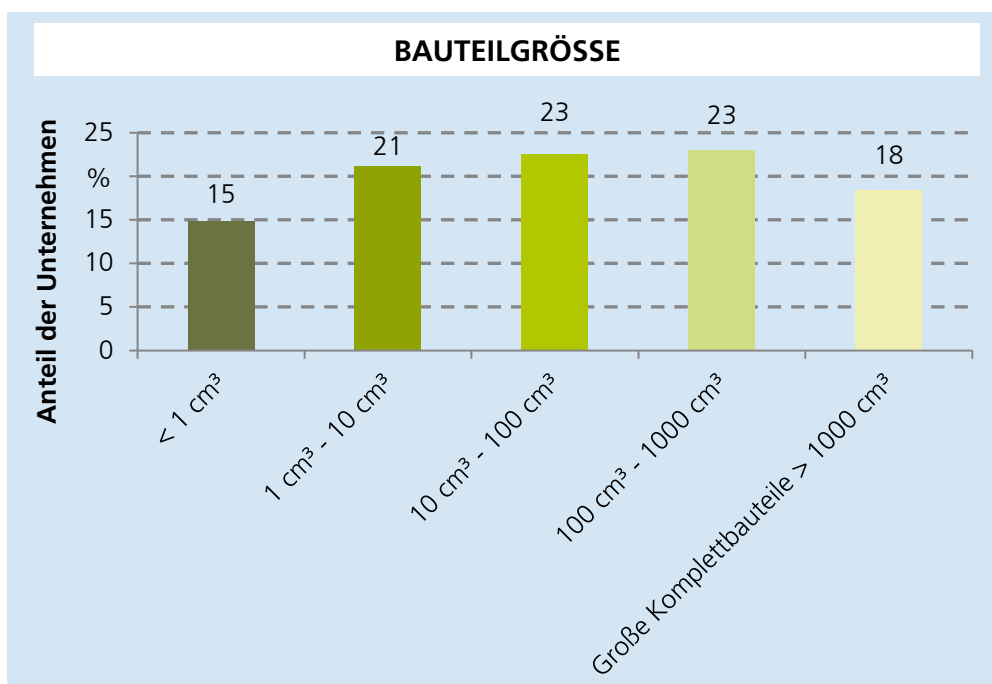


Abbildung 50:
Größe der zu reinigenden Bauteile

Um ein klares Bild über die Kontaminationen in den Unternehmen zu bekommen, werden in Abbildung 51 die verschiedenen Arten von Verunreinigungen aufgeführt. Partikuläre Verunreinigungen sind mit 37 % am häufigsten zu entfernen, gefolgt von filmischen / pastösen Verunreinigungen mit einem Anteil von 33 %. Die Verunreinigung durch Mikroorganismen ist dagegen nur zu 6 % das adressierte Reinigungsproblem, was sich auf die Verteilung der Teilnehmer auf ihre spezifischen Branchen zurückführen lässt.

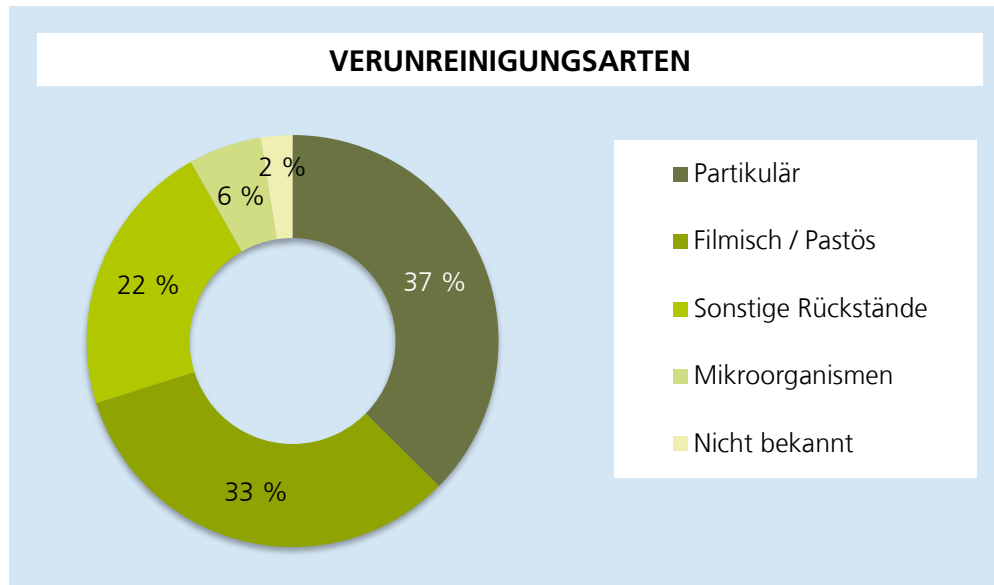


Abbildung 51:
Zu entfernende Verunreinigungsarten

Auf die vorherrschenden partikulären Verunreinigungen wird in Abbildung 52 im Detail eingegangen. Am häufigsten werden die Bauteile durch die Bearbeitungsprozesse in der Fertigung verunreinigt. Metallspäne (33 %) sowie Schleifstaub- und Strahlmittelrückstände (30 %) gehören daher zu den meistgenannten Verunreinigungen. Erst danach wird Staub aus der Umwelt in 27 % der Fälle angegeben. Unter Sonstige wurden beispielsweise Zellstoff, Grate, Aufdampfdruckstände und Fasern aufgelistet.

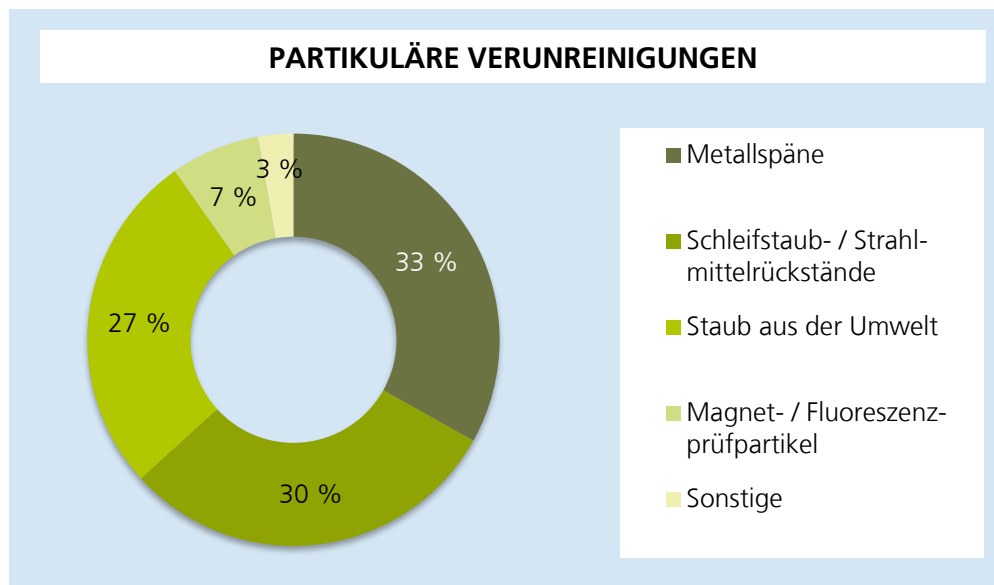


Abbildung 52:
Zu entfernende partikuläre Verunreinigungen

Zu den filmischen Verunreinigungen gehören in erster Linie wassermischbare Kühlschmierstoffe (15 %), Korrosionsschutzöle (12 %) sowie verseifbare und nicht verseifbare Öle und Fette (12 % bzw. 10 %). Abbildung 53 fasst die verschiedenen Arten

filmischer oder pastöser Verunreinigungen in einer Grafik zusammen, wobei Fäkalien, Insekten und Lötflussmittel unter Sonstige aufgeführt werden.

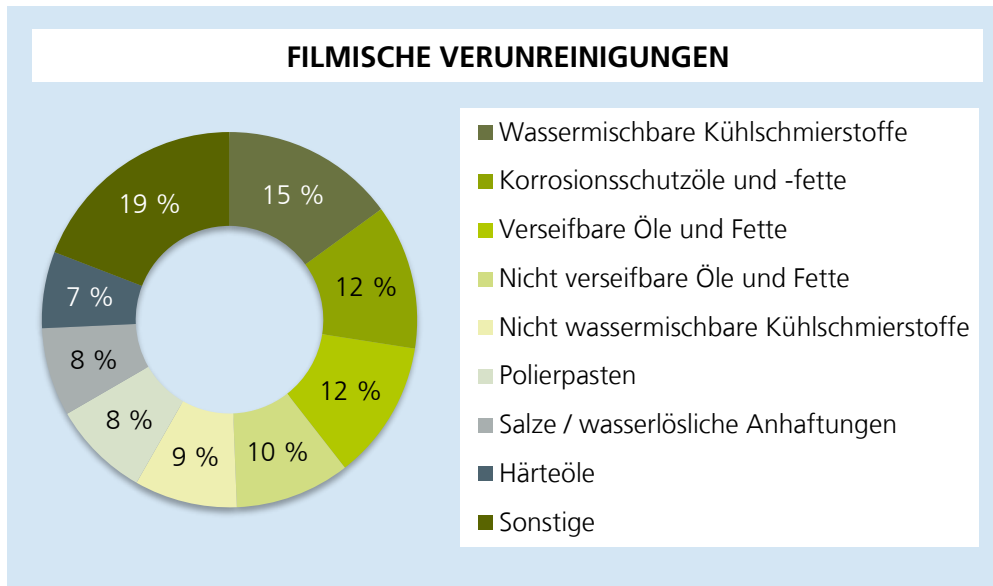


Abbildung 53:
Zu entfernende filmische Verunreinigungen

Abbildung 54 geht genauer auf die sonstigen Verunreinigungen ein, die einen Gesamtanteil von 22 % der zu entfernenden Verunreinigungen beanspruchen. Davon sind 27 % Handschweiß und Fingerabdrücke, die beim Handling im Fertigungsprozess auf das Bauteil übertragen werden. Außerdem müssen Oxide, Zunder und Korrosionsprodukte (26 %) von der Oberfläche entfernt werden. Weiterhin stellt sich das Entgraten (18 %) ebenfalls als ein wichtiger Prozess heraus, der per Definition keine Reinigungsanwendung ist, jedoch als eine solche wahrgenommen wird. Kleberückstände, Transportabrieb, Dichtmittel, Asche und Talkum sind unter Sonstige zusammengefasst.

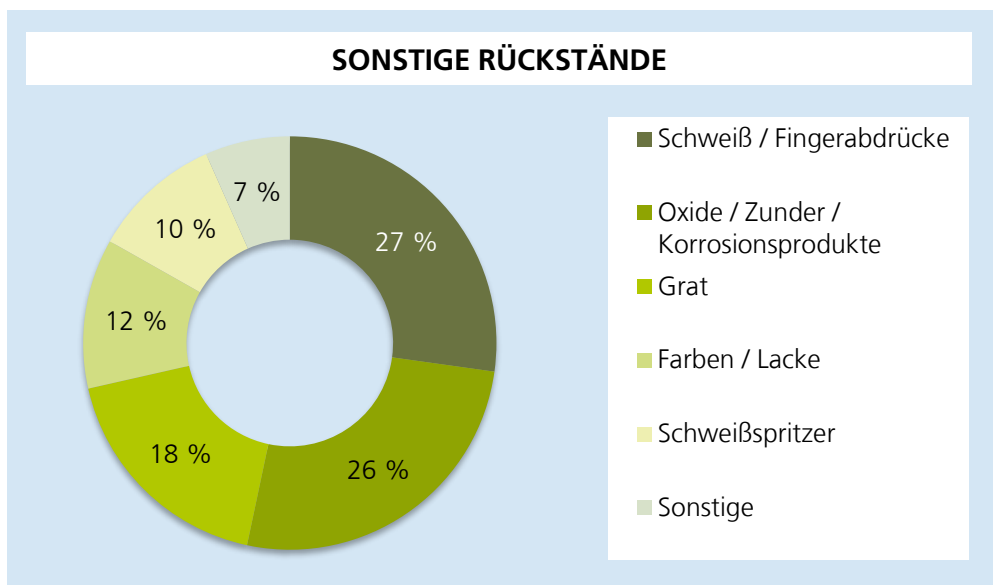


Abbildung 54:
Sonstige zu entfernende Rückstände

Der Automatisierungsgrad ist ein weiterer Indikator für den Stand der Technik in Bezug auf die Teilereinigung. Folgende Eckdaten sind diesbezüglich von Relevanz für den Markt.

68 % aller befragten Unternehmen reinigen die Bauteile zu mindestens 70 % automatisiert. Nur 7 % der Unternehmen reinigen ohne Automatisierung.

Fast 68 % der Hersteller und 49 % der Anwender vertreten die Meinung, dass die Bauteilreinigung problemlos in einem hochautomatisierten Prozess eingebunden werden kann.

4.4.2 Funktionsflächenreinigung

Bereits vor 5 Jahren war die Funktionsflächenreinigung ein viel diskutiertes Thema. Laut der aktuellen Umfrage hat sich diesbezüglich die Einstellung der Unternehmen in den letzten Jahren nicht entscheidend geändert.

Über 40 % der Anwender und 50 % der Hersteller sind der Meinung, dass mit der Funktionsflächenreinigung im Vergleich zur integralen Reinigung erhebliche Kosten eingespart werden können.

Knapp 30 % der Teilnehmer, in deren Unternehmen die Funktionsflächenreinigung noch nicht eingesetzt wird, konnten 2007 die Nützlichkeit dieses Verfahrens nicht bewerten, weil sie zu wenige Informationen darüber besaßen. Deren Anteil ist 2012 auf 18 % gesunken. Obwohl sich die Informationslage folglich gebessert hat, werden immer noch in 48 % der Unternehmen die Bauteile vollständig integral gereinigt. Von diesen Unternehmen geben über zwei Drittel an, dass die Funktionsflächenreinigung in ihrer Fertigung nicht anwendbar ist. Lediglich in einem geringen Anteil der Unternehmen wird die Funktionsflächenreinigung in der näheren Zukunft definitiv eingesetzt. Die Einstellungen der befragten Unternehmen gegenüber der Funktionsflächenreinigung ist in Abbildung 55, bezogen auf die unterschiedlichen Branchen, dargestellt.

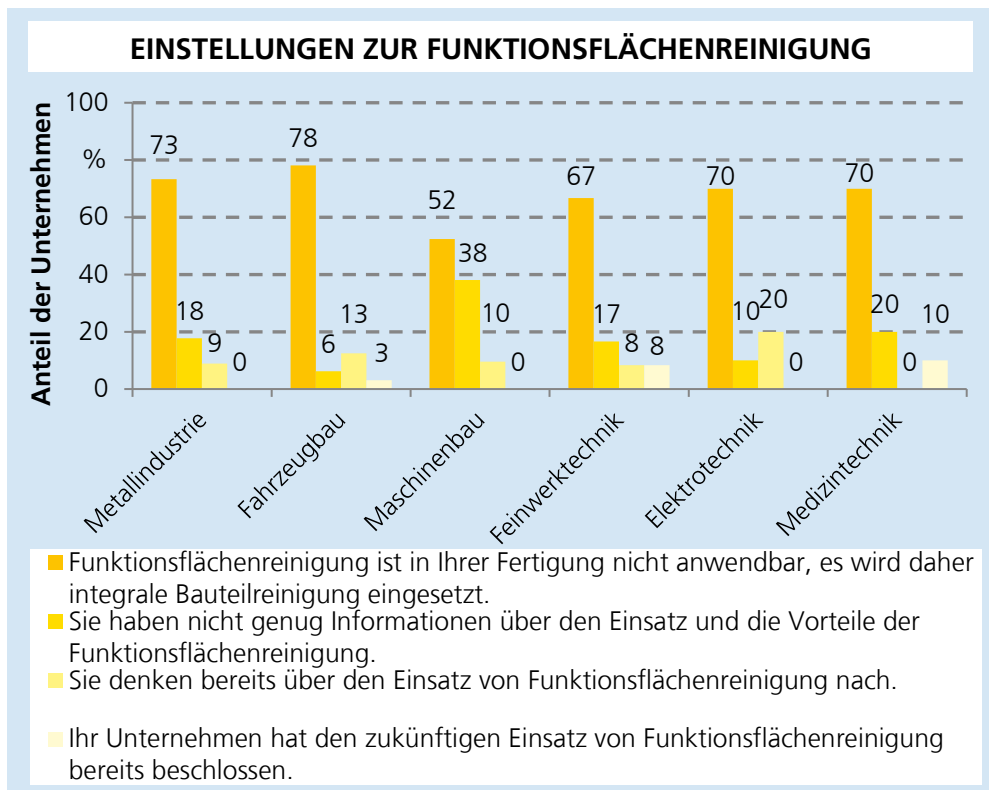


Abbildung 55: Einstellungen gegenüber der Funktionsflächenreinigung nach Branchen

Fast die Hälfte (46 %) der befragten Anwender nutzen keine Funktionsflächenreinigung für die Bauteilreinigung. Lediglich 9 % der Anwender setzen die Funktionsflächenreinigung zu mindestens 60 % ein.

4.4.3 Relevante Faktoren für das Reinigungsergebnis

Zunächst wurde die Zufriedenheit der Befragten mit dem Reinigungsergebnis in ihren Unternehmen ermittelt und im Vergleich zum Jahr 2007 in Abbildung 56 veranschaulicht. Dabei fällt auf, dass insgesamt mehr Anwender mit den Reinigungsergebnissen in ihren Unternehmen zufrieden sind. Am häufigsten wurde die Schulnote 2 (»gut«) mit 62 % vergeben. Im Gegensatz dazu wurden jedoch weniger Bestnoten als 2007 vergeben. Womöglich ist dies eine Auswirkung der stetig steigenden Restschmutzanforderungen, die nur mit besonderer Anstrengung erfüllt werden können.

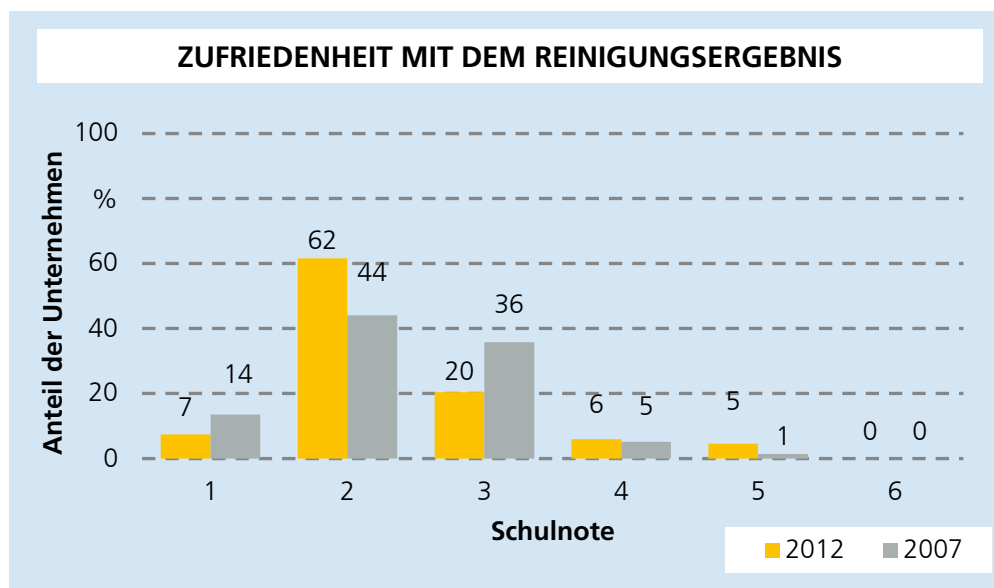


Abbildung 56: Zufriedenheit mit dem Reinigungsergebnis in 2012 und 2007

Die Anwender wurden weiterhin nach den Maßnahmen und Faktoren befragt, die das Reinigungsergebnis in der Vergangenheit positiv beeinflusst haben. Wie in Abbildung 57 zu erkennen ist, hat der Kauf von neuen Anlagen die größten Verbesserungen mit sich gebracht. Aber auch der Einsatz neuer Reinigungsmedien sowie die Schulung und Weiterbildung des Personals haben das Reinigungsergebnis verbessert. Dagegen haben der Einsatz einer Beratungsfirma sowie das Outsourcing der Reinigung überwiegend keine positiven Veränderungen bewirkt.

EINFLUSSREICHE FAKTOREN FÜR DAS REINIGUNGSERGEBNIS

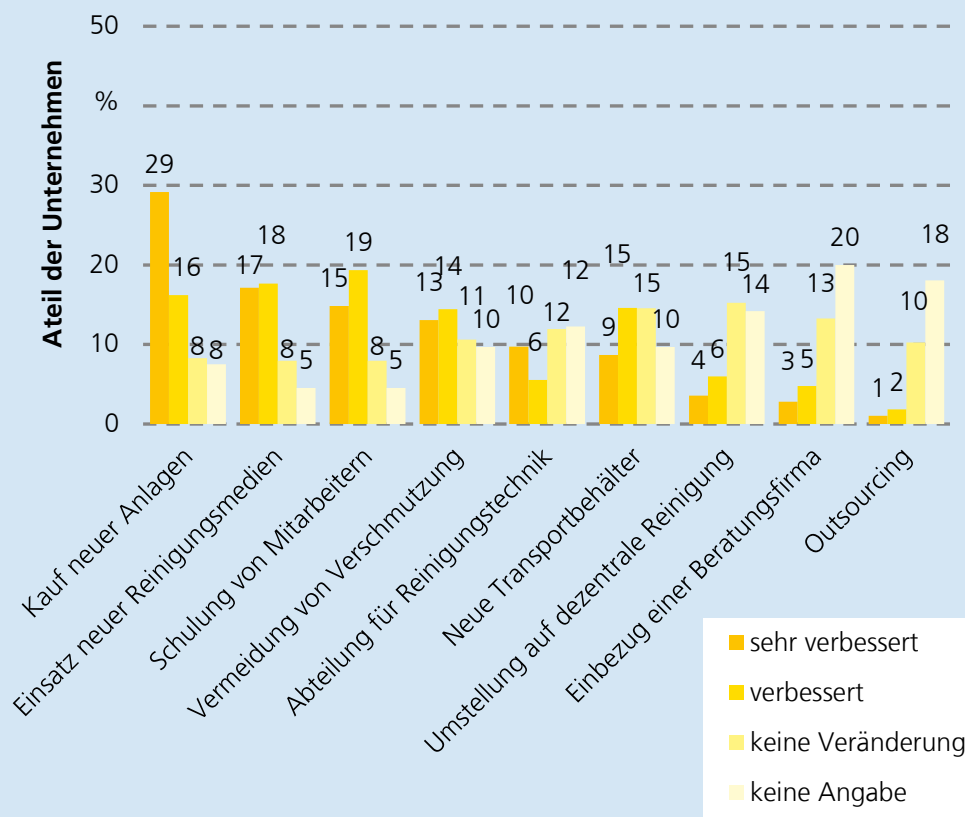


Abbildung 57:
Einflussreiche Faktoren für das Reinigungsergebnis in den letzten 10 Jahren

4.4.4 Zeit und Kosten

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie viel Zeit und Geld die Unternehmen in die Bauteilreinigung investieren. Zunächst muss jedoch erörtert werden, ob eine Aussage über die Höhe der Reinigungskosten je Bauteil für die Teilnehmer der Umfrage überhaupt möglich ist.

Abbildung 58 spiegelt die Einschätzungen der befragten Unternehmen diesbezüglich wider. Dabei wird ersichtlich, dass sowohl die Anwender als auch die Hersteller zu ungefähr gleichen Anteilen die Meinung vertreten, dass die Höhe der Reinigungskosten je Bauteil in ihrem Unternehmen beziffert werden kann (33 % der Hersteller, 40 % der Anwender) bzw. dass dies nicht möglich ist (36 % der Hersteller, 42 % der Anwender).

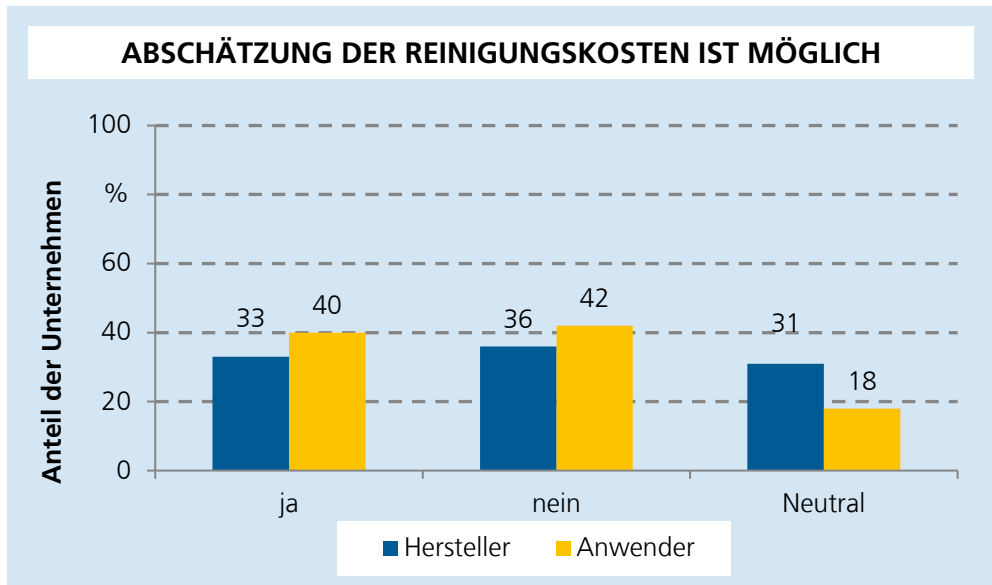


Abbildung 58:
Ist eine Angabe über die Höhe der Reinigungskosten je Bauteil möglich?

Genauer nach dem Kostenaufwand befragt, geben 71 % der Unternehmen an, dass sie 1 % bis 10 % der jeweiligen Fertigungskosten in die Reinigung investieren. Immerhin 19 % der Befragten geben bis zu 25 % der Produktionskosten für ein optimales Reinigungsergebnis aus, wie in Abbildung 59 ersichtlich wird.

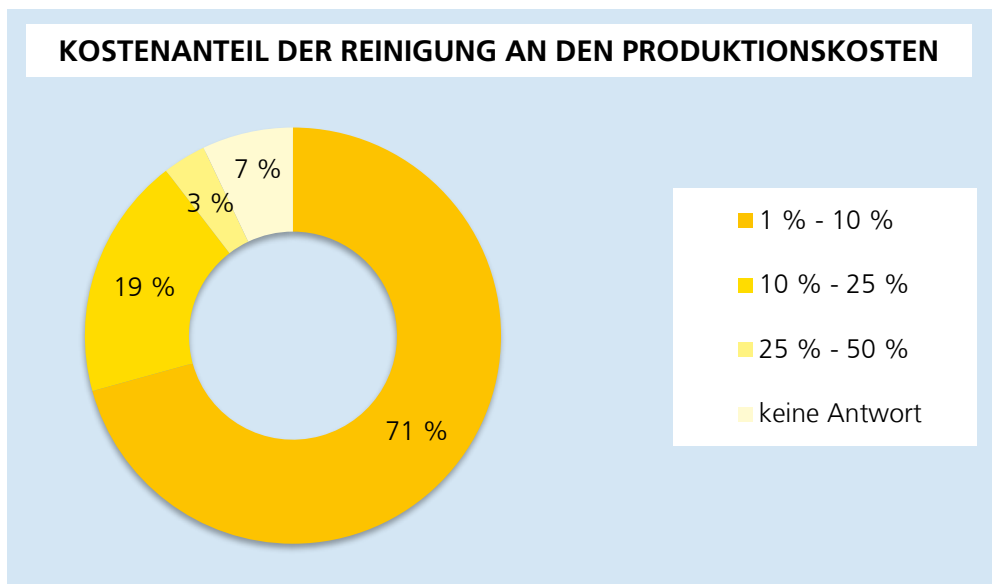


Abbildung 59:
Kostenanteil der Reinigung an den Produktionskosten

Der Zeitaufwand für die Reinigung im Gesamtprozess fällt ähnlich aus. Wie Abbildung 60 zeigt, schätzen fast zwei Drittel der Befragten (65 %) den zeitlichen Anteil der Reinigung auf 1 % bis 10 %. Lediglich 1 % der Anwender investiert sogar über 50 % der Fertigungszeit in die Reinigung.

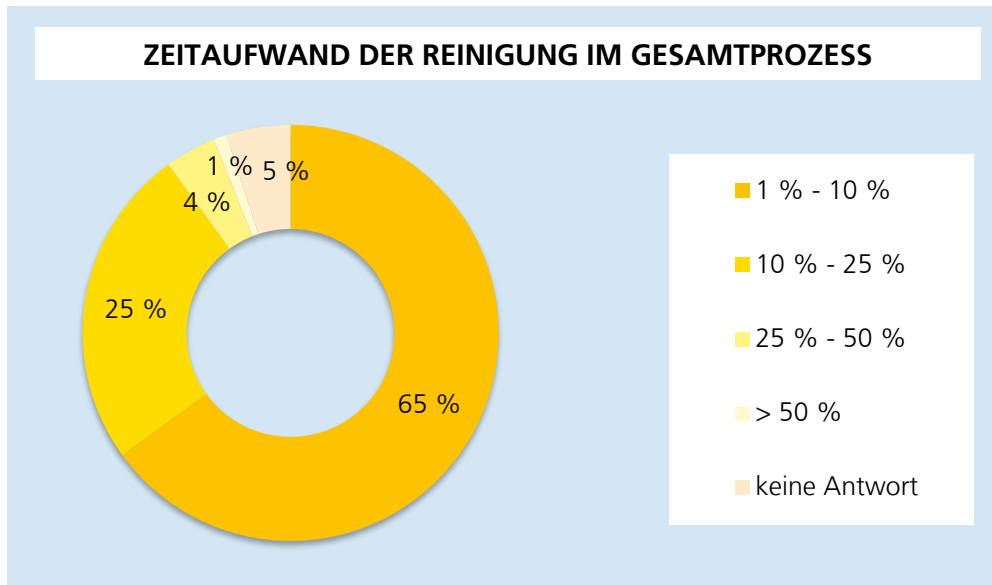


Abbildung 60:
Zeitaufwand der Reinigung im Gesamtprozess

Die Investitionen von Zeit und Finanzmitteln werden im Folgenden ins Verhältnis gesetzt. Wie Abbildung 61 veranschaulicht, weichen die Ergebnisse von denen aus dem Jahr 2007 ab. Bei zunehmendem Kostenaufwand steigt der Zeitaufwand nicht mehr linear an. Stattdessen zeichnet sich mit steigendem Kostenaufwand ein abfallender Zeitaufwand ab. Das könnte daraufhin deuten, dass heutzutage Investitionen gezielt eingesetzt werden, um die Prozessdauer zu verkürzen. Allerdings sind heutige Reinigungslösungen und neue Verfahren überwiegend darauf ausgerichtet, gleichzeitig Zeit und Kosten zu sparen. Dies kann die Grafik jedoch nicht bestätigen.

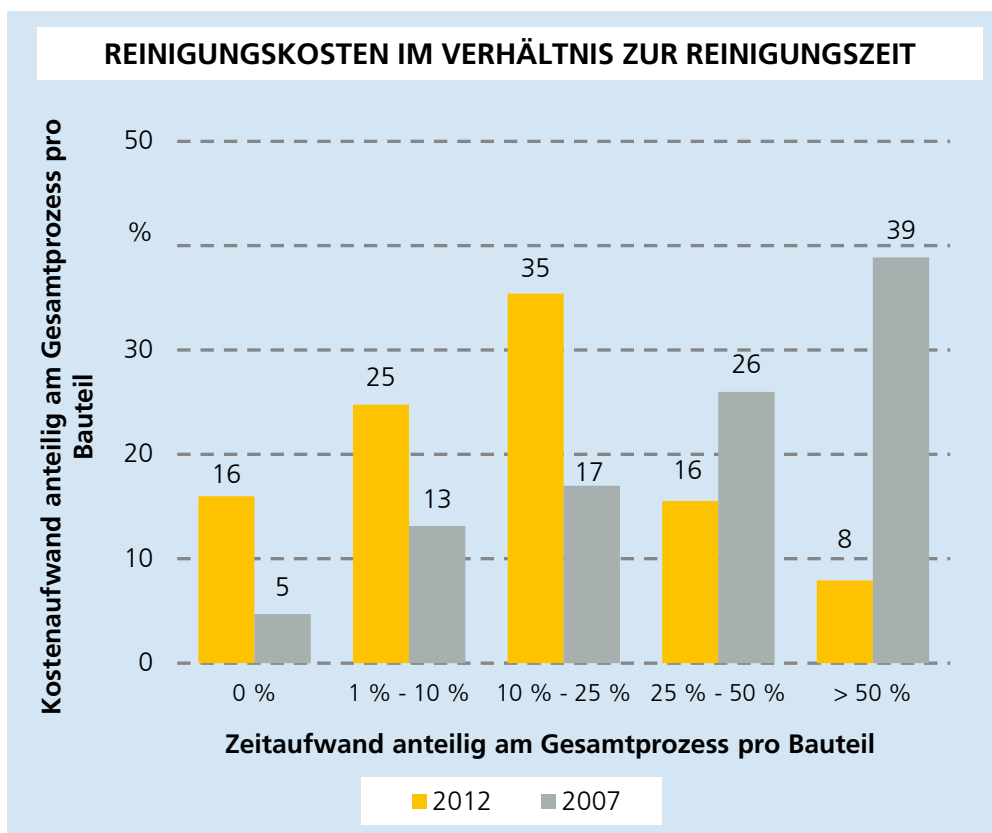


Abbildung 61:
Reinigungskosten und -zeit im Verhältnis

4.4.5 Überwachung und Prüfung der Reinigungsprozesse

Die Bedeutung der technischen Sauberkeit und der Überwachung des Reinigungsprozesses für die Qualität eines Produkts wird seit der Studie von 2007 vermehrt erkannt. Dies bestätigt auch der von 69 % auf 78 % gestiegene Anteil an Teilnehmern, welche die Meinung vertreten, dass die Bauteilreinigung messbar zur Wertschöpfung beiträgt.

85 % der Unternehmen überprüfen ihr Reinigungsergebnis. Die Anzahl der Unternehmen, die ihr Reinigungsergebnis nicht überprüfen, hat sich damit von 30 % im Jahr 2007 auf 15 % im Jahr 2012 halbiert.

Bezogen auf die Bedeutung von offiziell erlassenen Richtlinien für die Qualitätssicherung der Prüfverfahren von Reinigungsprozessen wurden die Unternehmen befragt, ob sie diese Richtlinien positiv oder negativ einschätzen. Wie Abbildung 62 deutlich macht, finden 77 % Hersteller und 68 % der Anwender, dass offizielle Richtlinien erkennbar positive Auswirkungen haben und eine sinnvolle Orientierungshilfe bieten.

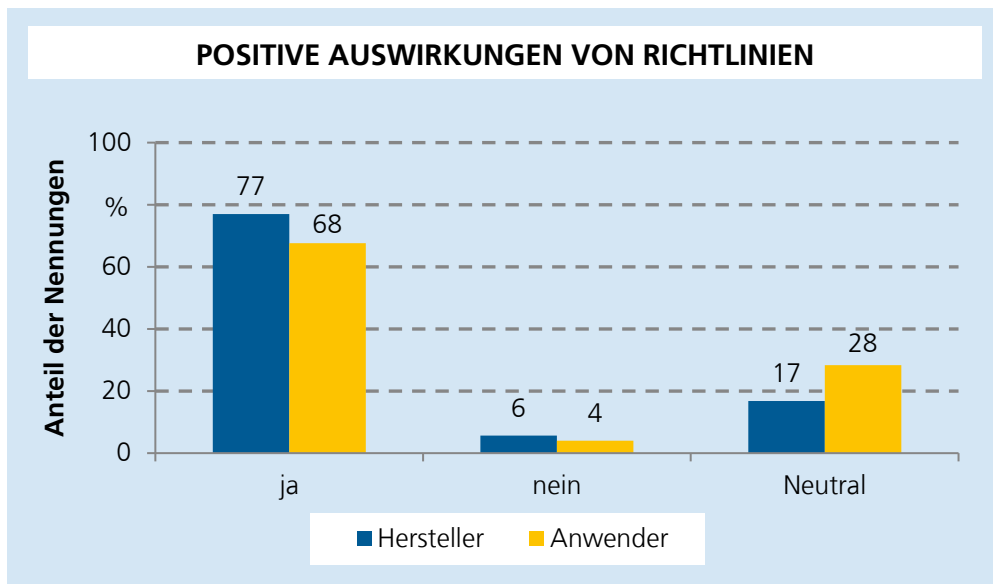


Abbildung 62: Einstellungen der Hersteller und Anwender zur Bedeutung von Richtlinien

Befragt nach dem Prüfverhalten in ihren Unternehmen sollten sich die Teilnehmer der Umfrage an einem für ihre Branche typischen Referenzbauteil orientieren. Die Anwender bezogen sich hierbei auf ihre eigene Produktion und die Hersteller auf die Aufträge ihrer Kunden. Zunächst sollten die Teilnehmer beurteilen, ob es einen Zusammenhang zwischen der Bauteilreinigung und dem jeweiligen Ausschuss gibt. Abbildung 63 gibt diesbezüglich einen Überblick. Während knapp 29 % der Befragten keine Verbindung erkennen, geben 40 % an, dass es aufgrund ungenügender Sauberkeit zu Reklamationen kommen kann. Weiterhin können nachfolgende Prozesse negativ beeinflusst werden (36 %), es können Haftungsprobleme (30 %) bei Beschichtungs- und Lackierprozessen oder die Notwendigkeit zur Nacharbeit entstehen (29 %).

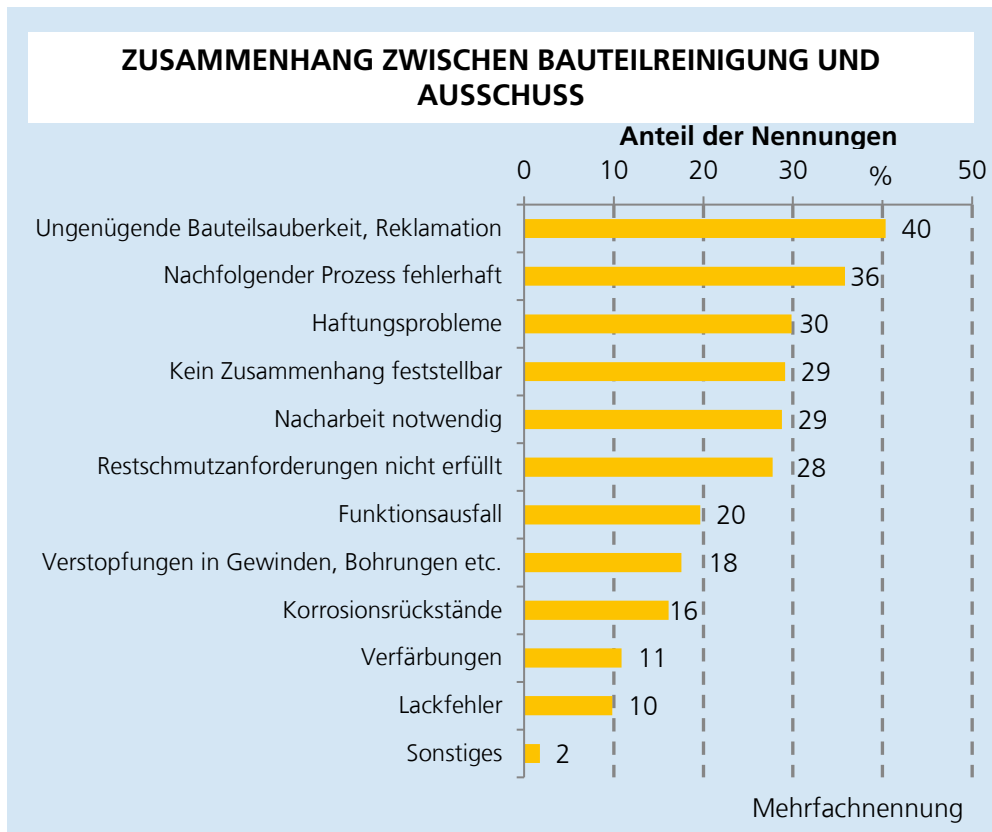


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen Bauteilreinigung und Ausschuss

Für die weitere Beleuchtung der Zusammenhänge wird zunächst geklärt, was genau bei der Kontrolle der Reinigungsprozesse überprüft wird. Neben dem Produkt (79 %) werden vor allem die Reinigungs- bzw. Spülbäder (71 %) sowie die Reinigungstemperatur (54 %) überwacht, wie aus Abbildung 64 dargestellt.

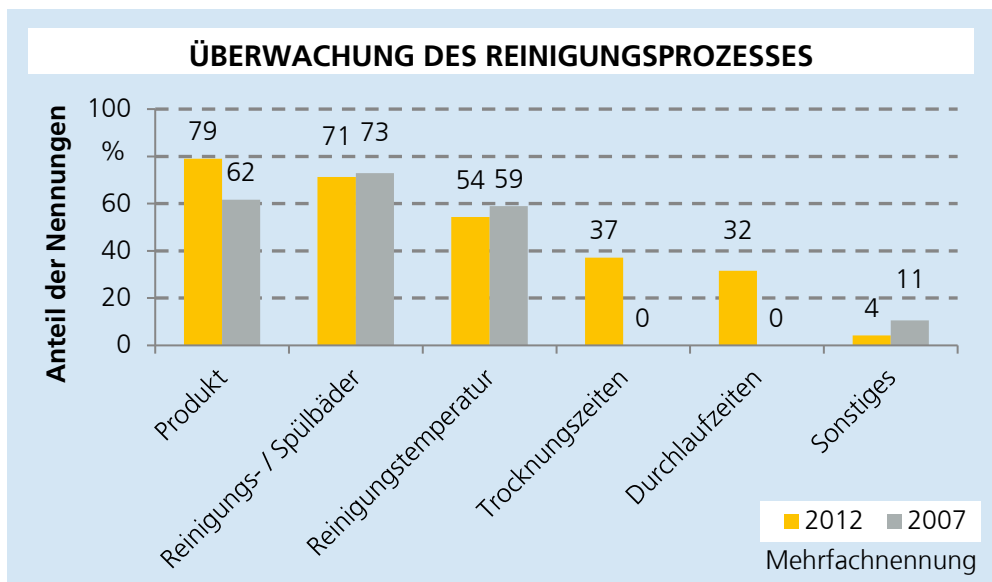


Abbildung 64: Überwachung des Reinigungsprozesses in 2012 und 2007

Abbildung 65 zeigt, wie sich die Häufigkeit einer Stichprobenziehung zur Überprüfung des Reinigungsergebnisses auf die Unternehmen der Anwender verteilt. Eine Prüfung von jedem einzelnen Bauteil ist nur bei 15 % der Unternehmen etabliert. Fast ebenso viele Unternehmen (14 %) überprüfen noch jedes hundertste Bauteil, jedoch wird beim überwiegenden Teil von 39 % eine Prüfung nur unregelmäßig durchgeführt. Unter

Sonstige (14 %) fallen zeit- und losabhängige Prüfungen sowie Prüfungen nach den jeweiligen Kundenanforderungen.

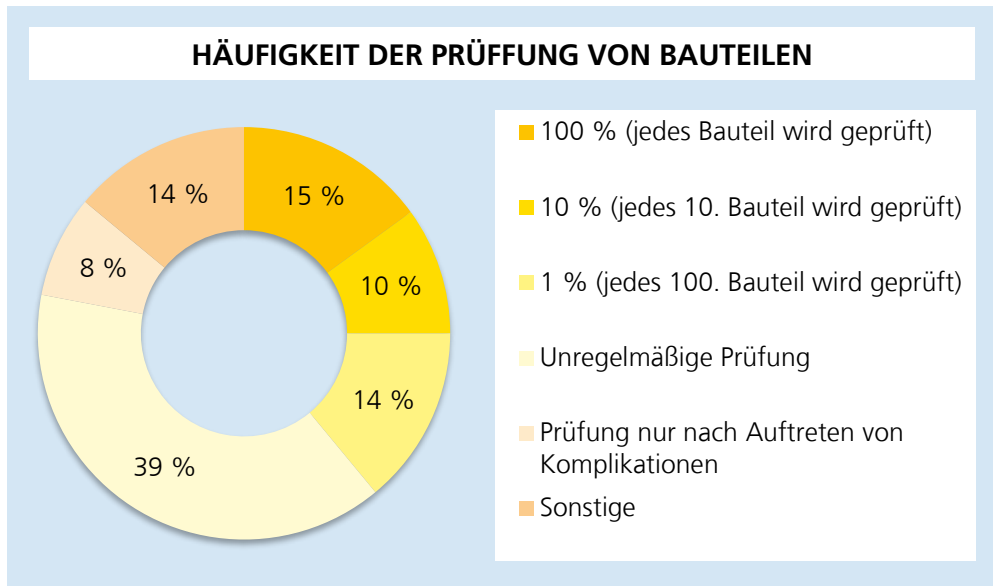


Abbildung 65:
Häufigkeit der Prüfung von Bauteilen

In den meisten Fällen sind Mess- und Prüfvorrichtungen nicht in den Fertigungsprozess integriert, wie aus Abbildung 66 deutlich wird. Die Offlinemessung wird mit 55 % immer noch bevorzugt angewendet, jedoch ist dieser Anteil gegenüber 2007 deutlich gesunken. So wurden damals immerhin 72 % der Messungen offline vorgenommen. In der Marktstudie von 2007 wurde prognostiziert, dass die Inlinemessung an Bedeutung gewinnen wird, da dieses Verfahren zeitsparender als die Offlinemessung ist. Dies hat sich bewahrheitet, da dieser Anteil jetzt bereits bei 21 % liegt.

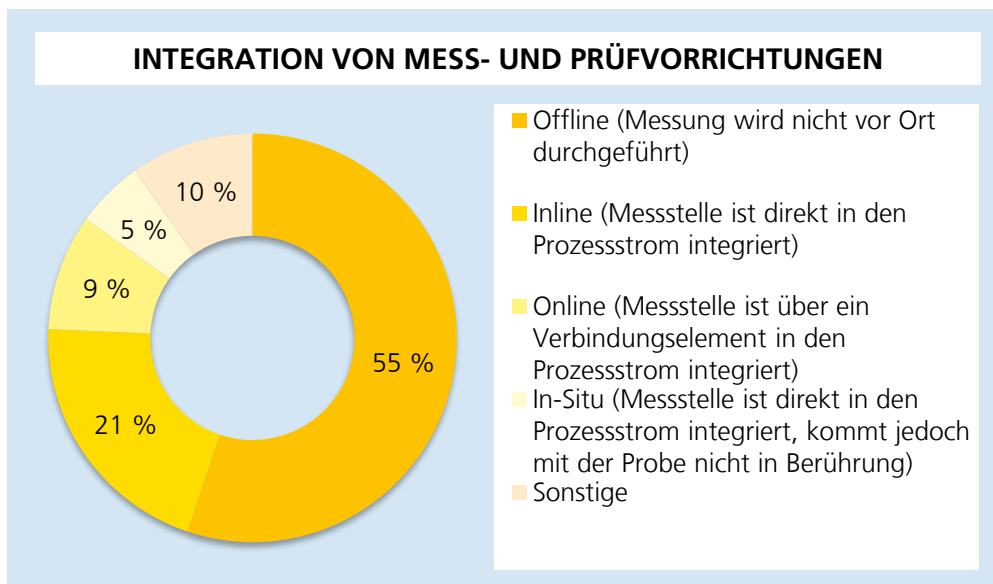


Abbildung 66:
Integration von Mess- und Prüfvorrichtungen in den Reinigungsprozess

Die eingesetzten Messverfahren werden nach filmischen und partikulären Verunreinigungen unterschieden. Aufgrund der vielen Antwortmöglichkeiten werden die Umfrageergebnisse in Tabellen zusammengefasst. Dabei listet Abbildung 67 zunächst die Messverfahren bei filmischen Verschmutzungen auf. Die Messung der Restschmutzmenge mit 20 %, der Wischtest mit 15 %, und die Wasserablaufprobe mit 12 % sind die am häufigsten eingesetzten Verfahren.

Messverfahren bei filmischen Verunreinigungen	relativ
Restschmutzmenge, z. B. über Abspülen mit Lösemitteln	20 %
Wischtest	15 %
Wasserablaufprobe	12 %
Elektronenmikroskopie und -spektroskopie	8 %
Kontaktwinkelmessung	5 %
Infrarotspektroskopie	4 %
UV-Test	4 %
Sprühnebeltest	4 %
Kupfersulfattest	4 %
Fettrotprüfung	3 %
Laserinduzierte Fluoreszenz	3 %
Röntgenfluoreszenzanalyse	2 %
Elektrochemische Verfahren	1 %
Nigrosintest	1 %
Ellipsometrie	1 %
Berliner-Blau-Test	1 %
Glimmentladungsspektroskopie	1 %
Sonstige	11 %
Summe	100 %

Abbildung 67:
Messverfahren bei filmischen Verunreinigungen

Abbildung 68 fasst die Messverfahren bei partikulären Verschmutzungen zusammen. Die visuelle Prüfung ist mit einem Anteil von 25 % die am häufigsten eingesetzte Messmethode. Vergleichbar etabliert sind das Partikelzählverfahren sowie das Partikelgrößenmessverfahren mit jeweils 19 %, gefolgt von der direkten Mikroskopie mit 11 %.

Messverfahren bei partikulären Verunreinigungen	relativ
Visuelle Prüfung	25 %
Partikelzählverfahren	19 %
Partikelgrößenmessverfahren	19 %
Direkte Mikroskopie	11 %
Energiedispersive Röntgenanalyse (EDX)	5 %
Rasterelektronenmikroskopie	5 %
Luftpartikelzähler	3 %
Streulichtverfahren	3 %
RAMAN-Mikroskopie	2 %
Abklatschen	2 %
Weißlichtinterferometrie	2 %
Infrarotmikroskopie	2 %
Konfokales Laserscan-Mikroskopie	1 %
Atomic Force Microscopy (AFM)	1 %
Summe	100 %

Abbildung 68:
Messverfahren bei partikulären Verunreinigungen

4.4.6 Berücksichtigung der Reinigungstechnik in der Produktplanung

Sowohl 88 % der Hersteller als auch 95 % der Anwender halten es für wichtig, dass die Reinigbarkeit eines Bauteils bereits in der Entwicklungsphase berücksichtigt wird. Wie Abbildung 69 zeigt, sind sich Anwender und Hersteller in diesem Punkt einig. Dies war auch 2007 bereits die vorherrschende Meinung.

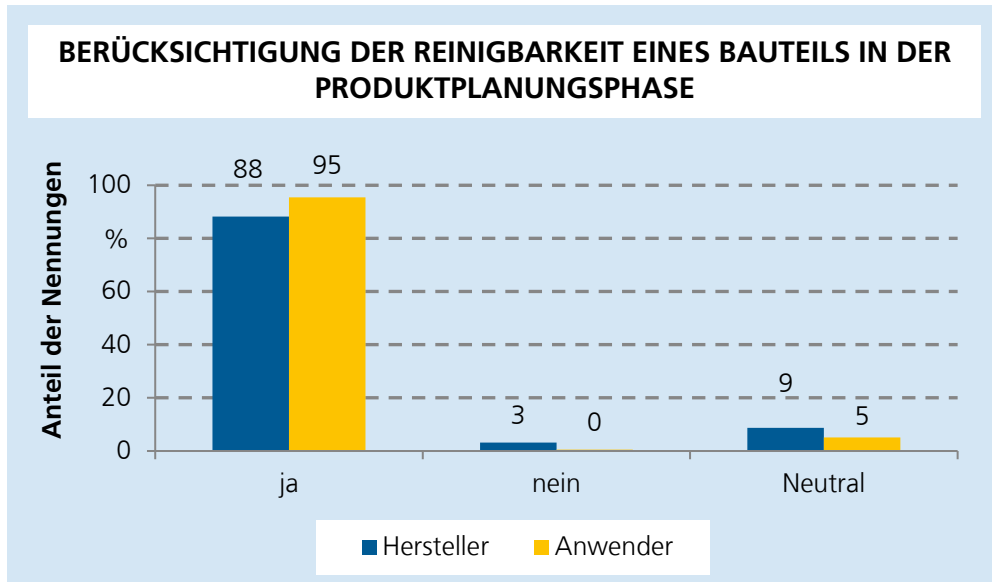


Abbildung 69: Berücksichtigung der Reinigbarkeit eines Bauteils in der Produktplanungsphase

Abbildung 70 zeigt jedoch, dass dies in der Praxis noch nicht flächendeckend umgesetzt wird. Gerade einmal 36 % der Anwender beziehen die Reinigbarkeit der Bauteile bereits in der Konstruktionsphase mit ein. Bei den Herstellern fällt dieser Trend noch deutlicher aus. Nur 16 % geben an, dass ihre Kunden ihre Produkte reinigungsgerecht entwickeln. Große Teile der Anwender berücksichtigen die Reinigbarkeit eines Produkts erst bei der Planung der Fertigungslinien (30 %) oder auch erst nach dem Anlauf der Produktion (28 %).

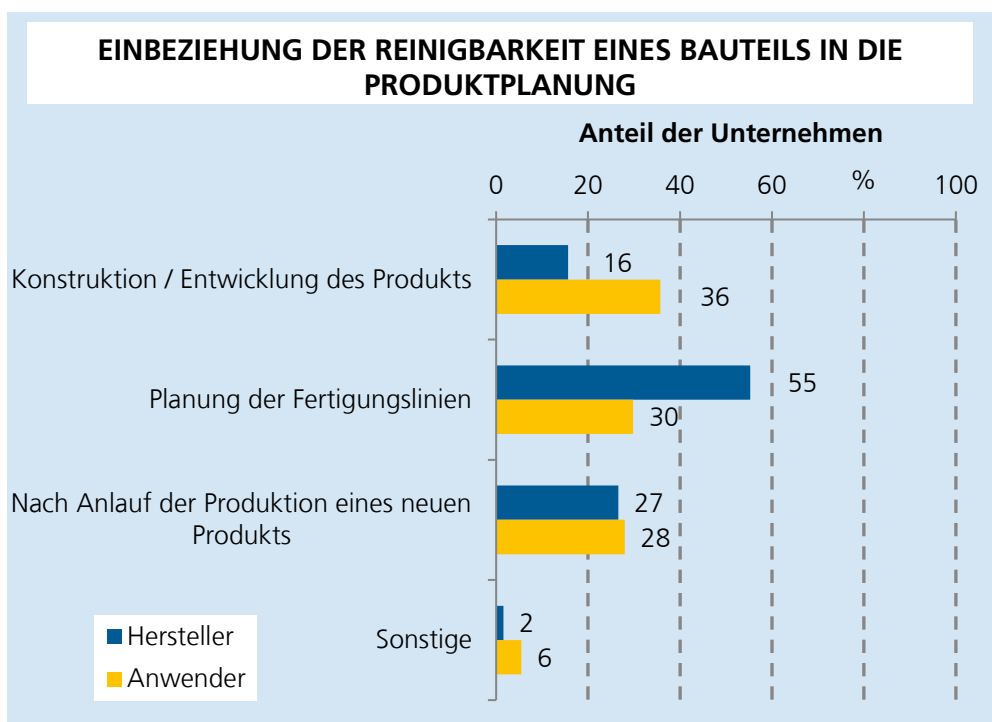


Abbildung 70: Einbeziehung der Reinigbarkeit eines Bauteils in die Produktplanung

Zusätzlich wurden die Hersteller nach ihrer Einschätzung des Aufwands bei der Verunreinigungsvermeidung befragt. Die Aussage »Es ist sehr viel aufwändiger, Schmutz zu vermeiden als zu reinigen« bejahen im Jahr 2012 insgesamt 33 %, 2007 waren es nur 22 %.

4.4.7 Implementierung neuer Verfahren in den Fertigungsprozess

Mit einem Planungshorizont von 5 Jahren wurden die Anwender gefragt, welche Veränderungen sie in den nächsten Jahren bezüglich der Reinigungstechnik beabsichtigen. Im Jahr 2007 wurde noch größtenteils der Kauf neuer Anlagen geplant, wodurch das Reinigungsergebnis in der Vergangenheit entscheidend verbessert werden konnte (vgl. Abbildung 57). Abbildung 71 zeigt, dass die Bestrebungen im Jahr 2012 eher in Richtung der Optimierung bestehender Anlagen (57 %) und Mitarbeiterschulungen (46 %) gehen. Weniger als die Hälfte der Befragten (43 %) planen den Kauf von neuen Anlagen und bei 23 % der Unternehmen sollen in den nächsten 5 Jahren keine größeren Veränderungen vorgenommen werden.

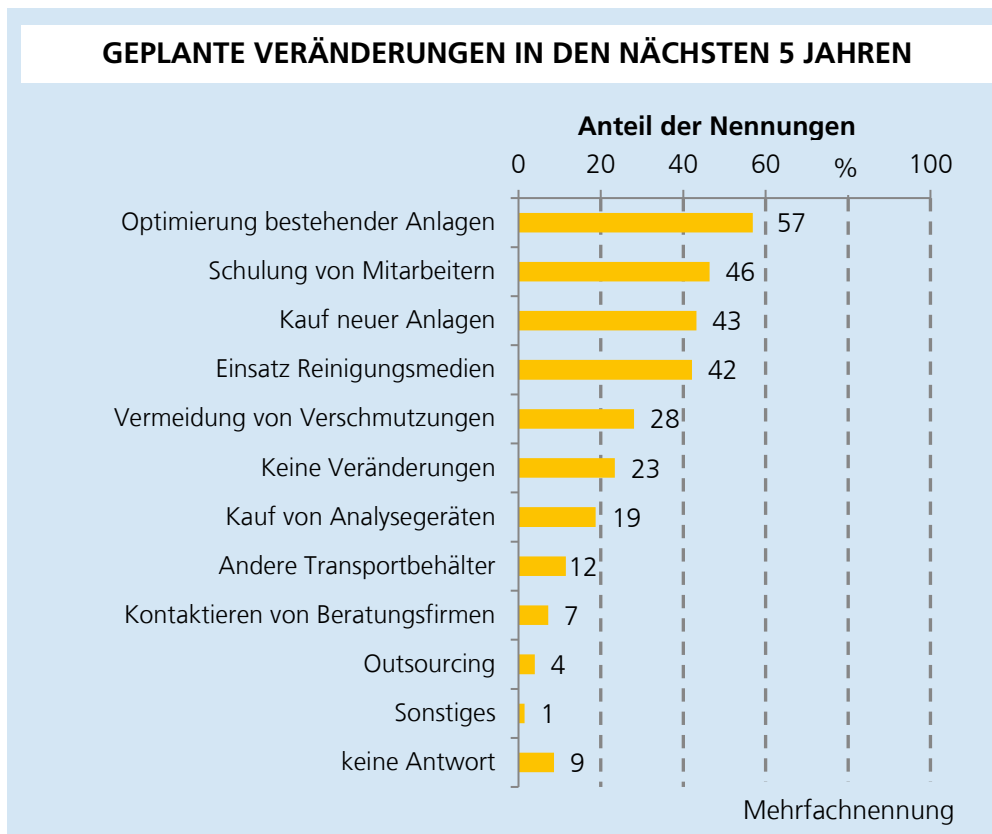


Abbildung 71: Geplante Veränderungen im Bereich Reinigungstechnik in den nächsten 5 Jahren

Um zu ermitteln, auf welcher Grundlage die Entscheidung für ein neues Verfahren getroffen wird, haben die Befragten die für ihre Überlegungen relevanten Kriterien in eine Rangfolge gebracht. Auch die Hersteller haben eine Einschätzung abgegeben, welche Überlegungen ihre Kunden mit in die Entscheidung einfließen lassen. Abbildung 72 stellt die Rangfolge der Kriterien der Anwender und Hersteller einander gegenüber. Die Reinigungsqualität hat bei den meisten Unternehmen immer noch die oberste Priorität. Die nächsten Plätze werden von Investitionskosten, geringen Durchlaufzeiten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten belegt. Seit 2007 ist lediglich der geringe Energieverbrauch in der Rangfolge aufgestiegen. Dagegen scheint der Kauf beim Vertragspartner für die meisten weiterhin ein Faktor mit geringer Priorität zu sein.

Zusätzlich nannten die Anwender weitere relevante Kriterien wie bestimmte Kunden-, Produkt- oder Systemanforderungen, Handhabbarkeit, Richtlinien / Standardisierung, Standort / -fläche, Prozessintegration, Arbeitssicherheit und Lieferantenbetreuung als Entscheidungsfaktoren.

Kriterium	Rang	
	Anwender	Hersteller
Reinigungsqualität	1.	1.
Investitionskosten	2.	2.
Geringe Durchlaufzeiten	3.	3.
Wartungs- und Instandhaltungskosten	4.	4.
Geringe Umweltbelastung	5.	9.
Geringer Energieverbrauch	6.	6.
Reibungslose Einbindung in Prozess, hohe Inlinefähigkeit	7.	5.
Hohe Flexibilität der Anlagen	8.	7.
Innovative Verfahren einsetzen	9.	8.
Bewährte Techniken erhalten	10.	10.
Materialkosten	11.	11.
Kauf bei Vertragspartnern	12.	12.

Abbildung 72:
Kriterien, die in die Auswahl neuer Verfahren eingebunden werden

95 % der Hersteller und Anwender vertreten die Meinung, dass die Anforderungen an die industrielle Teilereinigung weiterhin steigen werden.

Die bei Herstellern und Anwendern am häufigsten genannten Herausforderungen für die Reinigungstechnik in den kommenden Jahren sind Energiesparmaßnahmen und die Intensivierung des Umweltschutzes. Danach folgen die Ressourceneffizienz bei den Anwendern sowie die Kontrolle der Reinigungsergebnisse bei den Herstellern. Bedeutsam für beide Gruppen sind weiterhin steigende Restschmutzanforderungen und Zeiteinsparmaßnahmen, wie in Abbildung 73 dargestellt.

Kriterium	Rang	
	Anwender	Hersteller
Intensivierung des Umweltschutzes	1.	2.
Energiesparmaßnahmen	2.	1.
Ressourceneffizienz	3.	5.
Steigende Restschmutzanforderungen	4.	4.
Zeiteinsparmaßnahmen	5.	7.
Optimierung beim Transport der Bauteile	6.	11.
Optimierung der Badaufbereitung	7.	9.
Entsorgung im Bereich Teilereinigung	8.	10.
Automatisierung der Prozesse	9.	8.
Kontrolle der Reinigungsergebnisse	10.	3.
Vermeidung von Verschmutzungen	11.	6.
Sonstiges	12.	12.

Abbildung 73:
Zukünftige Herausforderungen für Anwender und Hersteller

Bezüglich des Umweltschutzes fordern 75 % der Hersteller und 70 % der Anwender, dass CKW und KW bei den Reinigungsverfahren weiter reduziert werden müssen.

UMFRAGEERGEBNISSE

Die Hersteller sollten angeben, mit wem sie bei der Weiterentwicklung ihres Angebots zusammenarbeiten und welchen Nutzen sie in den möglichen Kooperationspartnern sehen. Abbildung 74 zeigt, dass fast alle Teilnehmer ihr Angebot direkt mit ihren Kunden erarbeiten (30 %). Ausgangspunkt für eine Erweiterung des herstellerseitigen Angebots ist dabei in der Regel eine konkrete Kundenanfrage bzw. Reinigungsaufgabe. Bei 21 % der Unternehmen arbeitet eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung an der Verbesserung und Erneuerung des Angebots. Etwa jeder Zehnte (11 %) nutzt die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen. Eine gemeinsame Arbeit mit Mitbewerbern ist hingegen eher die Ausnahme (1 %).

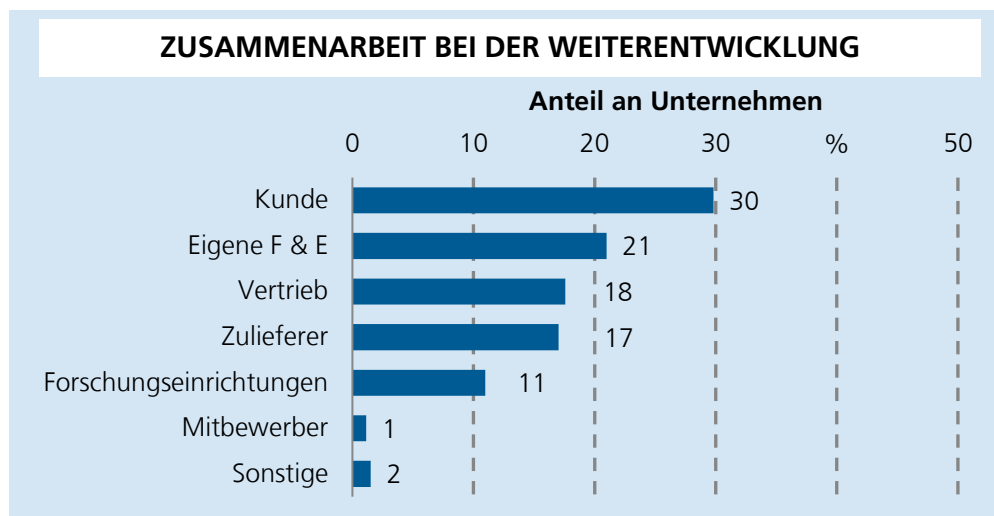


Abbildung 74: Zusammenarbeit bei der Weiterentwicklung des Herstellerangebots

Auf die Frage, wie hoch die Hersteller den Nutzen der Zusammenarbeit mit den oben genannten Stellen einschätzen, bekräftigen die Teilnehmer, dass der Nutzen bei den Kunden (97 %) sowie bei der eigenen Forschung & Entwicklung (92 %) sehr hoch ist. Auch die Zusammenarbeit mit externen Forschungseinrichtungen (61 %) wird überwiegend positiv bewertet. Lediglich der Kooperation mit Mitbewerbern wird wenig Nutzen eingeräumt, wie in Abbildung 75 dargestellt.

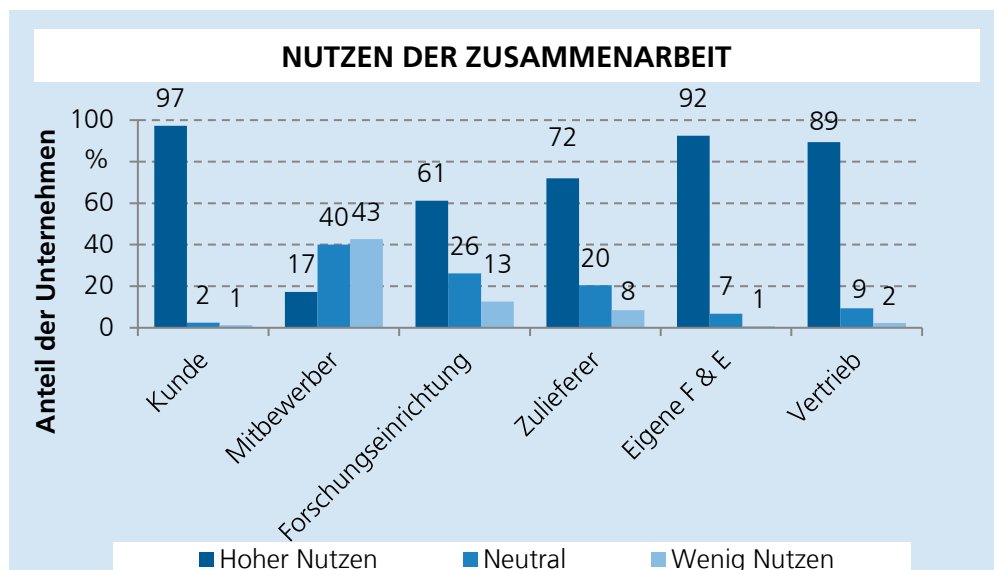


Abbildung 75: Einschätzung des Nutzens der Zusammenarbeit

4.4.8 Zusammenfassung

Es kann festgestellt werden, dass die befragten Unternehmen in möglichst wenigen Reinigungsschritten vielfältige Reinigungsziele erreichen wollen. Dabei sind nicht nur die End- und Zwischenreinigung von großer Bedeutung, sondern beispielsweise auch das Reinigen vor der Montage oder vor Prüf- und Messverfahren. Bei der branchenbezogenen Verteilung der Bauteilwerkstoffe wird deutlich, dass in den wichtigsten Branchen des Fahrzeugbaus, der Metallindustrie und des Maschinenbaus hauptsächlich metallische Bauteile gereinigt werden müssen. Die Kunststoffreinigung ist dagegen vor allem in der Medizin- und Elektrotechnik anzutreffen. Obwohl die Größe und die Eigenschaften der Bauteile äußerst vielfältig sind, müssen zum überwiegenden Teil partikuläre und filmische Verunreinigungen beseitigt werden.

Die Automatisierung von Reinigungsverfahren ist in den einzelnen Branchen unterschiedlich weit fortgeschritten, da dies insbesondere vom Investitionsanteil der jeweiligen Unternehmen in die Reinigungstechnik abhängig ist. Obwohl knapp die Hälfte der Anwender und Hersteller die Meinung vertreten, dass die Funktionsflächenreinigung deutliche Kosteneinsparungen gegenüber der integralen Reinigung erreichen könnte, wird diese Variante immer noch verhältnismäßig selten eingesetzt.

Allgemein betrachtet sind die Unternehmen zufrieden mit ihren Reinigungsergebnissen und investieren hierfür einen Anteil von 1 % bis 10 % an Zeit und Kosten des Gesamtprozesses bzw. der Produktionskosten. 85 % der Befragten überprüfen das Reinigungsergebnis, zumeist um Reklamationen bei ungenügender Bauteilsauberkeit zu vermeiden. Trotzdem ist der überwiegende Teil der Mess- und Prüfvorrichtungen noch nicht in den Fertigungsprozess integriert. Der Anteil an Inline-Messungen steigt jedoch stetig.

Die meisten Unternehmen halten es für sinnvoll, dass die Reinigbarkeit eines Bauteils in der Planungsphase eines neuen Produkts miteinbezogen wird. Dies wird in der Praxis jedoch noch nicht zufriedenstellend umgesetzt. Zukünftige Bestrebungen der befragten Unternehmen richten sich vor allem darauf aus, bestehende Anlagen und Prozesse zu optimieren und Mitarbeiter umfassender zu schulen. Weitere Herausforderungen in der Zukunft sind die Intensivierung des Umweltschutzes sowie Energiesparmaßnahmen. Wenn sich für die Implementierung eines neuen Verfahrens entschieden wird, so sind die entscheidenden Faktoren hierbei die Reinigungsqualität und die Investitionskosten. Insgesamt erarbeiten die Hersteller ihr Produkt- und Dienstleistungsportfolio bevorzugt direkt gemeinsam mit ihren Kunden.

4.5 INFORMATIONSQUELLEN, KOMMUNIKATION UND AUSBILDUNG

Eine reibungslose Kommunikation zwischen Herstellern und Anwendern ist in der Teilereinigung, wie in allen Branchen, von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund wurde in dieser Marktstudie die direkte Kommunikation zwischen Herstellern und Anwendern analysiert. Bezüglich dieses Themas fällt die Bilanz der beiden Parteien unterschiedlich aus, wie in Abbildung 76 und Abbildung 77 dargestellt ist.

Die Anwender bewerten die Kommunikation mit den Herstellern besser als vor 5 Jahren. 61 % der Befragten sind generell zufrieden. Nur noch 10 % empfinden die Kommunikation als schlecht oder missverständlich. Im Jahr 2007 waren dies noch 15 %.

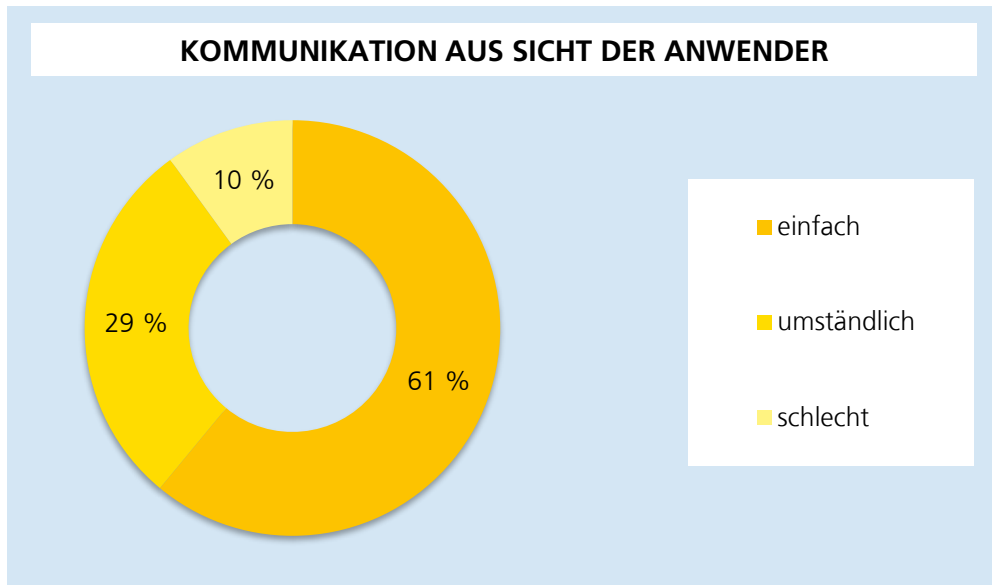


Abbildung 76:
Bewertung der Kommunikation zwischen Anwendern und Herstellern aus Sicht der Anwender

Im Gegensatz dazu beantworteten die Hersteller diese Frage weniger positiv als die Befragten von 2007. Die Zahl der zufriedenen Teilnehmer, die die Kommunikation als »reibungslos« bezeichnen, ist von 20 % auf 13 % gesunken. Diejenigen, die die Kommunikation als »schwierig« oder »unbefriedigend« bewerten, sind um einen Prozentpunkt auf insgesamt 23 % gestiegen. Trotzdem empfindet der überwiegende Teil (62 %) die Kommunikation weiterhin als gut.

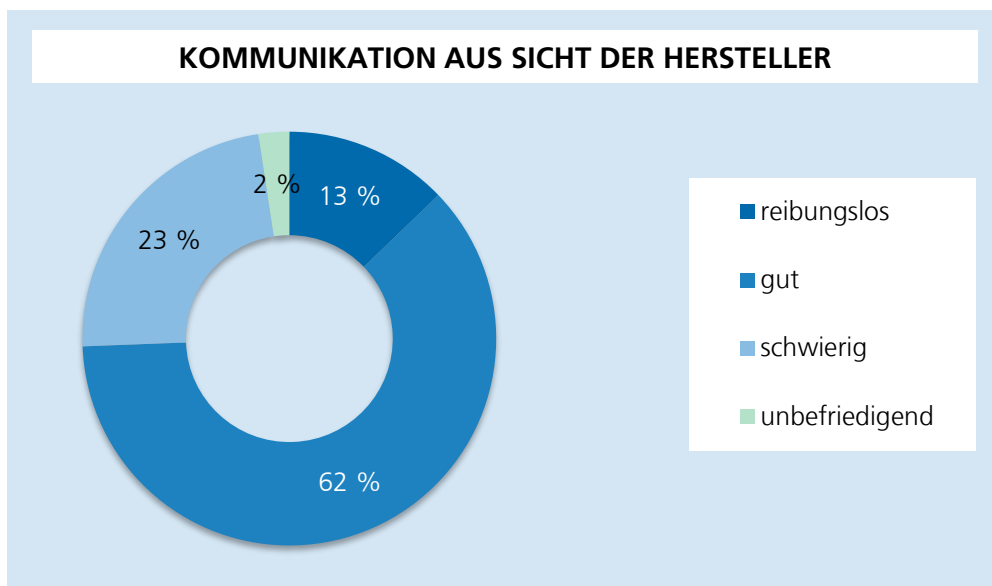


Abbildung 77:
Bewertung der Kommunikation zwischen Anwendern und Herstellern aus Sicht der Hersteller

Eine erfolgreiche Kommunikation hängt ebenfalls davon ab, welche Informationskanäle genutzt werden. In Abbildung 78 und Abbildung 79 wird dargestellt, inwiefern Anwender und Hersteller die einzelnen Quellen jeweils nutzen bzw. ob eine Beteiligung vorliegt.

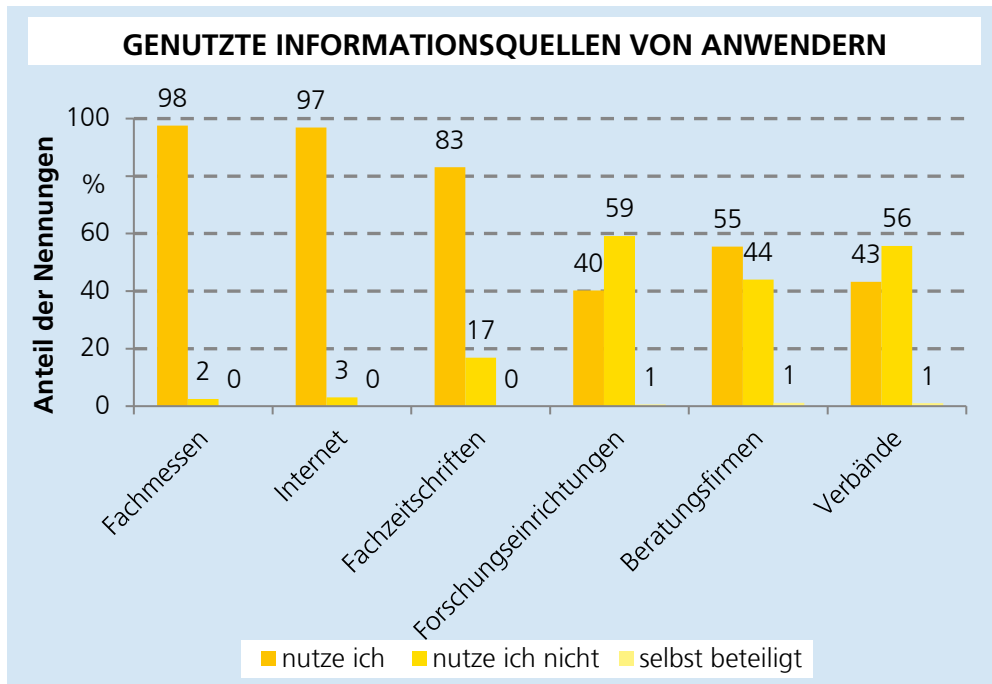


Abbildung 78:
Nutzung von Informationsquellen durch Anwender

Am häufigsten werden das Internet sowie Fachzeitschriften und Fachmessen von Anwendern und Herstellern gleichermaßen benutzt. An Beratungsfirmen wenden sich die Anwender wesentlich häufiger als die Hersteller. Dafür werden Verbände und Forschungseinrichtungen mehr von Herstellern als von Anwendern als Informationsquelle genutzt. Zusätzlich werden von den Anwendern vor allem die (Anlagen-)Hersteller als sonstige Informationsquelle genannt.

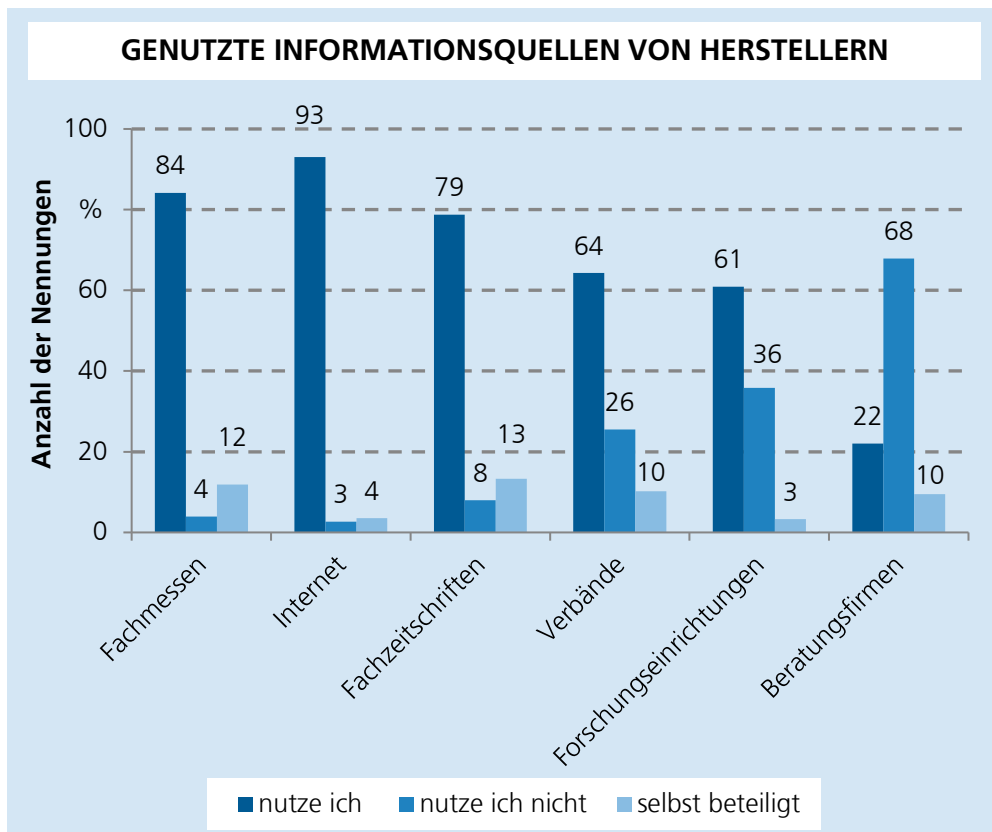


Abbildung 79:
Nutzung von Informationsquellen durch Hersteller

Die verschiedenen Informationsquellen wurden darüber hinaus nach ihrer Qualität und Quantität mit Noten beurteilt. Abbildung 80 enthält die Durchschnittsnoten für die Qualität und ordnet die Informationsquellen in eine Rangfolge. Lediglich die Qualität von Fachmessen und Forschungseinrichtungen wird von Anwendern und Herstellern mit »gut« bewertet. Alle anderen Informationsquellen erhalten die Schulnote »befriedigend«.

Rang	Informationsquelle	gesamt	Hersteller	Anwender
1.	Fachmessen	2,1	2,1	2,1
2.	Forschungseinrichtungen	2,2	2,3	2,1
3.	Fachzeitschriften	2,6	2,6	2,6
4.	Internet	2,7	2,6	2,8
5.	Beratungsfirmen	2,9	3,2	2,6
6.	Verbände	3,0	3,0	3,0

Abbildung 80:
Nutzenbewertung der Informationsquellen nach Qualität

Bezüglich der Quantität wird das Internet von den Teilnehmern am besten bewertet. Es erhält, ebenso wie die Fachmessen, die Note »gut«. In beiden Tabellen belegen Beratungsfirmen und Verbände die letzten Plätze. Sie wurden, wie in Abbildung 81 dargestellt, durchschnittlich nur mit 3,0 bewertet.

Rang	Informationsquelle	gesamt	Hersteller	Anwender
1.	Internet	2,2	2,0	2,4
2.	Fachmessen	2,5	2,5	2,5
3.	Fachzeitschriften	2,7	2,6	2,8
4.	Forschungseinrichtungen	3,0	3,1	2,8
5.	Beratungsfirmen	3,0	3,2	2,7
6.	Verbände	3,0	3,1	3,0

Abbildung 81:
Nutzenbewertung der Informationsquellen nach Quantität

Abschließend soll der Fokus auf die Aus- und Weiterbildung gelegt werden. Es wurde bereits festgestellt, dass die Anwender heutzutage vermehrt in die Schulung ihrer Mitarbeiter investieren. Daher verwundert es nicht, dass diese zu einem großen Teil (80 %) die These unterstützen, dass Studenten durch Vorlesungsinhalte auf die reinigungstechnischen Herausforderungen im Beruf vorbereitet werden sollten. In diesem Punkt stimmen sie mit den Herstellern (77 %) überein, wie Abbildung 82 deutlich macht.

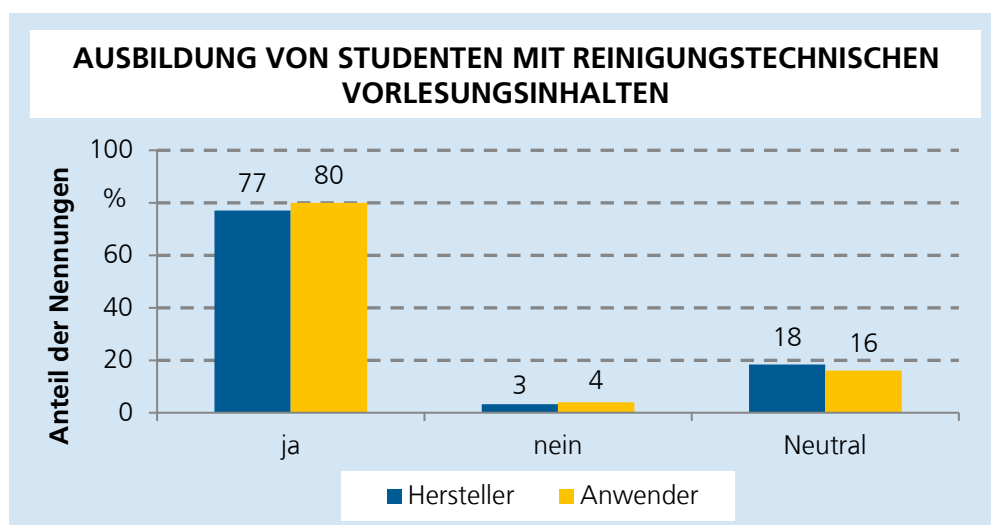


Abbildung 82:
Meinungen zur Ausbildung von Studenten mit reinigungstechnischen Vorlesungsinhalten

4.6 ENTWICKLUNGEN SEIT 2007

Im Folgenden soll auf die Prognosen der Marktstudie von 2007 zurückgeblickt werden. Dabei werden die erwarteten zukünftigen Entwicklungen aus dem Jahr 2007 den aktuellen Angaben aus 2012 gegenübergestellt.

Aus Abbildung 83 wird ersichtlich, dass die Befragten von 2012 die Badaufbereitung sowie die Analytik im Bereich Reinigungstechnik als Verfahren betrachten, die in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden, was vergleichbar mit der Studie von vor 5 Jahren ist. Dies trifft ebenfalls auf das Strahlen mit CO₂-Schnee / Trockeneis zu. Es wird zudem deutlich, dass die Reinigung mit wässrigen Reinigern im Vergleich zu anderen Verfahren insbesondere bei den Anwendern an Bedeutung gewonnen hat.

Kriterium	Rang	
	Anwender	Hersteller
Badaufbereitung	1.	2.
Analytik im Bereich Reinigungstechnik	2.	1.
Strahlen mit CO ₂ -Schnee / Trockeneis	3.	3.
Reinigung mit wässrigen Reinigern	4.	6.
Ultraschallanwendungen	5.	4.
Laserstrahlen	6.	5.
Niederdruck-Plasma	7.	7.

Abbildung 83:
Bedeutsame Verfahren für die Zukunft

Zu den Verfahren, denen für die Zukunft ein Bedeutungsverlust prognostiziert wird, gehören in erster Linie das Reinigen mit Lösemitteln sowie die Salzbadreinigung. Wie in Abbildung 84 dargestellt wird, hat jedoch die skeptische Einstellung gegenüber dem Reinigen mit flüssigem / überkritischem CO₂ abgenommen.

Kriterium	Rang	
	2012	2007
Reinigung mit Lösemitteln	1.	1.
Salzbad	2.	2.
Strahlen mit metallischen Medien	3.	4.
Strahlen mit mineralischen Medien	4.	5.
Reinigen mit flüssigem / überkritischem CO ₂	5.	3.

Abbildung 84:
Verfahren mit Bedeutungsverlust in der Zukunft im Vergleich zu 2007

5 ZUSAMMENFASSUNG DER AUSSAGEN

ZUSAMMENFASSUNG DER
AUSSAGEN

Kriterium	Hersteller	Anwender
Dominierende Branchen	Metallindustrie, Maschinenbau, Fahrzeugbau	Fahrzeugbau, Metallindustrie, Maschinenbau
Mitarbeiterzahl	Mittelständisch (bis 250 Mitarbeiter), steigend	
Jahresumsatz	1 bis 10 Mio. Euro, steigend	
Standort in Deutschland	Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Bayern	
Wichtigste Absatzmärkte	Deutschland, Österreich, Schweiz, China, USA	
Am häufigsten eingesetzte Reinigungsverfahren	Nassverfahren, Strahlverfahren, Mechanische Verfahren jedoch ansteigender Anteil an Thermischen Verfahren und Sonderverfahren	
Dominierende Nassreinigungsverfahren	Ultraschallreinigung, Tauchreinigung, Spritzreinigung	
Dominierende Strahlreinigungsverfahren	Strahlen mit CO ₂ -Schnee / Trockeneis, Wasserstrahlen	Strahlen mit mineralischen und metallischen Medien
Wichtigste Reinigungsziele	Reinigen vor Montage, Zwischenreinigung, Endreinigung	
Am häufigsten gereinigte Bauteilwerkstoffe	FE- Metalle und NE-Metalle (Fahrzeugbau, Metallindustrie, Maschinenbau), Kunststoffe (Medizintechnik, Elektrotechnik)	
Häufige Verunreinigungsarten	partikuläre Verunreinigungen, filmische / pastöse Verunreinigungen	
Automatisierungsgrad der Reinigungsprozesse	branchenabhängig, Automatisierungsgrad steigt mit wachsendem Investitionsanteil in die Reinigungstechnik	
Funktionsflächenreinigung	nur in knapp der Hälfte der Unternehmen teilweise eingesetzt	
Positive Veränderung des Reinigungsergebnisses in den letzten 10 Jahren	durch Kauf neuer Anlagen, Einsatz neuer Reinigungsmedien, Schulung von Mitarbeitern	
Kostenanteil und Zeitaufwand der Reinigung an den Produktionskosten und am Gesamtprozess	überwiegend 1-10 %	
Überprüfung des Reinigungsergebnisses	bei 85 % der Unternehmen; zur Vermeidung von Reklamationen durch ungenügende Bauteilsauberkeit, von fehlerhaften nachfolgenden Prozessen	
Integration von Prüfvorrichtungen	noch hauptsächlich Offline-Messungen	
Berücksichtigung der Reinigbarkeit eines Bauteils	nur zu 37 % bereits in der Entwicklungsphase eines Produkts	
Geplante Veränderungen in den nächsten 5 Jahren	Optimierung bestehender Anlagen / Prozesse, Schulung von Mitarbeitern, Kauf neuer Anlagen	
Wichtigste Kriterien für die Implementierung neuer Verfahren	Reinigungsqualität, Investitionskosten, geringe Durchlaufzeiten	
Weiterentwicklung des Angebots	zusammen mit Kunden, eigene Forschung und Entwicklung	
Wichtigste Herausforderungen	Energiesparmaßnahmen, Intensivierung des Umweltschutzes	
Bedeutungsgewinnende Verfahren	Badaufbereitung, Analytik im Bereich Reinigungstechnik	
Bedeutungsverlierende Verfahren	Reinigung mit Lösemitteln, Salzbad	

6 QUELLENVERZEICHNIS

- BIL10 Bilz, M.: Trends und Entwicklungen – Wie werden sich die Anforderungen an die Bauteilreinigung verändern? In: Vortrag zur Pressekonferenz der parts2clean 2010, Stuttgart.
- BIL11 Bilz, M.: Reinigung und Vorbehandlung von Oberflächen. In: mo Taschenbuch 2011/2012, München: I.G.T, S. 61.
- KRI07 Krieg, M.: Markt- und Trendanalyse in der industriellen Teilereinigung. Berlin: Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik, 2007.
- MUE03 Müller, K.-P.: Praktische Oberflächentechnik. Vorbehandeln – Beschichten – Beschichtungsfehler – Umweltschutz. 4. Aufl. Braunschweig: Vieweg, 2003, S. 35.
- VOR07 Vohrer, U.; Röder, O.: Nicht nur sauber, sondern rein – oder gar steril? In: mo Magazin für Oberflächentechnik (06.2007), S. 22 – 25.

Normen und Richtlinien

- DIN8580 DIN 8580, (09.2003) Fertigungsverfahren: Begriffe, Einteilung, Berlin: Beuth.
- DIN8592 DIN 8592, (09.2003) Fertigungsverfahren Reinigen: Einordnung, Unterteilung, Begriffe, Berlin: Beuth.

7 IMPRESSUM

IMPRESSUM

Herausgeber

Dipl.-Ing. (FH) Martin Bilz, M. Sc.

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Martin Bilz, M. Sc.

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Mankiewicz

Dipl.-Ing. Simon Motschmann

Gestaltung

Jeannette Baumgarten M.A.

Wichtiger Hinweis

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urhebergesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2013

Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
c/o Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik IPK

Pascalstraße 8-9
10587 Berlin

Tel.: +49 30 39006-100

Fax: +49 30 39110-37

martin.bilz@ipk.fraunhofer.de
www.allianz-reinigungstechnik.de

ISBN: 978-3-9814405-8-4