



Technische Sauberkeit in der E-Mobility

Leitfaden erstellt vom
Cleaning Excellence Center,
Leonberg

2024

Inhalt

Technische Sauberkeit im Kontext des Transformationsnetzwerks CARS 2.0	3
Einführung in die Technische Sauberkeit	5
Prozesskette Bauteilsauberkeit	5
Relevanz von Technischer Sauberkeit in der E-Mobilität	6
Übersicht angewandter Reinigungsverfahren	7
Relevante Normen für Technische Sauberkeit und deren Anwendung	9
Einflussfaktoren der Technischen Sauberkeit entlang von Fertigungsprozessen	12
Technische Sauberkeit in der Lieferkette	14
Fazit und Ausblick	16
Profil des Cleaning Excellence Center	17

Technische Sauberkeit im Kontext des Transformationsnetzwerks CARS 2.0

CARS 2.0 – Cluster Automotive Region Stuttgart

Damit insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) des Fahrzeug- und Maschinenbaus diesen Wandel meistern können und ihnen eine erfolgreiche Transformation gelingt, wurde mit dem Projekt „CARS 2.0“ (Cluster Automotive Region Stuttgart 2.0 – Transformationsnetzwerk für den Fahrzeug- und Maschinenbau) ein übergreifendes Gesamtkonzept verschiedener Partner unter Koordination der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH ins Leben gerufen. CARS 2.0 nutzt die spezifischen Kompetenzen der Beteiligten und macht sie für die Zielgruppen – KMU und Start-ups aus den Regionen Stuttgart und Neckar-Alb – zugänglich.

Das Gemeinschaftsprojekt CARS 2.0 wird von der WRS koordiniert. Projektpartner sind das Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft e.V., die Handwerkskammer Region Stuttgart, die Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart sowie die IG Metall Baden-Württemberg.

CARS2.0 wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Hintergrund, Zielsetzung und Umsetzung

Eine der zentralen Transformationsherausforderungen im Fahrzeugbau ist der Wechsel im Antriebsstrang, der zum Wegfall vieler Komponenten und zum Einsatz neuer Komponenten führt. Mit diesem Wechsel sind vielfältige Herausforderungen in der Produktion und Montage von Komponenten sowie den begleitenden sowie vor- und angelagerten Wertschöpfungsprozessen verbunden. Dazu zählt auch die Frage der technischen Sauberkeit von Komponenten, die allerdings noch nicht im Fokus vieler Akteure steht. Im Fahrzeugbau bekannte und bewährte Verfahren der technischen Sauberkeit wie z.B. wässrige Reinigungsverfahren sind für viele Komponenten der Elektromobilität nicht einsetzbar. Reinigungsverfahren aus anderen Anwendungsbereichen finden dagegen nun Eingang in den Fahrzeugbau. Lieferanten müssen sich nun erstmals mit Fragen der Bauteilreinigung auseinandersetzen oder nach anderen Lösungsansätzen suchen. Auch

für die Anbieter von Reinigungsanlagen und -dienstleistungen (wie Lohnreinigung und Analytik) stehen nun vor der Aufgabe, für neue Bauteile geeignete Reinigungslösungen anzubieten, die den geänderten Bauteileigenschaften (wie Material, Geometrien, Funktionalitäten etc.) Rechnung tragen.

Das vorliegende Whitepaper soll daher den betroffenen Akteuren – sowohl OEM, Komponentenhersteller als auch den Herstellern und Anbietern von Reinigungslösungen – eine erste Orientierung bieten, um die Anforderungen der Technischen Sauberkeit in der Elektromobilität besser einordnen zu können.

Das Whitepaper wurde durch das Cleaning Excellence Center (CEC) – dem Kompetenz- und Anwendernetzwerk zur Technischen Sauberkeit mit Sitz in Leonberg – erstellt. Das CEC hat dazu zunächst eine Arbeitsgruppe eingerichtet. In drei Sitzungen wurden mit den beteiligten Experten aus dem CEC-Netzwerk grundlegende Fragestellungen erörtert. Das CEC hat diese dann weiter ausgearbeitet und zu diesem Whitepaper aufbereitet.

Einführung in die Technische Sauberkeit

Technische Sauberkeit bezeichnet die Reduktion und Kontrolle von Partikeln und Verunreinigungen, die auf Bauteilen und in Baugruppen verbleiben, um Funktionsstörungen oder Schäden zu vermeiden. In der Fertigung bedeutet dies, dass Partikel, die an den Oberflächen von Bauteilen haften oder in Flüssigkeiten und Gasen enthalten sein können, auf ein Minimum reduziert werden. Diese Anforderung ist in Branchen wie der Automobilindustrie, Medizintechnik und Elektronikproduktion besonders wichtig. In der Automobilindustrie spielt die Technische Sauberkeit eine zunehmend bedeutende Rolle, da sie direkten Einfluss auf die Qualität, Langlebigkeit und Sicherheit von Fahrzeugkomponenten hat.

Prozesskette Bauteilsauberkeit

Die Prozesskette der Bauteilsauberkeit in der Produktion beginnt nach den Fertigungsprozessen mit der Vorbehandlung der Bauteile, bei der grobe Verunreinigungen und Produktionsrückstände wie beispielsweise Späne oder Schmiermittel entfernt werden, um die eigentliche Reinigung effektiver zu gestalten.

Darauf folgt der Schritt der Reinigung, bei dem die Bauteile mit speziellen Reinigungsmitteln und Verfahren – etwa durch Ultraschall, Hochdruckreinigung oder chemische Bäder – von feineren Verunreinigungen befreit werden. Nach der Reinigung werden die Bauteile, je nach Anwendung, zwischengelagert oder direkt weitergeleitet. Die nachfolgende Abbildung zeigt die schematische, grundsätzliche Abfolge der wesentlichen Prozessschritte in der Prozesskette Bauteilsauberkeit.



In der prozessbegleiteten Sauberkeitsanalyse wird geprüft, ob die Bauteile den festgelegten Sauberkeitsanforderungen entsprechen, indem z.B. Untersuchungen auf Partikelrückstände erfolgen.

Nach der Reinigung der Bauteile folgt die Verpackung in saubere, oft spezialisierte Behälter oder Schutzfolien, die den Schutz während der Lagerung/Transport bzw. für die Weiterverarbeitung gewährleisten und verhindern, dass neue Verunreinigungen anhaften. So wird sichergestellt, dass die Bauteile in der gewünschten Qualität für die nächsten Produktionsschritte bereitstehen.

Relevanz von Technischer Sauberkeit in der E-Mobilität

In der E-Mobilität – insbesondere in der Produktion von Batterien, Leistungselektronik und Elektromotoren – ist die Partikelfreiheit von zentraler Bedeutung. Kleinste Partikel und Verunreinigungen können zu Defekten führen, die in elektrischen und elektronischen Bauteilen schwerwiegende Auswirkungen haben. Die nachfolgenden Anwendungsbereiche verdeutlichen die Wichtigkeit der Technischen Sauberkeit im Bereich der E-Mobilität:

Batteriesysteme

Batteriesysteme bestehen aus verschiedenen Modulen und Zellpaketen, die sehr sensibel auf Verunreinigungen reagieren. Partikel innerhalb der Zellen können chemische Reaktionen hervorrufen, die zu Kurzschlüssen, Kapazitätsverlust oder im schlimmsten Fall zum Thermal Runaway, einem unkontrollierten Entladeprozess, führen können.

Elektromotoren und Leistungselektronik

Die Leistungselektronik in E-Fahrzeugen ist auf eine hohe Partikelfreiheit angewiesen. Partikel oder metallische Verunreinigungen auf Leiterplatten oder Halbleitern können zu Kurzschlüssen oder Durchschlägen führen, was die Funktionsfähigkeit des Motors beeinträchtigen könnte.

Kühlung und Wärmemanagement

Die Kühlung spielt eine entscheidende Rolle in E-Fahrzeugen, da sie dafür sorgt, dass kritische Bauteile wie Batterie und Elektromotor in einem sicheren Temperaturbereich betrieben werden. Verunreinigungen in Kühlkreisläufen können die Effizienz der Kühlung reduzieren und damit die Leistungsfähigkeit und Sicherheit gefährden.

Da Bauteile in E-Fahrzeugen immer komplexer und kompakter werden, wächst auch das Risiko, dass selbst kleinste Verunreinigungen Schäden verursachen. Somit ist die Sicherstellung einer hohen Technischen Sauberkeit essenziell für die Leistungsfähigkeit und Sicherheit moderner E-Fahrzeuge.

Übersicht angewandter Reinigungsverfahren

Die Reinigung ist ein zentraler Bestandteil des Qualitätsmanagements in der Produktion. Je nach Art und Empfindlichkeit der Bauteile kommen unterschiedliche Reinigungsverfahren zum Einsatz. Am weitesten verbreitet sind Reinigungsverfahren auf wässriger Basis. Bei der Produktion von E-Fahrzeugen sind jedoch bauteilabhängig alternative Verfahren erforderlich, da die Verträglichkeit der Komponenten mit Flüssigkeiten nicht gegeben ist. Nachfolgend sind alternative Anwendungen aufgeführt, die in der E-Mobilität ihre Anwendung finden:

Ultraschallreinigung

Mithilfe von hochfrequenten Schallwellen werden Partikel von Oberflächen gelöst und entfernt, auch an schwer zugänglichen Stellen wie Hohlräumen und Bohrungen. Die Ultraschallreinigung ist besonders geeignet für kleinere Bauteile, die eine hohe Sauberkeit erfordern, wie etwa Schrauben und Kontakte.

CO₂-Schneestrahlnreinigung

Dieses Verfahren setzt auf CO₂-Pellets, die bei Kontakt mit der Oberfläche der Bauteile Partikel ablösen. Der Kälteeffekt und die mechanische Abrasion durch die Pellets entfernen die Verunreinigungen effizient. Besonders gut geeignet für

empfindliche Oberflächen und komplexe Geometrien, wie sie in Leistungselektronik und Sensorik vorkommen.

Plasmareinigung

Bei der Plasmareinigung werden die Oberflächen mit ionisiertem Gas behandelt, um organische und anorganische Kontaminationen zu entfernen. Diese Methode eignet sich vor allem für die Vorbereitung von Oberflächen vor dem Beschichtungsprozess oder Lötprozess in der Leistungselektronik.

Trockenreinigung mit ionisiertem Luftstrom

Dieses Verfahren verwendet elektrostatisch geladene Luft, um Partikel von Oberflächen zu entfernen. Die Trockenreinigung kommt häufig bei großen Bauteilen zum Einsatz, die keine Flüssigkeit oder abrasiven Methoden vertragen, wie etwa Batteriemodule. Ein wichtiger Vorteil ist, dass das Verfahren rückstandsfrei ist und besonders bei empfindlichen Oberflächen eingesetzt werden kann.

Laserreinigung

Hierbei werden Verunreinigungen durch fokussierte Laserimpulse punktgenau von der Oberfläche entfernt. Diese Methode ist geeignet, um spezifische, hartnäckige Verunreinigungen ohne mechanischen Kontakt zu beseitigen. Eingesetzt wird die Laserreinigung besonders in der Endreinigung von Bauteilen oder an Stellen, an denen eine besonders präzise Reinigung notwendig ist.

Die dargestellten Reinigungsverfahren gewährleisten, dass die technischen Sauberkeitsanforderungen im gesamten Produktionsprozess eingehalten werden und die Bauteile den hohen Qualitätsstandards der E-Mobilität entsprechen.

Relevante Normen für Technische Sauberkeit und deren Anwendung

Die Technische Sauberkeit ist mittlerweile durch eine Vielzahl von Normen und Standards definiert, die Qualitätsanforderungen und Prüfmethoden festlegen. Diese Normen sind für Hersteller, Lieferanten und Partner innerhalb der E-

Mobilität von zentraler Bedeutung, um die Sicherheit und Langlebigkeit von Fahrzeugen zu gewährleisten. Zu den wichtigsten Standards zählen:

ISO 16232 (VDA 19)

Die ISO 16232 und das Pendant VDA 19 sind zentrale Standards für die Technische Sauberkeit in der Automobilindustrie. Sie umfassen Anforderungen zur Analyse und Bewertung der technischen Sauberkeit von Bauteilen, insbesondere in Bezug auf Partikelkontamination. VDA 19.1 und VDA 19.2 spezifizieren Anforderungen zur Probenentnahme, Prüfmethoden und Analysen entlang des gesamten Produktionsprozesses.

VDA 19.1 – „Prüfung der Technischen Sauberkeit – Partikelverunreinigung von Funktionsteilen in der Automobilindustrie“

Dieser Standard beschreibt die Partikelanalyse auf Bauteiloberflächen und definiert Methoden für die Bestimmung der Partikelgröße, der Partikelanzahl und deren Zusammensetzung. Er ist eine der zentralen Richtlinien, die für Komponenten in E-Fahrzeugen, insbesondere für Batterien und Elektromotoren, angewendet wird.

VDA 19.2 – „Technische Sauberkeit in der Montageumgebung“

Diese Erweiterung von VDA 19 befasst sich mit der Sauberkeit von Produktionsumgebungen und deren Einfluss auf das Endprodukt. Sie gibt unter anderem Richtlinien für Reinraumbedingungen, Reinigungsprozesse und Verpackungsanforderungen, die besonders für die Fertigung von E-Fahrzeugkomponenten relevant sind.

ISO 14644 – Reinraumtechnik

Diese Norm umfasst Richtlinien für die Einrichtung, Überwachung und Kontrolle von Reinräumen und reinen Umgebungen, die auch in der Produktion von E-Komponenten wie Batteriezellen und Leistungselektronik eine Rolle spielen. ISO 14644 definiert unter anderem Reinraumklassen und Maßnahmen zur Sicherstellung der Partikelfreiheit in der Luft.

Anwendung der Normen in der E-Mobilität

Die Technische Sauberkeit spielt in verschiedenen Bereichen der E-Mobilität eine entscheidende Rolle und setzt auf die Einhaltung der genannten Normen zur Gewährleistung einer hohen Bauteilqualität und -sicherheit. Die Anwendung der Normen erfolgt dabei in unterschiedlichen Produktionsphasen und Produktbereichen:

Batterieproduktion

Die ISO 16232/VDA 19.1 wird zur Partikelanalyse und Qualitätssicherung in der Zellproduktion angewendet, um sicherzustellen, dass Batteriekomponenten partikelfrei sind und die Gefahr eines Kurzschlusses minimiert wird. Durch ISO 14644-konforme Reinräume können saubere Umgebungen für die Herstellung der Batteriemodule geschaffen werden, die das Risiko einer Partikelkontamination und die daraus resultierende potenzielle Schädigung der Zellen reduzieren.

Elektromotoren und Leistungselektronik

In der Produktion von Elektromotoren und Leistungselektronik wird VDA 19.2 herangezogen, um die Sauberkeit der Montageumgebung sicherzustellen. Dies verhindert Partikelkontaminationen, die auf der Oberfläche oder in den Lagerstellen von Rotoren und Statoren Kurzschlüsse oder mechanischen Verschleiß verursachen könnten. Bei der Montage von Leistungselektronikmodulen wird ebenfalls auf die ISO 16232/VDA 19.1 Bezug genommen, um sicherzustellen, dass Leiterplatten und Halbleiteroberflächen frei von Partikeln sind, welche die elektrische Funktion beeinträchtigen könnten.

Kühlkreisläufe und Wärmemanagement

In der E-Mobilität ist das Wärmemanagement entscheidend, da eine effiziente Kühlung die Lebensdauer der Batterie und der Leistungselektronik verlängert. Die Technische Sauberkeit der Kühlkreisläufe wird ebenfalls durch die Vorgaben der ISO 16232 überwacht. Dies umfasst unter anderem die Vermeidung von Partikeln in Flüssigkeitskreisläufen, die zu Ablagerungen und einer reduzierten Wärmeleitfähigkeit führen könnten.

Qualitätssicherung und Lieferantenaudits

ISO 16232 und VDA 19.2 bieten auch eine Grundlage für Lieferantenaudits, bei denen die Technische Sauberkeit von Bauteilen und Produktionsprozessen geprüft wird. Da viele Bauteile in der E-Mobilität von Drittanbietern geliefert werden, sind regelmäßige Sauberkeitsaudits unerlässlich, um eine gleichbleibende Produktqualität zu gewährleisten. Lieferanten, die kritische Bauteile wie Batteriemodule oder elektronische Steuergeräte liefern, müssen nach den Sauberkeitsanforderungen der OEMs arbeiten und diese in ihren Produktionsprozessen durchgängig dokumentieren.

Verpackung und Transport

Die ISO 16232 berücksichtigt zudem die Anforderungen an die Verpackung und den Transport von Bauteilen und Materialien. Spezielle Sauberkeitsverpackungen, wie dichte Folien oder gereinigte Behälter, gewährleisten den partikelfreien Transport der Bauteile und verhindern die Kontamination während der Lagerung und Lieferung.

Die Normen zur Technischen Sauberkeit, wie ISO 16232, VDA 19 und ISO 14644, bilden somit die Grundlage für eine qualitätsgesicherte Produktion in der E-Mobilität. Sie sorgen durch klare Vorgaben für Partikelkontrolle, Reinraumstandards und Sauberkeitsanalysen in allen Produktions- und Logistikphasen dafür, dass kritische Bauteile wie Batterien, Elektromotoren und Kühlkreisläufe frei von Kontaminationen bleiben. Die konsequente Anwendung dieser Normen minimiert die Gefahr von Ausfällen durch Verunreinigungen und stellt die Langlebigkeit und Funktionalität der Komponenten sicher. Insgesamt leisten die Standards so einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner E-Fahrzeuge.

Einflussfaktoren der Technischen Sauberkeit entlang von Fertigungsprozessen

Die Anforderungen an die Technische Sauberkeit in der E-Mobilität variieren je nach Fertigungsprozess und Bauteilart. Eine umfangreiche Übersicht der Anwendungsfelder, Anforderungen und Einflussfaktoren findet sich in der Mindmap „TecSa-Themenfeld bei der E-Mobility“ dargestellt (Anlage 1).

Im Folgenden werden exemplarisch zwei Fertigungsprozesse aus dem Bereich der E-Mobilität mit ihren jeweiligen Prozessschritten detailliert vorgestellt. Ziel ist es, die Herausforderungen und jeweiligen Einflussfaktoren der Prozesskette auf die Reinigungsqualität zu verdeutlichen.

Der Beispielprozess 1 zeigt exemplarisch die einzelnen Prozessschritte zur Herstellung eines Aluminium-Gehäuses für den Einsatz von Batteriezellen auf.

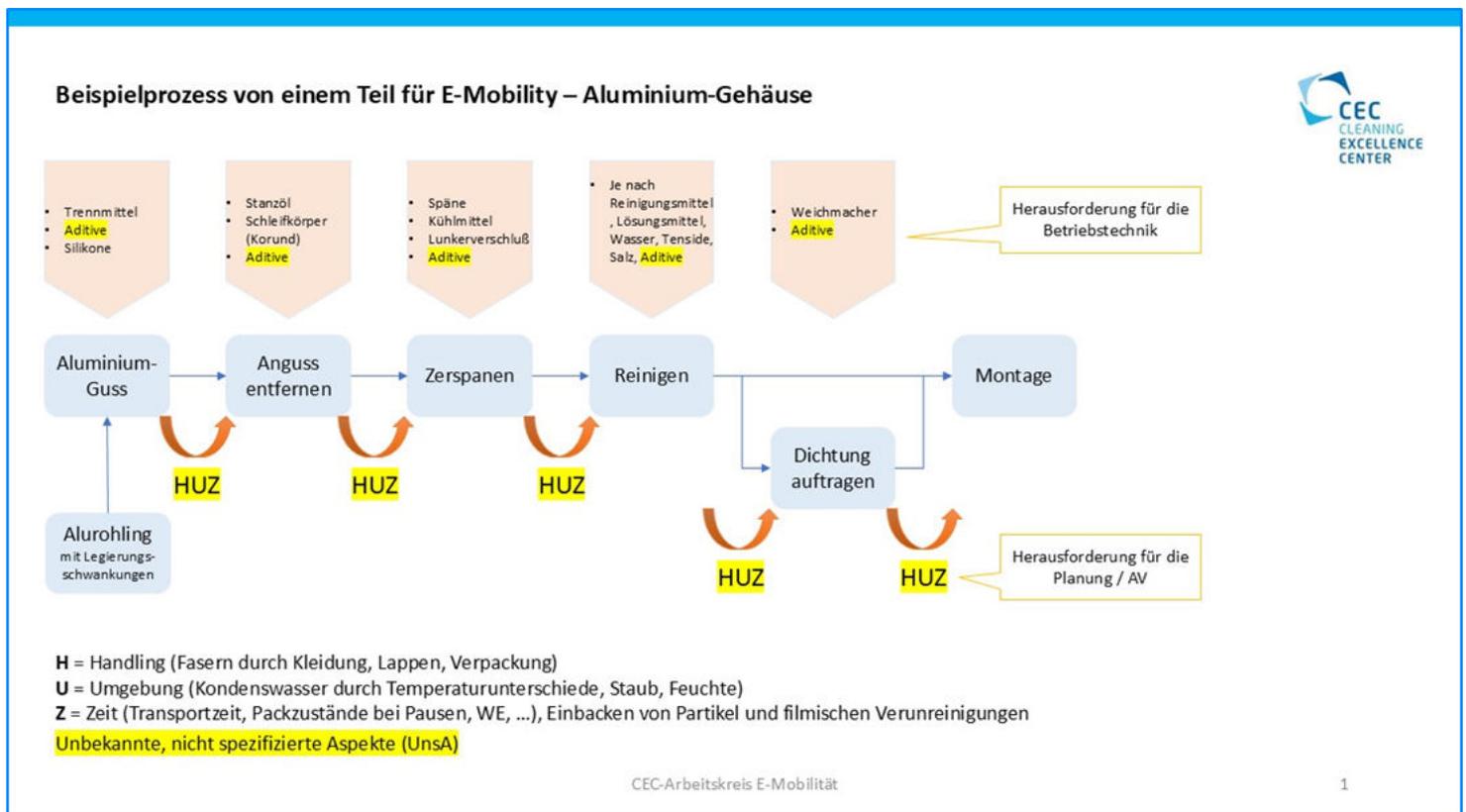


Abbildung 1: Beispielprozess Aluminium-Gehäuse

Entlang der Prozesskette sieht sich die Betriebstechnik in den einzelnen Prozessschritten mit unterschiedlich kontrollierbaren Einflussfaktoren konfrontiert. Während sich Einflüsse durch Trennmittel, Schmierstoffe oder Späne meist noch gut beherrschen lassen, stellen Additive eine besondere Herausforderung dar. Veränderungen in deren Zusammensetzung und Rezeptur können die Reinigungsqualität erheblich beeinflussen. Da diese Anpassungen für die Anwender oft unsichtbar bleiben, wird die Sicherstellung einer konstant hohen Reinigungsqualität zu einer anspruchsvollen Aufgabe.

Der Beispielprozess 2 hingegen verdeutlicht exemplarisch die einzelnen Prozessschritte zur Herstellung von Hairpin-Kontakten für Statoren in elektrischen Motoren und Generatoren.

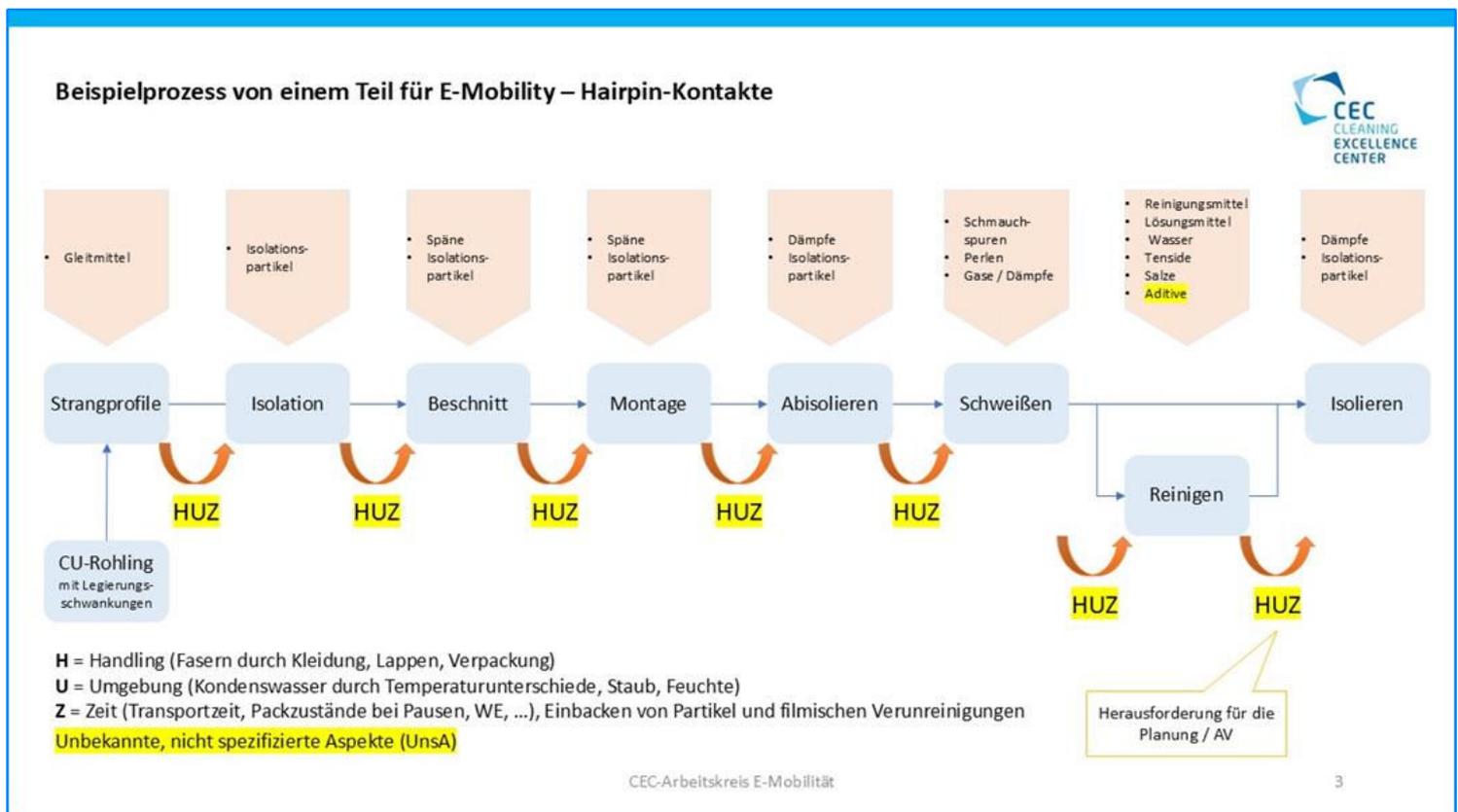


Abbildung 2: Beispielprozess Hairpin-Kontakt

Bei der Herstellung von Hairpin-Kontakten wirken ebenfalls verschiedene Einflussfaktoren auf die Betriebstechnik ein, wobei der Einfluss von Additiven im Vergleich zu Beispielprozess 1 jedoch deutlich geringer ist. Während der

Prozesskette werden die Bauteile mehrfach transportiert und zwischengelagert. Aufgrund der hohen Anzahl an Einzelprozessschritten gewinnen die Faktoren Zeit und Logistik dadurch stark an Bedeutung. Dabei erhöht sich das Risiko einer ungewollten Kontamination der Bauteile, auf die der nachfolgende Reinigungsprozess möglicherweise nicht ausgelegt ist. Die Steuerung der Logistikprozesse stellt daher eine wesentliche Herausforderung für die Planung und Arbeitsvorbereitung dar, um den Einfluss von Fremdkontaminationen auf die Reinigungsqualität möglichst gering zu halten.

Technische Sauberkeit in der Lieferkette

Die Anforderungen an die Technische Sauberkeit sind nicht nur in der eigenen Produktion relevant, sondern müssen in der gesamten Lieferkette (Supply Chain) beachtet werden. Bereits verunreinigte Materialien können die Sauberkeit nachfolgender Prozesse beeinträchtigen und damit die Qualität des Endprodukts gefährden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die potenziellen Einflussnahmen und deren Auswirkungen anhand eines Lieferanten bei der Betrachtung der Lieferkette auf.

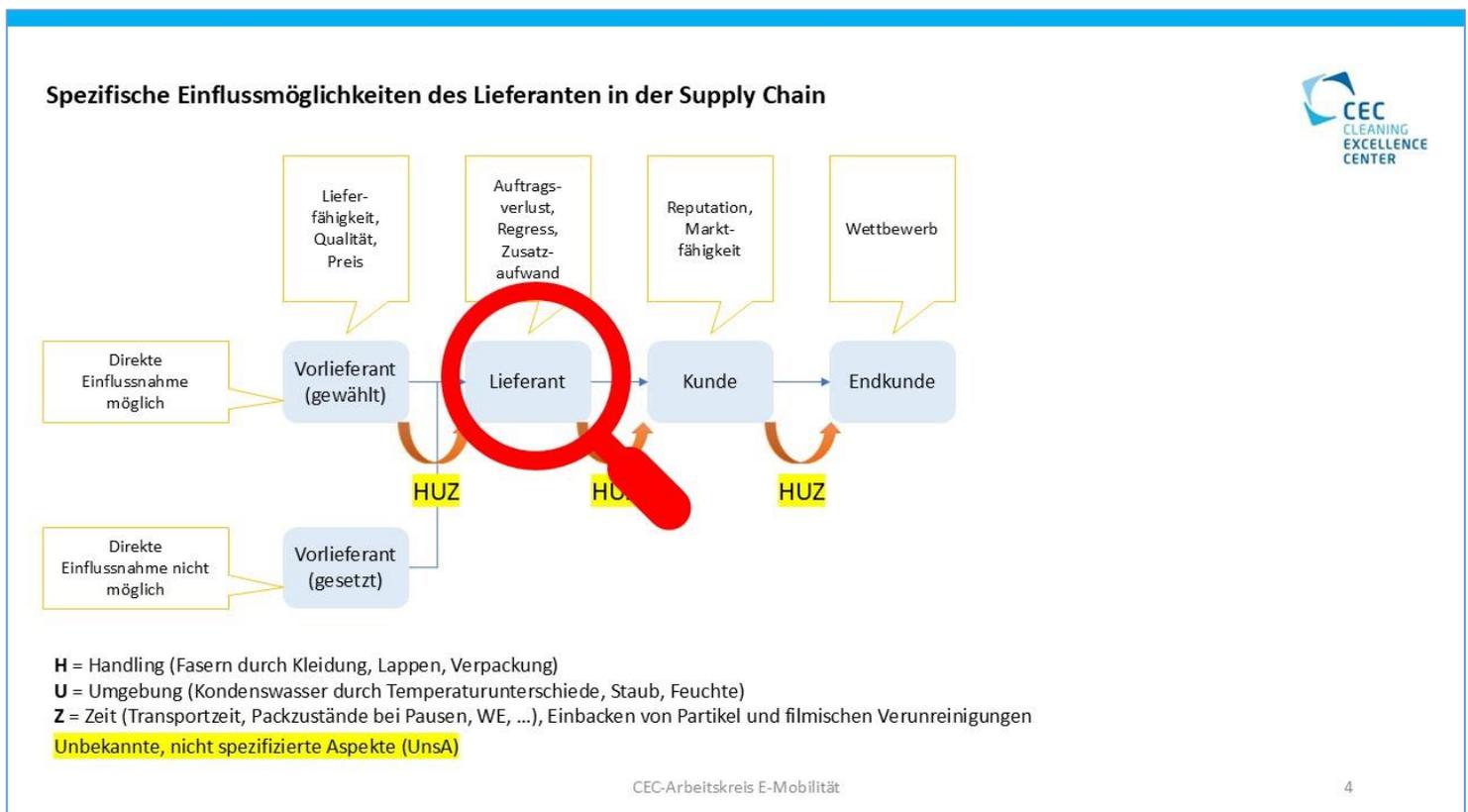


Abbildung 1: Lieferanteneinfluss entlang der Lieferkette

Ausgehend von der oben dargestellten Lieferkette wird in der nachfolgenden Abbildung der Umgang innerhalb des Lieferanten-Unternehmens im Umgang mit Sauberkeitsanforderungen noch einmal detaillierter betrachtet.

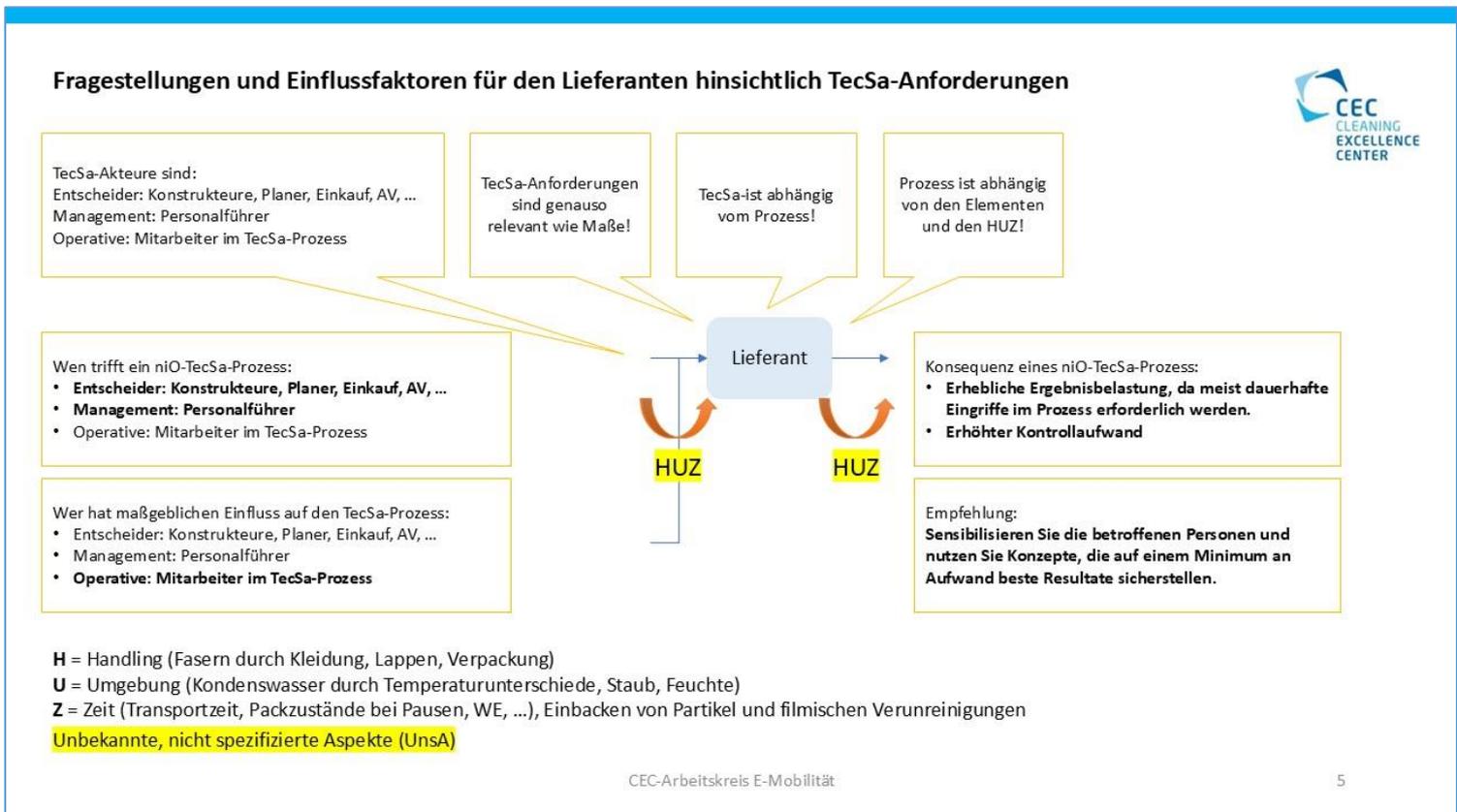


Abbildung 2: Umgang mit TecSa-Anforderungen speziell für den Lieferanten

Anforderungen an Zulieferer entlang der Supply Chain

Die Sauberkeitsspezifikationen müssen klar an die Lieferanten kommuniziert werden. Regelmäßige Audits und Sauberkeitsprüfungen stellen sicher, dass die Anforderungen erfüllt werden. Jeder angelieferte Bauteil muss eine eingehende Prüfung durchlaufen, um sicherzustellen, dass keine Kontaminationen in den Produktionsprozess gelangen. Sauberkeitsanforderungen gelten nicht nur für die Herstellung, sondern auch für die Verpackung und den Transport von Bauteilen. Spezielle Schutzverpackungen und geregelte Transportbedingungen helfen, das Eindringen von Partikeln zu vermeiden.

Eine enge Zusammenarbeit mit den Lieferanten durch Schulungen und klare Spezifikationen ist förderlich, um das Verständnis für die Technische Sauberkeit zu steigern.

Fazit und Ausblick

Technische Sauberkeit ist in der E-Mobilität nicht nur ein Qualitätsmerkmal, sondern eine Grundvoraussetzung für die sichere und zuverlässige Funktion. Die Sicherstellung der Sauberkeitsgrenzwerte in der Produktion und entlang der Lieferkette wird zunehmend durch strengere Standards und Regularien unterstützt. Die Betrachtung der gesamten Fertigungskette, von der Bauteileingangsprüfung bis zur Endmontage, verdeutlicht, dass nur durch eine ganzheitliche Strategie unter Einbeziehung aller Lieferanten die strengen Sauberkeitsanforderungen erfüllt werden können.

Durch die kontinuierliche Verbesserung von Reinigungsprozessen und die konsequente Umsetzung in der Produktion und Lieferkette trägt die Technische Sauberkeit maßgeblich zur Qualität und Sicherheit moderner E-Fahrzeuge bei.

Profil des Cleaning Excellence Center

Das Cleaning Excellence Center (CEC) ist das Kompetenz- und Anwendernetzwerk für die industrielle Bauteil- und Oberflächenreinigung mit zentralem Sitz in Leonberg bei Stuttgart. Unterstützt wird das Netzwerk durch die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS).

Ziel des CEC ist es, Unternehmen aus den verschiedensten Bereichen der Prozesskette Technische Sauberkeit und deren Anwendern die Plattform für praxisbezogene Aufgabenstellungen zu bieten.

Die CEC-Mitglieder profitieren vom praxisorientierten Erfahrungsaustausch und erhalten informative Einblicke in die Umsetzung von innovativen Technologien und logischen Prozessen. Die ganzheitliche Betrachtung der Prozesskette Technische Sauberkeit mit den umgebenden Fertigungsprozessen liefert dabei den Grundstein für pragmatische Lösungsansätze.

Das CEC bündelt bestehendes Wissen bezüglich Anforderungen und Problemlösungen im erweiterten Bereich der industriellen Bauteil- und Oberflächenreinigung und bereitet dieses gemeinsam mit den Mitgliedern qualifiziert auf. Das CEC unterstützt zudem bei konkreten Fragestellungen durch z.B.:

- Zusammenführung verschiedenster Anspruchsgruppen und Kompetenzträger
- Sensibilisierung für die stetig steigende Bedeutung der Technologien
- Erarbeitung und Betreuung von themenorientierten Projekten
- Allgemeine und zielgruppenorientierte Schulungsangebote
- Information über aktuelle Entwicklungen und Trends
- Arbeitskreise, Fachveranstaltungen und Messen

Kontakt

Kompetenznetzwerk für Industrielle Bauteil- und Oberflächenreinigung Leonberg e.V. (CEC)
Mollenbachstraße 14
71229 Leonberg

Ansprechpartner

Herr Steffen Habertzettl
+49 7152 3308471
info@cec-leonberg.de
www.cec-leonberg.de

