Kunststoffkomponenten in Waschmaschinen mit Ultraschall fügen

Technische Anforderungen, typische Anwendungen und Potenziale für eine reproduzierbare Serienfertigung



Inhaltsverzeichnis

Display und Light Guide sicher in das Waschmaschinen-Front-Panel integrieren 3
Front Panel im Fokus: Wenn Design, Funktion und Fertigung zusammenspielen 4
Die Herausforderung liegt im Zusammenspiel von Bauteil, Material und Prozess 5
Von der Bauteilauslegung zum kontrollierbaren Ultraschall-Fügeprozess 6
Vom sicheren Bauteildesign zur skalierbaren Serienfertigung 7
Der nächste Schritt: Die Front-Panel-Anwendung gemeinsam validieren 8
Mit Herrmann zur idealen Verbindung 9

Display und Light Guide sicher in das Waschmaschinen-Front-Panel integrieren

Executive Summary

Das Front Panel prägt die Bedienung und den sichtbaren Qualitätseindruck einer Waschmaschine. Display und Light Guide müssen darin präzise positioniert, dauerhaft fixiert und ohne sichtbare Beeinträchtigungen integriert werden. Bereits geringe Abweichungen an Fügestellen, Bauteilaufnahmen oder Referenzflächen können die Lichtführung, die Ablesbarkeit und das Erscheinungsbild beeinflussen. Gleichzeitig muss die Verbindung mechanischen Belastungen sowie den Bedingungen einer automatisierten Serienfertigung standhalten.

Die Herausforderung liegt im Zusammenspiel von Display, Light Guide und Träger. Unterschiedliche Werkstoffe und Funktionen stellen dabei spezifische Anforderungen an Bauteildesign, Energieeinleitung und Abstützung. Ob und wie sich eine konkrete Materialkombination mit Ultraschall fügen lässt, muss deshalb für die jeweilige Baugruppe geprüft werden.

Die Ultraschall-Fügetechnologie bringt die erforderliche Energie lokal in den Bereich der Verbindung ein. Ein abgestimmtes Konzept aus Bauteildesign, Aufnahme, Sonotrode und Prozessparametern kann dazu beitragen, Display und Light Guide reproduzierbar zu positionieren und zu befestigen. Überwachbare Prozessverläufe unterstützen die Beurteilung, ob definierte Prozessgrenzen in der Serienfertigung eingehalten werden.

Für Entwicklung und Konstruktion bedeutet dies, die Fügetechnik frühzeitig in Materialwahl, Geometrie und Toleranzkonzept einzubeziehen. Produktion und Process Engineering erhalten damit eine belastbare Grundlage für Automation, Prozessüberwachung und skalierbare Fertigung.

Dieses Whitepaper zeigt, welche Anforderungen bei der Integration von Display und Light Guide im Waschmaschinen-Front-Panel zu berücksichtigen sind und wie eine anwendungsspezifisch ausgelegte Ultraschalllösung zur optischen Qualität, präzisen Positionierung und mechanischen Festigkeit beitragen kann.

Drei Ziele, eine abgestimmte Fügelösung

- Optische Qualität: Sichtflächen, Lichtführung und Ablesbarkeit schützen.
- Präzise Positionierung: Komponenten reproduzierbar zur Referenzgeometrie ausrichten.
- Mechanische Festigkeit: Display und Light Guide dauerhaft im Front Panel fixieren

Front Panel im Fokus

Das Front Panel einer modernen Waschmaschine vereint sichtbare Designflächen, Bedienfunktionen und elektronische Komponenten in einer kompakten Baugruppe. Display/HMI, Light Guides, Bedienelemente und Trägerstrukturen müssen dabei präzise aufeinander abgestimmt werden. Das Front Panel ist damit eine Baugruppe mit mehreren potenziellen Fügeaufgaben.

Für dieses Whitepaper stehen Display-/Sichtbereich und Light Guide im Mittelpunkt. Als Referenzsystem betrachten wir einen Display-/Sichtbereich aus PC, einen Light Guide aus PMMA und eine tragende Struktur aus ABS oder PC/ABS. Die konkrete Werkstoffkombination ist eine Referenzkonfiguration und muss für die jeweilige Anwendung validiert werden.

Damit treffen drei Qualitätsziele unmittelbar aufeinander. Optische Qualität verlangt, dass sichtbare Bereiche während des Fügens nicht unerwünscht beeinträchtigt werden. Präzise Positionierung ist erforderlich, damit die beteiligten Komponenten reproduzierbar innerhalb der vorgesehenen Referenzgeometrie sitzen. Gleichzeitig muss die Baugruppe eine definierte mechanische Belastbarkeit erreichen.

Für Entwicklung und Produktion entsteht daraus eine gemeinsame Aufgabe: Die angestrebte Fügequalität muss bereits bei der Gestaltung der Baugruppe berücksichtigt werden.

Für die Konstruktion stehen insbesondere funktionale Anforderungen, Referenzierung und die Gestaltung der Fügesituation im Vordergrund. Das Process Engineering benötigt daraus eine klar definierte Ausgangssituation für die spätere Werkzeug- und Prozessauslegung.



Drei Anforderungen an eine Baugruppe

- Optische Qualität: Sicht- und Funktionsflächen dürfen durch den Fügeprozess nicht unzulässig beeinträchtigt werden.
- Präzise Positionierung: Display-/Sichtbereich und Light Guide müssen innerhalb der konstruktiv definierten Referenzgeometrie reproduzierbar angeordnet werden.
- Mechanische Festigkeit: Die Verbindung muss die für die konkrete Anwendung definierten mechanischen Anforderungen erfüllen.

Zusammenspiel von Bauteil, Material und Prozess

Bei Display und Light Guide entscheidet nicht eine einzelne Einflussgröße über die Qualität der Baugruppe. Das Ergebnis entsteht aus dem Zusammenspiel von Werkstoffen, Bauteilgeometrie, Toleranzen, Aufnahme, Werkzeug und Fügeprozess. Besonders bei sichtbaren Front-Panel-Komponenten müssen deshalb mehrere Anforderungen gleichzeitig berücksichtigt werden.

Werkstoffe und Fügesituation müssen zusammenpassen.

Die Referenzkonfiguration aus PC, PMMA und ABS beziehungsweise PC/ABS umfasst Werkstoffe mit unterschiedlichen Aufgaben innerhalb der Baugruppe. Die Auswahl eines Kunststoffs allein beantwortet jedoch noch nicht, ob eine konkrete Verbindung ultraschallgerecht ausgelegt werden kann. Die Fügestelle muss im Kontext der tatsächlichen Komponenten betrachtet werden.

Toleranzen beeinflussen die reproduzierbare Positionierung.

Display-/Sichtbereich, Light Guide und Träger benötigen definierte Referenzgeometrien. Schwankungen entstehen bereits vor dem eigentlichen Fügeprozess. Werden diese Wechselwirkungen erst in der Produktion sichtbar, wird eine eindeutige Zuordnung zwischen Bauteileinfluss und Prozesseinfluss schwieriger.

Die Bauteilabstützung wird Teil des Fügekonzepts.

Gerade bei einer Baugruppe mit sichtbaren und funktionalen Komponenten sollten Fügezone, Aufnahme und Werkzeugkontakt gemeinsam betrachtet werden.

Optische Qualität und Festigkeit müssen gemeinsam bewertet werden.

Bei Waschmaschinen-Front-Panels ist die Verbindung nicht allein nach mechanischen Kriterien zu beurteilen. Die Qualitätsbewertung muss das Erscheinungsbild ebenso wie die funktionale Verbindung berücksichtigen.

Vier Fragen vor der Prozessauslegung

- Werkstoff: Ist die konkrete Materialkombination für die vorgesehene Fügesituation geeignet?
- Geometrie: Sind Fügezone und Referenzflächen für die Baugruppe eindeutig definiert?
- Toleranzen: Welche Bauteilschwankungen beeinflussen Position und Verbindung?
- Abstützung: Kann die Baugruppe während des Fügens definiert aufgenommen und abgestützt werden?

Diese Fragen verbinden Konstruktion und Produktion bereits vor der Parameteroptimierung. Erst wenn die wesentlichen Einflüsse auf die Verbindung verstanden und konstruktiv berücksichtigt sind, kann der Fügeprozess gezielt darauf abgestimmt werden.

Von der Bauteilauslegung zum kontrollierbaren Ultraschall-Fügeprozess

Beim Ultraschallfügen werden thermoplastische Komponenten durch hochfrequente mechanische Schwingungen verbunden. Die dafür erforderliche Erwärmung entsteht konzentriert im Bereich der Fügestelle. Für Display und Light Guide im Waschmaschinen-Front-Panel ist damit jedoch noch keine fertige Lösung definiert: Ob das Verfahren für die konkrete Baugruppe geeignet ist, hängt von Werkstoff, Geometrie, Zugänglichkeit und den geforderten Qualitätseigenschaften ab.

Eine geeignete Fügezone muss gemeinsam mit den Referenzflächen und Toleranzen der Komponenten betrachtet werden. Definierte Aufnahmen und kontrollierte Prozessbewegungen können eine reproduzierbare Montageposition unterstützen. Die Konstruktion schafft damit wesentliche Voraussetzungen für den späteren Serienprozess.

Werkzeug und Aufnahme übertragen das Bauteilkonzept in den Prozess.

Sonotrode, Aufnahme und Bauteilgeometrie müssen als zusammenhängendes System entwickelt werden. Wie diese Elemente konkret ausgelegt werden, muss anhand der realen Geometrie validiert werden.

Reproduzierbare Prozessparameter, die Überwachung relevanter Prozessverläufe und die Erkennung von Abweichungen gegenüber definierten Prozessgrenzen unterstützen die Beurteilung der konkreten Fügeaufgabe.

Damit ergibt sich eine klare Entwicklungskette: Bauteildesign definiert die Fügesituation. Werkzeug und Aufnahme setzen diese konstruktiven Randbedingungen im Prozess um. Überwachbare Prozessparameter unterstützen schließlich die Beherrschung der Serienfertigung. Die Ultraschalllösung entsteht aus der abgestimmten Auslegung dieser Elemente und nicht allein aus einer nachträglichen Parameteroptimierung.

Vier Bausteine der Ultraschalllösung

- Bauteildesign: Werkstoffkombination, Fügezone, Referenzflächen und Toleranzen anwendungsbezogen festlegen.
- Bauteilaufnahme: Komponenten während des Fügeprozesses definiert positionieren und abstützen.
- Werkzeugauslegung: Sonotrode und Aufnahme auf Bauteilgeometrie und konkrete Fügesituation abstimmen.
- Prozessüberwachung: Relevante Prozessverläufe überwachen und Abweichungen gegenüber festgelegten Prozessgrenzen erkennen.

Die definierten Qualitätsziele müssen in Bauteil- und Werkzeugauslegung übersetzt und anschließend an der realen Baugruppe validiert werden. Erst diese Validierung zeigt, ob die konkrete Ultraschalllösung die Anforderungen des Front Panels erfüllt.

Vom sicheren Bauteildesign zur skalierbaren Serienfertigung

Für Waschmaschinenhersteller beginnt der Nutzen einer abgestimmten Ultraschalllösung bereits in der Produktentwicklung. Wenn Konstruktion und Process Engineering auf einem gemeinsamen Verbindungskonzept aufbauen, lassen sich Anforderungen an Bauteil und Serienprozess frühzeitig zusammenführen.

Bei Display und Light Guide beeinflussen konstruktive Vorgaben die spätere Positionierung und Fügesituation. Das Process Engineering kann die daraus entstehende Fügesituation anschließend in Werkzeug-, Aufnahme- und Prozesskonzept übersetzen. So entsteht eine durchgängige technische Verbindung zwischen Bauteildesign und Fertigungsprozess.

Serienprozesse kontrollierbar gestalten.

Reproduzierbare Prozessparameter und überwachte Prozessverläufe schaffen eine Grundlage, den Fügeprozess nicht ausschließlich anhand des fertigen Bauteils zu beurteilen, sondern relevante Prozessinformationen in die Qualitätsbetrachtung einzubeziehen.

Automation und kurze Produktionszyklen unterstützen.

Für eine Front-Panel-Produktion mit entsprechenden Stückzahlen kann Ultraschallfügen insbesondere dort relevant sein, wo Fügen, Handling und nachfolgende Montageschritte in einem automatisierten Produktionskonzept zusammenspielen.

Zusätzliche Fügemittel vermeiden.

Beim Ultraschallfügen sind keine zusätzlichen Fügemittel wie Klebstoffe oder separate Befestigungselemente erforderlich. Ob und in welchem Umfang daraus bei einer konkreten Front-Panel-Anwendung ein wirtschaftlicher Vorteil entsteht, muss anhand des jeweiligen Produktionskonzepts bewertet werden.

Mehrwert aus zwei Perspektiven

- Entwicklung und Konstruktion: Fügesituation frühzeitig einbeziehen, Referenzflächen und Toleranzen abstimmen, Qualitätsanforderungen in das Verbindungskonzept überführen.
- Produktion und Process Engineering: reproduzierbare Prozessparameter nutzen, Prozessverläufe überwachen, Automation berücksichtigen und ohne zusätzliche Fügemittel konzipieren.

Der entscheidende Mehrwert liegt im durchgängigen Verbindungskonzept vom Bauteildesign bis zur Serienfertigung. Eine belastbare Lösung entsteht, wenn konstruktive Anforderungen, Werkzeugauslegung und Prozessführung gemeinsam entwickelt und an der realen Baugruppe validiert werden. Der wirtschaftliche Nutzen lässt sich anschließend anhand der konkreten Produktionsbedingungen bewerten.

Der nächste Schritt: Die Front-Panel-Anwendung gemeinsam validieren

Aus der technischen Betrachtung folgt ein klarer nächster Schritt: Die Fügesituation muss anhand der realen Front-Panel-Baugruppe bewertet werden. Erst die tatsächlichen Komponenten ermöglichen eine belastbare Aussage darüber, ob und wie Display-/Sichtbereich, Light Guide und Träger mit Ultraschall gefügt werden können.

Dafür sind die Unterstützung bei Bauteil- und Fügegeometrie, grundsätzliche Machbarkeitsbetrachtungen sowie gemeinsame Versuche zur Ermittlung und Optimierung von Werkzeugkonturen und Prozessgrenzen relevant.

Entwicklung und Process Engineering profitieren von einer gemeinsamen Betrachtung: Die Entwicklung bringt Werkstoffe, Geometrien, Toleranzen und Qualitätsanforderungen ein. Auf dieser Grundlage lässt sich untersuchen, wie die Fügesituation prozesstechnisch umgesetzt und überwacht werden kann.

Was für die Anwendungsbewertung benötigt wird

- Reale Bauteile: Display-/Sichtbereich, Light Guide und Träger beziehungsweise vollständige Front-Panel-Baugruppe.
- Werkstoffe: genaue Materialtypen der zu betrachtenden Komponenten.
- Geometriedaten: Fügezone, Referenzflächen und relevanter Bauraum.
- Qualitätsanforderungen: Kriterien für Optik, Positionierung und mechanische Festigkeit.
- Produktionsanforderungen: Randbedingungen der vorgesehenen Montage und Automation.



Mit Herrmann zur idealen Verbindung

Unsere Trusted Advisor: Immer dort, wo Sie uns brauchen

Mit über 65 Jahren Ultraschall-Erfahrung und mehr als 2.000 gelösten Anwendungen pro Jahr wissen wir, worauf es beim Verbinden von Kunststoffen ankommt. Von diesem Fachwissen profitieren Sie in jeder Phase der Zusammenarbeit: von der gemeinsamen Design-Entwicklung Ihrer Anwendung über die ersten Schweißversuche bis hin zur Inbetriebnahme der Systeme in Ihrer Anlage und darüber hinaus.

Auf unsere Trusted Advisor können Sie sich verlassen – zu jeder Zeit, an jedem Ort. Unsere weltweit 27 Tech-Center verfügen über alles, was wir für erste, aussagekräftige Machbarkeitstests Ihrer Anwendung benötigen. Besuchen Sie uns an einem Standort in Ihrer Nähe und lassen Sie sich von unserer innovativen Fügetechnologie begeistern!



Vereinbaren Sie jetzt Ihr unverbindliches Beratungsgspräch!

Marc Glabisch und Team

+49 7248 79-0

plastics@herrmannultraschall.com

www.herrmannultraschall.com

BONDING – MORE THAN MATERIALS

Impressum



Herrmann Ultraschalltechnik GmbH & Co. KG
Descostraße 3-11
D-76307 Karlsbad
Tel. +49 7248 79-0
Fax: +49 7248 79-1039
info@herrmannultraschall.com