

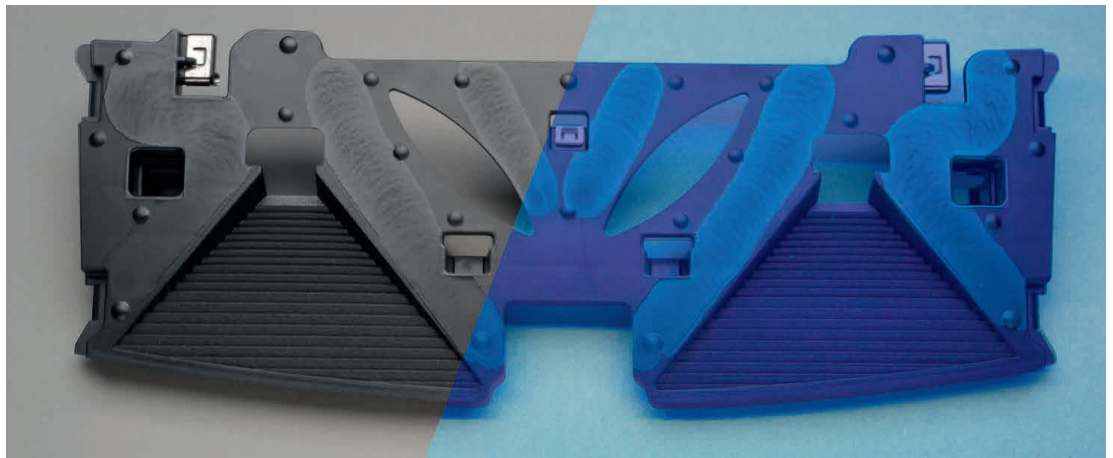
Langlebige Klebeverbindungen für sicherheitsrelevante Komponenten

## Verlässliche Beschichtung

Die sicherheitsrelevanten Teile der Überwachungssysteme für autonomes Fahren, die starken Temperaturschwankungen und Vibrationen ausgesetzt sind, bestehen aus Metall und/oder Kunststoff. Sie werden durch langlebige Klebeverbindungen in ihrer genau definierten Position gehalten. Dabei sind die Anforderungen diffizil, denn der Klebstoff muss sich auf einer Seite an einer Vielzahl verschiedener Metalle und Kunststoffe und auf der anderen Seite an Glas „festhalten“ können.

Spurenbeschichtung mit KleverPlast-tech UV. Beschichtet sind nur die kleberelevanten Stellen – einfach nachweisbar durch den UV-Tracer im Beschichtungsprodukt. Die Streulichtblende bleibt frei.

© Klever



Eine dauerhafte Fixierung und präzise Positionierung vernetzter und automatisierter Kamera- und Sensorsysteme setzt die Langlebigkeit der Klebeverbindung zum Fahrzeug in einem ständig wechselnden Klima voraus. Schließlich findet die Integration einer wachsenden Anzahl von Sensoren im ganzen Spektrum der Mobilität statt, wie Autos, Lastwagen, Bussen, Mähdreschern oder Zügen. Die Klever Beschichtungstechnik GmbH & Co. KG unterstützt diesen Prozess mit geeigneten Beschichtungen für Metall und Kunststoff.

Ursprünglich konzentrierte sich Klever auf den Korrosionsschutz von Metallteilen, erkannte jedoch schnell die Bedeutung von Beschichtungen für sichere Verklebungen. Eine sichere Verklebung erfordert nicht nur einen starken, aber dennoch flexiblen Klebstoff, um die verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten unterschiedlicher Materialien auszugleichen, sondern auch die Fähigkeit, sich mit Metall und Kunststoff zu verbinden. Die Bedeutung der Klever-Beschichtungen hat sich in den letzten Jahren erweitert, aktuell beschichtet das

Unternehmen zu diesem Zweck jährlich etwa acht Millionen Kunststoffteile. Die Herausforderung besteht hier darin, den verschiedenen Klebstoffen der Automobilhersteller für Metall- und Kunststoffteile eine Oberfläche ohne Störgrößen wie zum Beispiel freie Lösemittel oder Trennmittelverunreinigungen zur Verfügung zu stellen, natürlich mit einer starken Bindung an die Metall- oder Kunststoffplatte. Deshalb kommen jetzt kaum sichtbare, aber effektive Helfer zum Einsatz, um Spiegel, Kameras und Sensoren zuverlässig in Position zu halten.

Man kann also von einem „Sandwich“-Aufbau der Klebeverbindung sprechen, der sich so beschreiben lässt:

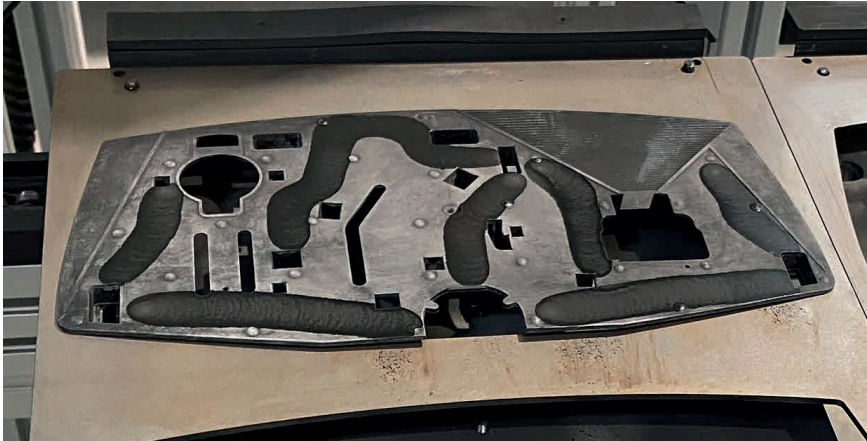
- die Autoverglasung, durch die die Kameras schauen und an der die Sensoren und der Spiegel haften müssen,
- der Aktivator oder Primer, der den Klebstoff an die Scheibe andocken soll,
- der Klebstoff selbst,
- die Klever-Beschichtung auf der Metall- oder Kunststoffplatte, die hier den Kleber unterstützt,

- die (u.a.) Sensoren in und auf den Platten und
- die Abdeckung zum/im Fahrzeuginnenraum.

Warum ist diese Zwischenschicht, die nur 10 bis 30 µm dünn ist, so bedeutend? Welcher Vorteil lässt sich daraus ziehen?

### Notwendigkeiten einer starken, sicheren Verklebung

Bei Kunststoffteilen gibt es besondere Herausforderungen, die in der Vergangenheit Probleme beim Verkleben bedingten. Die Kunststoffhersteller versuchen für ihr Material einen breiten Anwendungsbereich abzudecken und verschiedene Geometrien spritzgießtechnisch „abbilden“ zu können. Dies führt oft dazu, dass viele Hilfsstoffe die Polymermatrix ergänzen, um zum Beispiel das Material fließfähig zu machen und das Bauteil nach dem Spritzgießen leicht aus dem Werkzeug lösen zu können. Diese Hilfsmittel, wie Seifen, Wachse und Co., können jedoch dazu neigen, an die Oberfläche zu migrieren. Da reichen schon Temperaturen, wie sie im Sommer



Damit die Positionierung der Beschichtung exakt ist, haben die Teile spezifische Shuttles mit Auflageplatte. Bildsysteme überwachen die Lage der Beschichtung. © Klever

beim Transport unter einer Lkw-Plane herrschen, um die Verklebung signifikant zu schwächen.

Hier stößt die herkömmliche Beschichtungsalternative an ihre Grenzen: Primer und Migrationsprodukte vermischen sich, der Primer wird stark geschwächt. Wenn die Glasfaserfüllung der Kunststoffteile zudem durch Glaskugeln ersetzt wird, hat der Primer kaum eine Chance auf eine gute Haftung, da jetzt zusätzlich die Kapillarwirkung ins Material fehlt.

Es gibt in Bezug auf nicht zuverlässige Verklebungen auch ein rechtliches Problem, das im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren eine zunehmende Bedeutung erlangen dürfte: Wer ist verantwortlich, wenn etwas schiefgeht – der Roboter (OEM) oder der Mensch (Fahrer)? Wenn während einer automa-

tisch gesteuerten Fahrt ein Bauteil vom Fahrzeug abfällt, kann dies zu schweren Unfällen führen. Der Mensch ist ja nicht mehr unbedingt in der Nähe, um einzugreifen. Dies verstärkt die Notwendigkeit einer starken, sicheren Verklebung.

In diesem Zusammenhang sei ein System erwähnt, das viele Menschen gar nicht kennen: der Bremsscheibenwischer (BSW). Hier gibt ein Sensor der Sicherheitselektronik bei starkem Regen die Information, dass die Bremsscheiben durch intervallartiges Anlegen der Bremsbeläge getrocknet werden müssen, um ein schnelles Ansprechen der Bremsen zu gewährleisten. Besonders wichtig bei Elektrofahrzeugen, die oft im Ein-Pedal-Modus bewegt werden, denn meistens bremst der E-Motor. Der ringförmige, schmale Halter für den Regensensor trägt auf seinem Außenkranz oft noch den bis zu 1 kg schweren Innenspiegel und ist somit ein stark belastetes Bauteil – die Kombination aus einem PPA-GF50 und Klever-Beschichtung arbeitet der heftig vibrierenden Last entgegen.

### Hohe Lasten auf kleinen Klebeflächen

Überhaupt geht der Trend in der Automobilindustrie und anderen Branchen dahin, dass Halterungen, Befestigungen, Funktions- und Designelemente auf kleineren Flächen mit erhöhten Kräften klarkommen müssen. Das Fahrzeuggewicht nimmt im Zeitalter der Elektromobilität zu, der Platz für die Netzwerk- und Sensorkomponenten (Connectivity) muss berücksichtigt werden, und Heizdrähte für die „Robot View“ beanspruchen zusätzliche Fläche, die in der Ver-

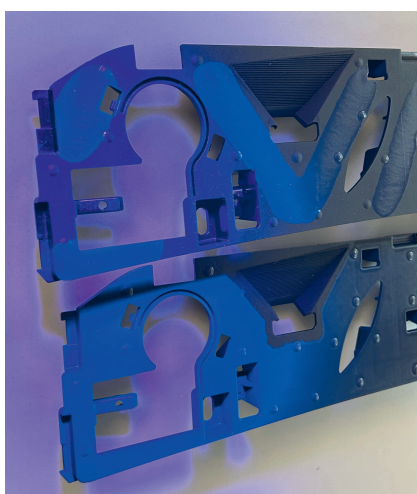
gangenheit dem Kleber zu Verfügung stand. Früher konnten Klebeverbindungen oft überdimensioniert werden, heute gibt es dafür keinen Platz mehr.

Eine ergänzende Thematik ist die der Positionierungspins für Glasmodule, die das Glasmodul an den vom Designer vorgesehenen Ort schieben. Oft haben sie nur noch 200 mm<sup>2</sup> Klebefläche, um 40 kg Scher- oder mehr als 100 kg Zugbelastung auszuhalten. Die leistungsstarken Klebstoffe übertragen Kräfte nur dann, wenn eine optimale und wasserdichte Klebefläche vorhanden ist. Die stabile, weil vernetzte, 2-Komponenten-Chemie für KleverPlast (Epoxid) und KleverPlast-tech (PUR) ist den Primern auf Isocyanat-Basis deutlich überlegen und altert nicht annähernd schnell. Selbst wenn erst nach einem Jahr die Verklebung aufgetragen wird, funktioniert sie wie frisch hergestellt.

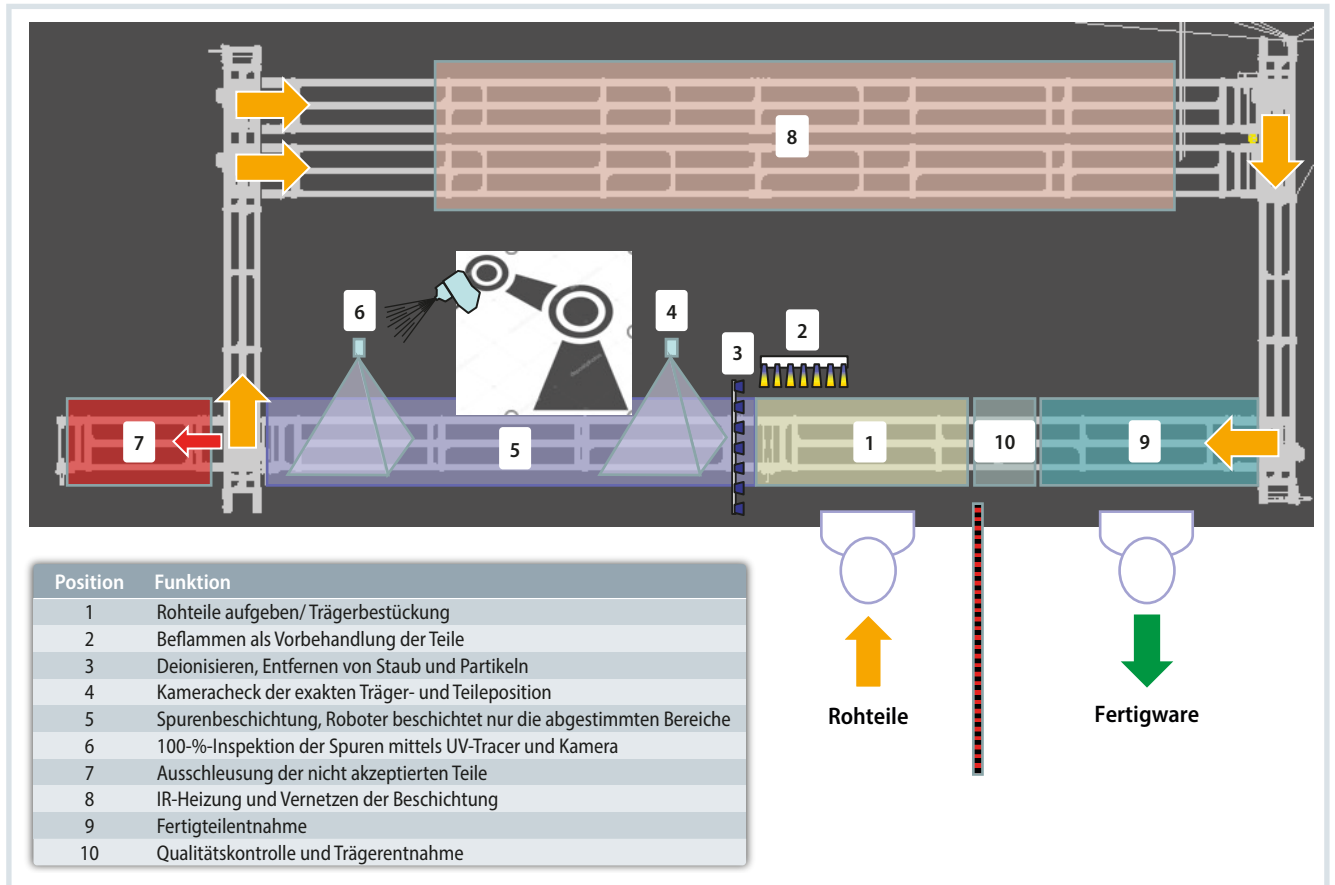
### Benutzerfreundliche Technologie mit Nachhaltigkeitsvorteil

Die Beschichtung erfolgt nicht durch Tauchen, sondern durch die Spray-on-Technologie, was die Bad-Verschleppung von Verunreinigungen ausschließt. Kundenspezifische Behälter ermöglichen die genaue Rückverfolgung der Beschichtungsaufträge. Da die Verklebung keine freien Lösemittel verträgt, wurden die Parameter, die für eine Korrosionsschutzschicht völlig ausreichen, so angepasst, dass der Prozess auf eine verklebungsfreundliche Schicht umgestellt werden kann. Die Temperaturen sind höher, die Vernetzung ist vollständiger, und die Lösemittel verflüchtigen sich komplett. Die Optimierung der Verklebung von Kunststoffen erforderte eine intensive Zusammenarbeit mit Instituten, Materialherstellern und Spritzgießern, um Migrationsstoffe zu eliminieren oder zum Beispiel Kettenlängen zu optimieren. Die Oberflächenspannungskontrolle wurde als Sicherheitsmaßnahme eingeführt, um Migrationen der Kunststoffinhalte, externe Trennmittel, Auswerfer-Fette etc. zu erkennen.

Obwohl Klever auch mit Methoden zur Oberflächenvorbehandlung wie der Beflammung arbeitet, ist der Schlüssel zum Erfolg die auf den Werkstoff abgestimmte Chemie. Wichtige Meilensteine waren die Entwicklung spezieller Beschichtungen für Metall (Typ: Klever- »



Diese Klebeplatte trägt Stereokameras und verschiedene andere Sensoren. Die Beschichtung muss homogen sein und darf die empfindlichen Kameras nicht stören. © Klever



Klevert hat mehrere Beschichtungsanlagen, die hier gezeigte ist für das gezielte und überwachte Beschichten mit Spuren bestimmt. © Klevert

PUR) und Kunststoffe (Typ: KleverPlast und KleverPlast-tech UV). Letztere wurden speziell für Spritzgießer entwickelt, die technische Kunststoffe mit geringem Glasfasergehalt verwenden müssen; niedrige Vernetzungstemperaturen vermeiden einen eventuellen Verzug.

Klevert ist keine herkömmliche Grundierung, die reaktive Isocyanate enthält und somit nur eine begrenzte Reaktions-Offenzeit hat. Da Klevert vernetzt, hat es eigentlich keine begrenzte Offenzeit. Die Lagerzeit von mindestens zwölf Monaten kann durch richtige Lagerung erheb-

lich verlängert werden; dabei gibt es viele Erkenntnisse, um Oberflächenkontamination zu vermeiden. Noch eine wichtige Randnotiz zu diesem Thema: Ohne reaktive Isocyanate besteht auch nicht die – viel diskutierte – Gefahr einer Atemwegsbelastung.

### Spurenbeschichtung mit Sprühroboter

Überschüssige Chemikalien werden umweltgerecht durch verschiedene (Bio-)Filter aufbereitet. Der beste Umweltschutz besteht jedoch darin, so wenig Chemikalien wie möglich zu verwenden. Dabei helfen optimierte Auftragsmedien und Parameterkonstellationen. Ein KI-Projekt soll zukünftig alle Abläufe rund um die sehr unterschiedlichen Teile zur Beschichtung verbessern. Die künstliche Intelligenz kann hier sehr viel schneller Materialien, Teile-Sequenzen, Parameterkonstellationen im energieträchtigen Umfeld neu „ordnen“.

Zu erwähnen ist auch die Spurenbeschichtung, bei der nur die Stellen, die tatsächlich Klebeverbindungen übertragen, durch einen Sprühroboter be-

schichtet werden. Die Beschichtungsspuren sind unter UV-Licht sichtbar (**Titelbild**) und können automatisch erfasst und dokumentiert werden, insbesondere für sicherheitsrelevante Teile. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit mit Tier-1- und Tier-2-Lieferanten oder OEMs, weil Bauteilveränderungen und Klebprozessverbesserungen durchgängig umgesetzt werden müssen.

### Ausblick

Die Qualitätssicherung erfolgt sorgfältig mit Visionssystemüberwachung, Kontrolle der Oberflächenspannung, Schichtdickenmessung, Gitterschnitt- und Verklebungsprüfungen sowie auf Kundenwunsch auch mit Alterungs- oder Katalysatortests. Bereits seit längerem bedient Klevert Kunden, die in den Branchen Automobil, Elektro und Installation tätig sind und langlebige, wasserdichte Klebeverbindungen mit langer Lagerzeit benötigen. Die Beschichtungsspezialisten erwarten, dass sie auch anderen Branchen mit ähnlichen Anforderungen helfen können. ■

## Info

### Text

**Wolfgang Erner** ist tätig im New Business Development der Klevert Beschichtungstechnik GmbH & Co. KG, Bergneustadt; [erner@klevert-beschichtungstechnik.de](mailto:erner@klevert-beschichtungstechnik.de)

### Service

Weitere Infos zum Hersteller:  
<https://klevertplast.de>