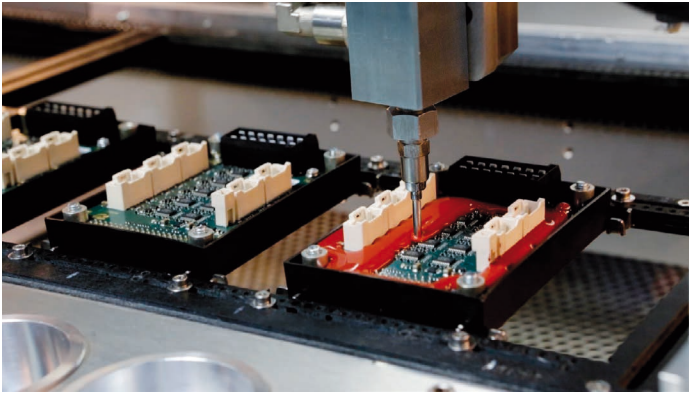


So gelingt Komponentenschutz

## Das richtige Verfahren, der richtige Steckverbinder



Die Elektronikbranche ist im Wandel: Ob im Automotive-Bereich, in der Solar- und Windkraft oder der Industrieautomation: Die Elektrifizierung findet in allen Bereichen statt. Mit der stetig zunehmenden Vernetzung stieg in den vergangenen Jahren jedoch auch die Zahl der Elektronikpannen – laut dem Center for Automotive Research um ganze 29 %. Je nach zu erwartenden Umwelteinflüssen wird daher ein Komponentenschutz von Elektronikbauteilen notwendig. Durch ihn kann die Elektronik zuverlässig geschützt werden – dazu benötigen Anwender jedoch auch eine entsprechend vergusskompatible Anschlusslösung.

### Steigender Bedarf an Komponentenschutzverfahren

Unterschiedliche Verfahren schützen die elektronischen Bauteile vor Schock, Vibration, Feuchtigkeit, Schmutz, hohen Temperaturen, anhaltenden Temperaturschwankungen und deren Folge-

schäden. Ein Komponentenschutz kann also wesentlich zur Verbesserung von Lebensdauer, Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit der Endprodukte beitragen.

Aus diesem Grund kommen Komponentenschutzverfahren in vielen Anwendungen bereits regelmäßig zum Einsatz: E-Mobility, Industrieautomation, Bahnanwendung, Medizintechnik, Windkraft und Solartechnik, Kommunikationselektronik, in der Landwirtschaft und bei Haushaltsgeräten – Elektronik ist heute fast überall im Einsatz. Eine wachsende Herausforderung besteht dabei im zunehmenden Trend zur Miniaturisierung. Die Elektronik wird immer kleiner und erfordert unterschiedliche Schutzmaßnahmen, um Kriechstrecken wieder zu vergrößern und Luftstrecken zu eliminieren.

Je nach Stress- und Einsatzsituation der Komponenten wählt man daher zwischen verschiedenen Verfahren: Potting-Verguss, Conformal Coating und Hotmelt Moulding sind die populärsten unter ihnen.

### Potting-Verguss

Sehr häufig werden 1- und 2-Komponenten-Vergussstoffe, sogenannte Potting Compounds, eingesetzt. Bei den 2-Komponenten-Vergussstoffen werden Harz und Härter in einem Mischungsverhältnis mit entsprechender Maschinenteknik vermischt und im Standard über ein statisches Mischrohr in die Kavität eingegossen. Somit ist dieser Kalt-Verguss ein nicht-formge-

bindendes Verfahren und benötigt ein Gehäuse, in das die Vergussmasse eingefüllt wird.

Ein Potting-Verguss bietet dabei viele Vorteile: So sorgt er nicht nur für eine hervorragende elektrische Isolierung, hohe Wärmeableitung und Vibrations- und Schockreduzierung, sondern verfügt zudem über Chemikalien-, Feuchtigkeits-, Thermoschock- und Zyklenbeständigkeit, schützt die Elektronik vor Staub sowie Feuchtigkeit und hat darüber hinaus flammhemmende Eigenschaften.

Standardgemäß kommen dabei je nach spezifischer Anforderung Epoxid-, Polyurethan- und Silikonharze zum Einsatz. Sie alle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Tabelle 1).

### Spezial-Vergussstoffe und Gießharze

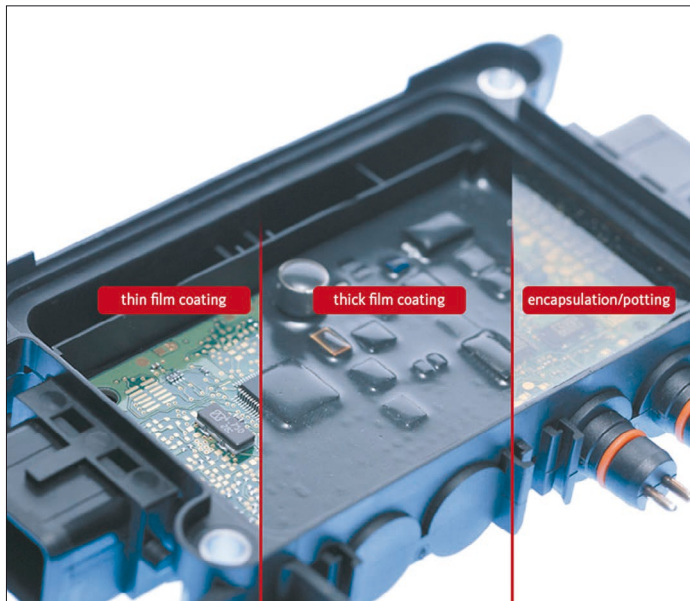
Neben den genannten Materialien gibt es auch noch Spezial-Vergussstoffe und Gießharze. Diese kommen jedoch nur unter Extrembedingungen zum Einsatz. So schützen sie gemäß der ATEX-Anforderungen beispielsweise vor Explosionen, indem sie die chemische Reaktion von Zündquelle, brennbarem Stoff und Sauerstoff unterbinden. Außerdem ermöglichen sie eine elektrische Isolierung gegen Hochspannung (bis 30 kV/mm), schützen gegen Überhitzung durch partielle Wärmeentwicklung und bieten mit der Schutzklasse IP68 Schutz gegen Staub sowie gegen dauerhaftes Untertauchen.

<b>Epoxidharze</b>	Sehr robuste Systeme Leicht aufzutragen Geringer Wärmeausdehnungskoeffizient Ausgezeichneter Schutz gegen Feuchtigkeit und aggressive Chemikalien
<b>Polyurethanharze</b>	Gute Flexibilität auch bei niedrigen Temperaturen Ideal für empfindliche Bauteile Äußerst breite Auswahl an verschiedenen Härtestufen Leichtere Kontrolle der Aushärtengeschwindigkeit
<b>Silikonharze</b>	Sehr weiter Betriebstemperaturbereich Hervorragende Leistung auch bei hohen Temperaturen Ausgezeichnete Flexibilität Optisch klare Versionen erhältlich

Tabelle 1: Die gängigsten Potting-Vergussstoffe und ihre Eigenschaften

Autoren:  
Laura Mitlowski  
Martin Adamczyk  
ept GmbH  
www.ept.de

Jörg Buch  
Werner Wirth GmbH  
www.wernerwirth.de



**Bild 1: Dünnschichtbeschichtung (links), Dickschichtbeschichtung (Mitte) und Potting-Verguss (rechts) im Vergleich, © Werner Wirth**

## Anwendungsbereich

Ein Potting-Verguss bietet dem Anwender viele Möglichkeiten. Typische Produkte, bei denen das Verfahren angewandt wird, sind Akkupacks, Leistungs- und Steuerelektronik, Ladegeräte, EX-geschützte Elektronik, Sensoren, Monitore und Displays.

## Conformal Coating

Mit dem Conformal Coating werden Leiterplatten vollständig oder nur selektiv beschichtet. Im Falle einer Selektivbeschichtung werden nur notwendige Bereiche der Leiterplatte mit einer Schutzschicht überzogen. In der Regel unterscheidet man zwischen zwei Varianten des Coatings: Die Dünnschichtbeschichtung verspricht mit ihrer schnellen Härtung und der angepassten Viskosität eine hohe Wirtschaftlichkeit der Fertigungsprozesse. Ein besonders hoher Kanten- und Flächenschutz, der elektronische Baugruppen insbesondere vor extremer Feuchte bewahrt, wird dagegen mit der Dickschichtbeschichtung erzielt. In beiden Fällen bauen die Conformal Coatings nach der Trocknung lediglich Schichtstärken zwischen 30 - 2000 µm auf. Somit kann die elektronische Baugruppe immer noch bei engen Platzverhältnissen verbaut werden.

Aufgrund von unterschiedlicher Viskosität der Schutzlacke und somit unterschiedlichem Ausfließverhalten, wird gerne das Prinzip

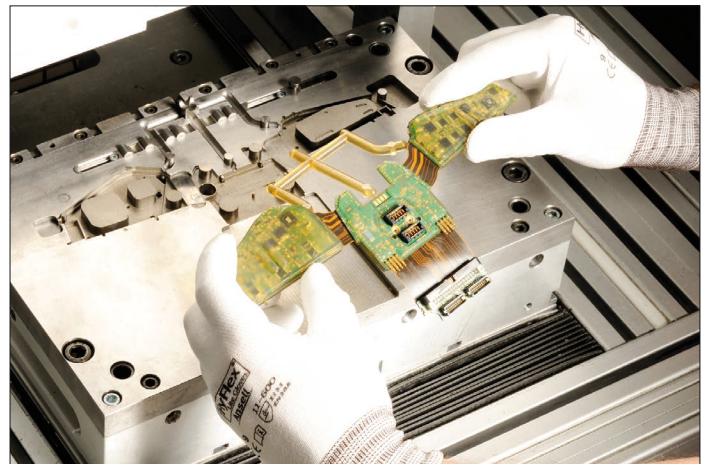
DAM & FILL auf den bestückten elektronischen Baugruppen angewandt. Hier wird mit einem thixotrop eingestellten Schutzlack ein „Damm“ (deutsch „Damm“), z.B. um die Bauteile gelegt, die nicht vergossen werden dürfen, beispielsweise um Steckverbinder. Die übrigen Komponenten werden anschließend mit einem niederviskosen Schutzlack benetzt („Fill“, deutsch „Füllung“).

## Unterschiedliche Werkstoffe

Für das Conformal Coating werden unterschiedliche Polymere Werkstoffe eingesetzt. So können Anwender unter anderem zwischen silikonbasierten und UV-vernetzenden Produkten wählen. Erstere eignen sich aufgrund ihres breiten Temperaturspektrums von -40 °C bis +200 °C hervorragend für harsche Einsatzbedingungen wie in der Luft- und Raumfahrt oder Offshore. Letztere bestehen aus Acrylaten und Polyurethanen oder Hybriden beider Werkstoffe. Sie zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie durch UV-Initiierung sehr schnell aushärten und eine sehr gute thermische Schockbeständigkeit mitbringen.

## Einsatzgebiete

Die Einsatzgebiete des Conformal Coatings sind vielfältig und reichen vom Automotive-Bereich bis hin zur Bahntechnik, Sensorik, Industrie-elektronik, Medizintechnik sowie zur genannten Offshore-Windkraft und Luft- und Raumfahrttechnik.



**Bild 2: Hotmelt Moulding am Beispiel eines Feuerwehrehelms. Mittig zu erkennen: Steckverbinder, die mittels Dam & Fill ausgespart wurden, © Werner Wirth**

## Hotmelt Moulding

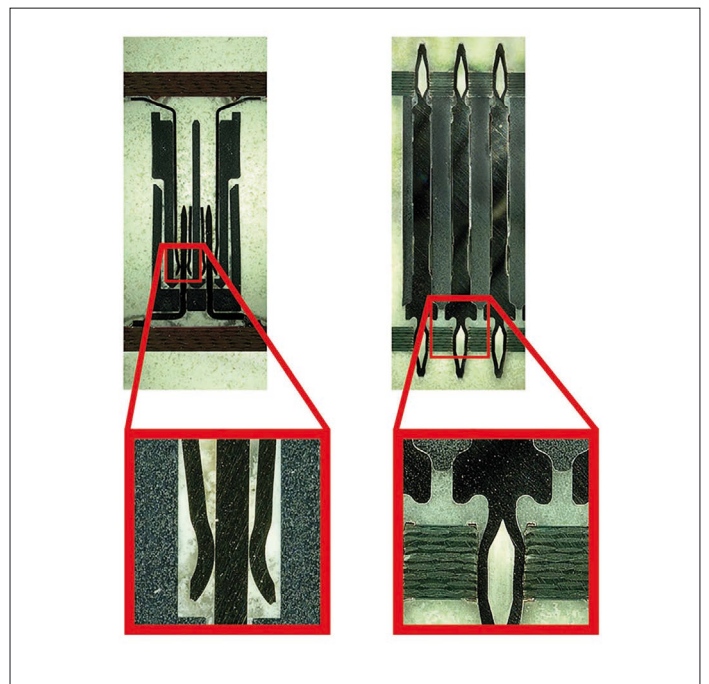
Eine besondere Form des Vergusses ist das Hotmelt Moulding. Bei diesem Verfahren wird in einem Arbeitsschritt die Baugruppe mit einem Material umhüllt, wobei eine Gehäusestruktur entsteht und die Baugruppe gleichzeitig geschützt wird. Die Elektronik wird dabei nicht beschädigt, da die niederviskosen, thermoplastischen Materialien eine niedrige Verarbeitungstemperatur aufweisen und mit einem weitaus geringeren Einspritzdruck als beim normalen Kunststoffspritzguss verarbeitet werden. Das schont zum

einen die Bauteile, lässt zugleich die Thermoplaste schnell aushärten und macht das Verfahren relativ preiswert.

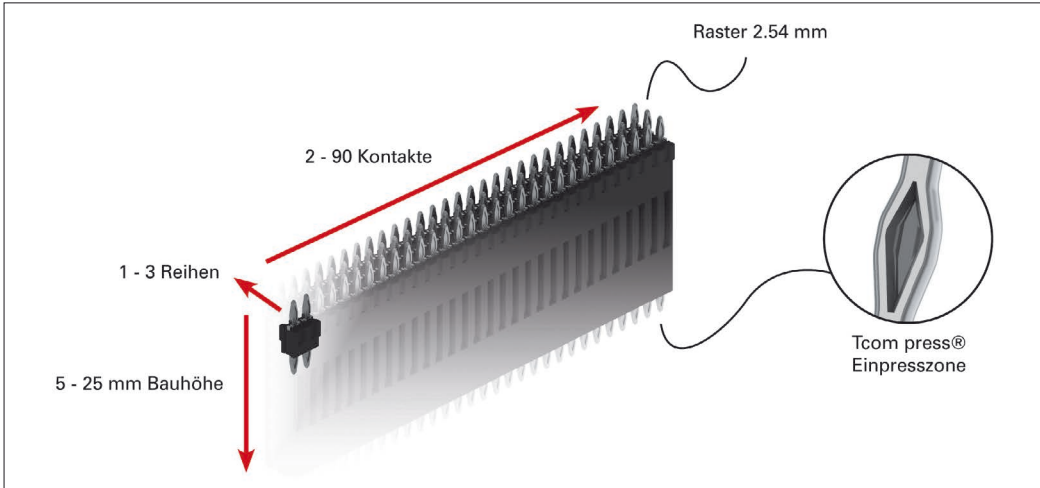
Der Niederdruck-Spritzguss ermöglicht somit, dass selbst sensible Bauteile wie Kontakte, Sensoren, Leiterplatten und Spulen umweltfreundlich umhüllt, verklebt oder nach IP68 abgedichtet werden und damit auch vor stärksten Belastungen geschützt sind.

## Ein Beispiel

Eine von äußeren Einflüssen massiv betroffene Branche ist beispielsweise die Landwirtschaft.



**Bild 3: Schliffbild zweiteiliger Steckverbinder vs. einteiliger flexilink-t-b © ept GmbH**



**Bild 4: Der flexilink-t-b Leiterplattenverbinder mit der ept Tcom press Einpresszone, © ept GmbH**

Maschinen unterliegen hier täglich unterschiedlichen Witterungsverhältnissen. Zum Schutz ihrer Elektronik eignet sich Hotmelt Moulding perfekt: Es bewahrt zuverlässig und langanhaltend vor Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen, Korrosion und Erschütterungen.

Potting, Conformal Coating oder Hotmelt Moulding: Welches Komponentenschutzverfahren sich am besten eignet, ist immer vom jeweiligen Einsatzgebiet der Elektronik und den damit verbundenen Anforderungen abhängig. Eine One-Size-Fits-All-Lösung gibt es nicht.

## Problemstellung Steckverbinder

Extremtemperaturen, Schmutz und Feuchtigkeit, chemischer oder mechanischer Stress: Mit dem geeigneten Komponentenschutzverfahren ist die Elektronik vor nahezu jeder äußeren Einwirkung geschützt. Ein Aspekt muss dabei jedoch bedacht werden: Ein Verguss ist nur dann möglich, wenn

die Funktionalität der verbauten Komponenten durch die eingesetzten Werkstoffe nicht eingeschränkt wird. Dazu ist jedoch auch eine entsprechend vergusskompatible Anschlusslösung vonnöten – der Einsatz gewöhnlicher Leiterplatten-Steckverbindungen ist damit ausgeschlossen. Grund hierfür ist die meist zweiteilige Feder-Messer-Kontakttechnologie, bei der die Vergussmasse in den vulnerablen Steckbereich eindringen und somit die Kontaktierung behindern kann.

Bei herkömmlichen Steckverbindern muss daher mittels Dam & Fill der Kontaktbereich vor dem Verguss abgedichtet werden, um keine Beeinflussung durch die Vergussmasse zu riskieren. Hierbei geht es darum, dass die Vergussmasse im Kontaktbereich zum einen die Kontaktpunkte beeinträchtigen und damit eine Signalübertragung unterbrechen kann. Zum anderen würde sie die Relaxationseigenschaften der Feder hemmen. Um einen Verguss dennoch zu ermöglichen

und dabei die erforderliche Ausfallsicherheit zu gewährleisten, empfiehlt sich die Wahl einer einteiligen Anschlusslösung, also eines Steckverbinders, der ohne den herkömmlichen Steckbereich auskommt. Bei einem solchen einteiligen Stecker ist das Eindringen der Vergussmasse in den Kontaktbereich unmöglich.

## Einpresstechnik als Anschlussstechnik der Wahl

Einteilige Steckverbinder bringen demnach die nötige IP-Schutzart für diese Werkstoffe mit, um einen Verguss – und damit eine dauerhafte und robuste Anschlusslösung – zu ermöglichen. Doch auch die Wahl der Anschlussstechnik spielt hier eine wichtige Rolle. Mithilfe von beidseitigen Einpresszonen wird der Anschlussbereich aufgrund der Kaltverschweißung zwischen der Kupferhülse und der Einpresszone gasdicht und bildet somit eine vergießbare Verbindung zwischen zwei Leiterplatten, die sich im Feld bereits milliardenfach bewährt hat.

Um diese gasdichte Verbindung zu gewährleisten, ist es jedoch zwingend notwendig, die Durchkontaktierung gemäß der ept-Spezifikation zu realisieren:

Der Wegfall des Steckbereichs lässt den Steckverbinder in Kombination mit der Einpresstechnik somit auch Schockbelastungen von bis zu 200 g standhalten. Auch Materialbewegungen in Folge großer Temperaturschwankungen sowie der Einfluss von Schadgas beeinträchtigen die Verbindung nicht. Durch die Einpresstechnik erhöht sich die Zuverlässigkeit im Vergleich zur Löttechnik um ein Vielfaches, da weder kalte noch gebrochene Lötstellen auftreten können. Außerdem lassen sich so aufwendige selektive Lötarbeiten, teure Kabellösungen und Abstandshalter vermeiden, wodurch sich Entwickler nicht nur Platz auf der Leiterplatte sparen, sondern zusätzlich die Kosten um bis zu 50 Prozent senken können.

## Mechanische und elektrische Verbindung

Mit nur einem Bauteil wird sowohl eine mechanische als auch elektrische Verbindung hergestellt. Gerade bei modular gestalteten Baugruppen mit konfigurierbaren Funktionen oder unterschiedlichen Performance-Levels lässt sich der Einpressvorgang hervorragend am Ende des Bestückungsprozesses einbringen. Hier können nach Wahl unterschiedliche Module auf Basis-Leiterplatten aufgebracht werden. So lässt sich in einem schnellen Arbeitsschritt eine hohe Vielfalt an Produkten fertigen. Da auch ein abschließendes Vergießen der Baugruppe möglich ist, bleibt die elektrische und mechanische Verbindung zuverlässig bestehen.

## Fazit

Durch einen Verguss können Anwender ihre elektronische Baugruppe maximal vor aggressiven Umwelteinflüssen schützen. Wer für seine Anwendung jedoch einen Komponentenschutz in Betracht zieht, muss auch die Wahl eines geeigneten Steckverbinders in Kombination mit der geeigneten Anschlussstechnik berücksichtigen. Einteilig, eingepresst und vergossen – in dieser Kombination sind elektronische Baugruppen gegen (fast) alle Einwirkungen gewappnet. ◀

Lochspezifikationen			
Nennloch Ø 1.0 mm			
		chem. Sn Leiterplatten	Ni, Au Leiterplatten
A	Leiterplattendicke	min. 1.4 mm	min. 1.4 mm
B	Endloch	Ø 1.0 + 0.09 / - 0.06 mm	Ø 1.0 + 0.09 / - 0.06 mm
C	Grundbohrung	Ø 1.15 ± 0.025 mm	Ø 1.15 ± 0.025 mm
D	Cu Schicht	min. 25 µm	min. 25 µm
E	Oberfläche	max. 1.5 µm chem. Sn	Ni, Au Schicht, 0.05 - 0.2 µm; über 2.5 - 5 µm Ni
F	Restring	min. 0.1 mm	min. 0.1 mm

**Bild 5: Lochspezifikation der ept-Einpresszone © ept GmbH**