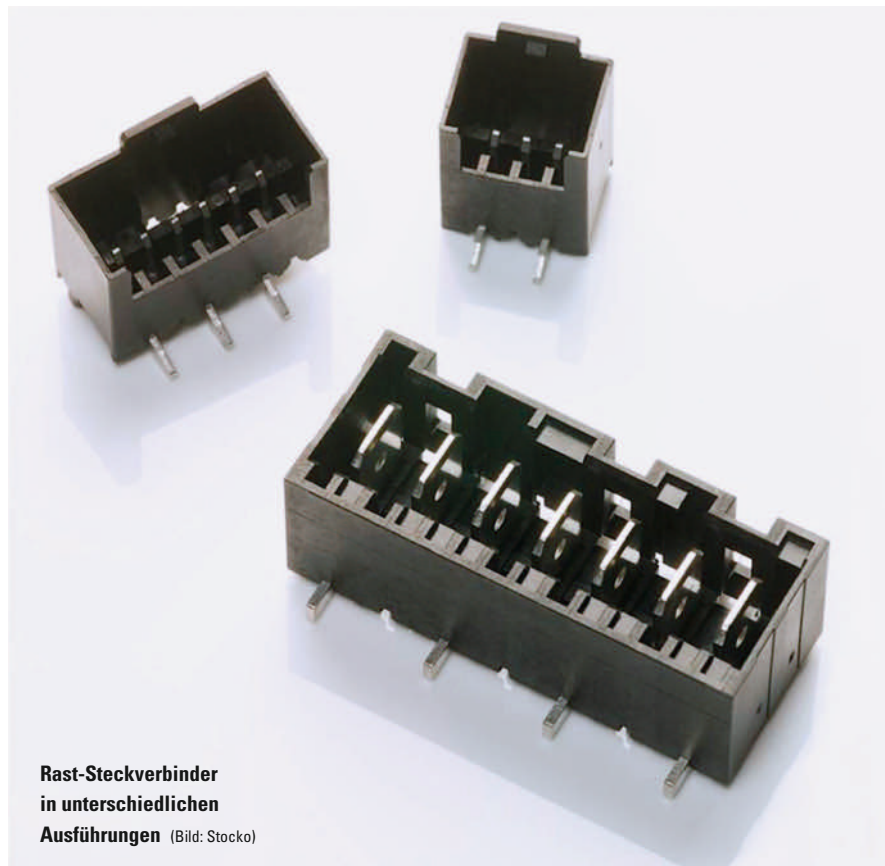


## Hochtemperatur-Polyamid.

Eine wesentliche Voraussetzung der zunehmenden Verwendung von Elektronik in Haushaltsgeräten ist die Standardisierung und Modularisierung. Möglich gemacht wird die Standardisierung unter anderem durch das sogenannte Rast-Anschluss-System. Die Anforderungen an das Kunststoffgehäuse dieser Steckverbinder sind aufgrund unterschiedlicher Entwicklungen und Trends besonders in der Fertigung deutlich gestiegen.



Rast-Steckverbinder  
in unterschiedlichen  
Ausführungen (Bild: Stocko)

# Steckverbinder für Haushaltsgeräte

MICHAEL DEGENHARDT U.A.

Der Bereich Haushaltsgeräte (weiße Ware) ist mit einem geschätzten globalen Volumen von 160 Mrd. USD für 2010 ein großer Markt, der einerseits Einfluss auf unsere technische Ausstattung hat und andererseits von der sozialen Struktur eines durchschnittlichen Haushalts beeinflusst wird. Die weltweite Nachfrage nach Haushaltsgeräten wird Prognosen zufolge bis 2015 ein Wachstum im unteren einstelligen Prozentbereich verzeichnen, in erster Linie bedingt durch die Erschließung neuer Märkte in Entwicklungsländern, innovative Elektroniktechnologien sowie – vor allem in Europa – umwelt- und energiepolitische Maßnahmen. Der Einsatz von Elektronikbauteilen wird weiter zunehmen und sich voraussichtlich

auch auf einfachste Produkte ausweiten. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Sensortechnik, die permanent Fortschritte verzeichnet (Bild 1).

Stecker ermöglichen eine Verbindung von Komponenten mit internen Leiterplatten und den vielen Sensoren, die aus einfachen Haushaltsgeräten intelligente Systeme machen, die wir bequem jederzeit und praktisch von überall aus bedienen oder überwachen können. Steckverbinder haben üblicherweise Metallkontakte und eine Kunststoffisolierung und sind in aller Regel in ein Gehäuse integriert. Auch das Design dieser Stecker sowie ihre Größe, ihre Form und das verwendete Material hängen von bestimmten Trends in der Haushaltsgeräteindustrie ab.

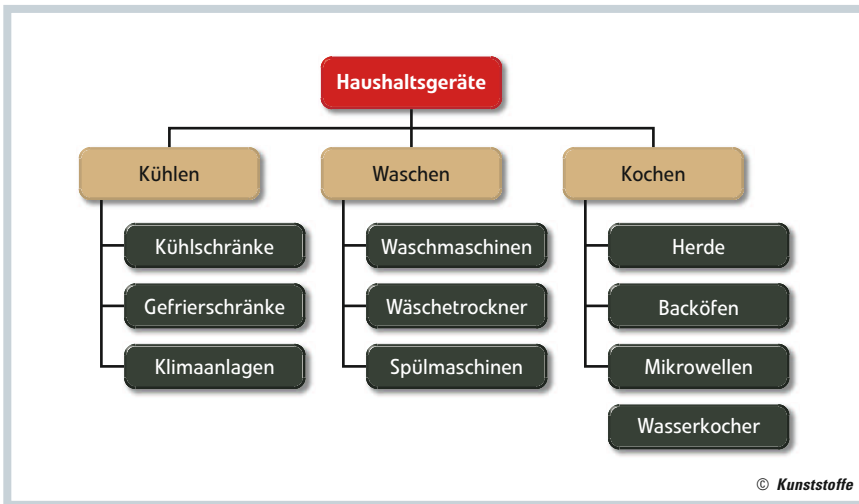
## Wachsende Anforderungen

Ein wesentliches Merkmal der zunehmenden Verwendung von Elektronik in

Haushaltsgeräten ist die Standardisierung und Modularisierung. Möglich gemacht wird die Standardisierung in erster Linie durch das sogenannte Rast-Anschluss-System (Raster-Anschluss-Steck-Technik), das nicht nur eine Fülle von technischen Vorteilen bietet, sondern auch einen in hohem Maße modularen Ansatz ermöglicht. Da die Haushaltsgeräte immer mehr Aufgaben übernehmen sollen, nimmt auch die Anzahl der Steckverbindungen zwischen den einzelnen Modulen und der zentralen Steuereinheit zu. Mit dem Rast-System lassen sich viele dieser Verbindungen aus einzelnen Kabelsträngen und Steckern bündeln, wodurch zum einen die Montagezeit verkürzt und zum anderen das Risiko von Montagefehlern minimiert wird. Durch die geringere Anzahl der Komponenten ermöglicht dies zudem eine Verringerung der Leiterplattenfläche und der Fertigungskosten.

Die verstärkte Sensibilität der Gesellschaft wie der Wirtschaft mit Blick auf

ARTIKEL ALS PDF unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU111001



**Bild 1. Haushaltsgeräte mit zunehmendem Bedarf an elektronischen Sensoren** (Bild: DSM)

Haushaltsgeräte über das normale Stromnetz („Powerline“) oder ein internetbasiertes System am Basisnetzwerk angeschlossen.

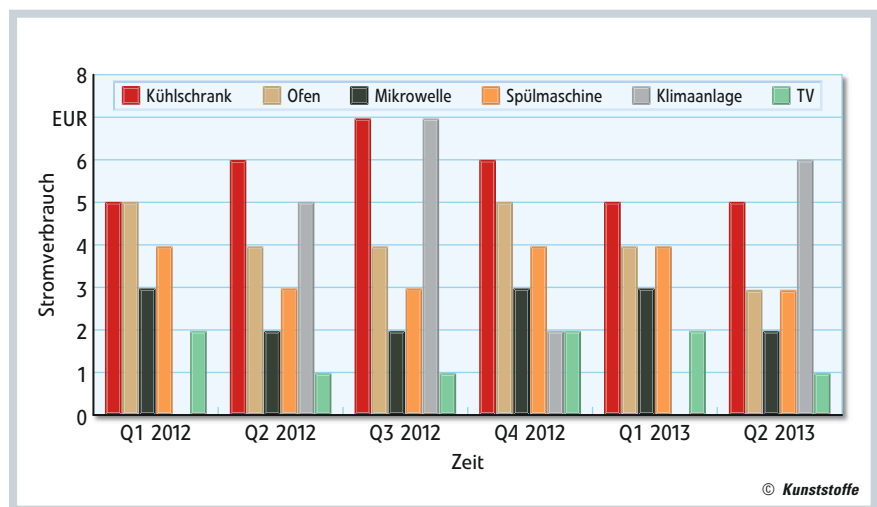
Ein weiterer Motor für die Entwicklung von internetbasierten Lösungen ist das Thema Fernwartung. In anderen Industriezweigen, darunter zum Beispiel die Halbleiterindustrie, sind solche Systeme bereits heute Standard. Die Geräte führen regelmäßig Selbstdiagnosen durch und senden im Falle von Unregelmäßigkeiten Statusberichte an den Hersteller. Der Benutzer kann so zeitnah vom Hersteller zwecks Vereinbarung eines Termins kontaktiert werden, und dies unter Umständen schon lange bevor er die Notwendig-

Umweltbelange führt dazu, dass sich halogenfreie Kunststoffe und bleifreies Löten rasch durchsetzen. Um diesen Trends gerecht zu werden, werden Architekten und Designer auf Herstellerseite vermehrt entsprechende neue Technologien einsetzen. Hiervon sind auch Steckverbinder aus Polymerwerkstoffen betroffen.

**Produkt- und Technologietrends**

Intelligente, fernbedienbare Haushaltsgeräte bieten nicht nur die üblichen kleinen Verbesserungen wie eine Senkung des Wasser- und Waschmittelverbrauchs, sie ermöglichen einen echten Quantensprung in der Verringerung des Energiebedarfs und anderer Verbrauchsmaterialien. In Zukunft wird es möglich sein, den privaten Stromverbrauch einfach und transparent zu überwachen – ganz bequem über ein Smartphone, ohne dass man vor Ort ist (Bild 2).

Für die nahe Zukunft ist mit einem deutlichen Wachstum solcher Produkte zu rechnen. Das intelligente Stromnetz („Smart Grid“) wird schon bald seinen Weg in unterschiedlichste Industriezweige finden. Über solche Netze wird es auch möglich sein, Informationen über uhr-



**Bild 2. Energieassistent überwacht über Internet- oder Powerline-Backbone den Energieverbrauch der verschiedenen Haushaltsprodukte** (Bild: DSM)

zeitabhängige Stromkosten bereitzustellen. Mit intelligenten Haushaltsgeräten, die in der Lage sind, aktiv auf solch ein Stromnetz zuzugreifen, könnte eine deutliche Reduzierung der Kosten und der Umweltbelastung erreicht werden. Eine Reihe von führenden Anbietern der Haushaltsgeräte- und Elektroindustrie haben sich zusammengetan, um neue Produktlinien für solche intelligenten Systeme einzuführen. Dabei werden die

keit einer Wartungs- oder Instandsetzungsmaßnahme erkennt.

**Rast-Steckverbinder und ihre Entwicklung**

Rast-Steckverbinder werden für unterschiedlichste Haushaltsgerätekomponenten eingesetzt, darunter Drucksensoren, Relais, Pumpen oder Drehschalter (Tabelle 1). Darüber hinaus sind Rast-Systeme für Anschlüsse an Leiterplatten in Motorsteuerungen und Schaltern spezifiziert. Da die Steckverbinder einer Standardkonfiguration entsprechen, können Händler und Bauteillieferanten auf standardisierte Designs zurückgreifen und sind so weniger auf kundenspezifische Komponenten angewiesen (Titelbild).

Dem Begriff Rast folgt üblicherweise eine Zahl, die den Mittellinienabstand (Raster) der Kontakte in Millimetern wiedergibt – so besteht eine Rast 5-Verbindung aus Steckverbindergehäusen mit Kontakten in Abständen von 5 mm.

	Anzahl der Rast Anschlüsse pro Gerät [Stück]	Geschätztes Kunststoffvolumen für Steckverbinder [Tonnen]
Spülmaschinen	40	480
Wäschetrockner	30	160
Kühlschränke	15	390
Gefrierschränke	15	100
Waschmaschinen	28	730
Gesamt	durchschnittlich 25,6	1860

**Tabelle 1. Durchschnittliche Anzahl und europaweites Marktvolumen für Steckverbinder und Kunststoffgehäuse in Haushaltsgeräteeinheiten** (Quelle: DSM)

Vorteile SMT-Technik	Nachteile SMT-Technik
Platzersparnis	Höhere Löttemperatur nötig
Höhere Leiterplattendichte	Kleinere Abstände erschweren das Reinigen der Leiterplatten
Preiswertere Leiterplatten (keine Bohrungen)	Sichtprüfung schwierig
Verbesserte Stoß- und Vibrationsfestigkeit	Gute Verbindung wichtig für mechanische Zuverlässigkeit
Verbesserte Hochfrequenzcharakteristik	Montage schwieriger als beim Wellenlöten
Einfacheres Löten (Erwärmen der Bohrung ist schwierig)	Niedrigere mechanische Festigkeit im Vergleich zum Wellenlöten
Einfachere elektromagnetische Abschirmung	Größere Anzahl von Materialien zum Anpassen therm. Ausdehnungskoeffizienten
Leichtere Automatisierung der Fertigung	
Nur ein Lötvorgang	

**Tabelle 2. Vor- und Nachteile des Oberflächenlötens (Surface Mount Technology, SMT)** (Quelle: DSM)

Diese Produkte gibt es als Standard-Flachstecker (Indirekt) und Leiterplatten Steckverbinder (Direkt) und sie sind üblicherweise für eine Nennstromstärke von 6 bis 16 Ampere ausgelegt. Rast 2,5-Produkte sind im Vergleich zu Rast 5-Produkten deutlich kleiner und somit Platz sparender und dementsprechend für kleinere Stromstärken ausgelegt (**Bild 3**). Die Rast-Norm spezifiziert eine Reihe von Verbindungseigenschaften, darunter die geometrischen Abmessungen der Gehäuse (Oberteil [Steckverbinder] und Unterteil [Lötwanne]) und die Definition der Oberteil- und Unterteilbezeichnung abhängig von der Kodierung/Positionierung.

Rast-Steckverbinder werden in zunehmendem Maße in der Haushaltsgeräteindustrie eingesetzt, da sie genau den Anforderungen der Hersteller entsprechen. Sie sind leicht zu montieren und narrensicher (d. h. es ist nicht möglich, sie falsch anzuschließen). Eine Farbkodierung zu Identifikationszwecken ist nicht zwingend erforderlich, ihre Abmessungen sind kleiner und der Fertigungsprozess ist kürzer, da alle Verbindungen für jedes einzelne Gerät in einem Arbeitsgang hergestellt werden können. Die Produktion lässt sich vollständig automatisieren, wodurch deutlich weniger Personal benötigt wird und die Materialverwaltung vereinfacht wird.

Betrachtet man die gesamte Lieferkette, so sind die Gesamtkosten für einen Kabelbaum ohne Rast-Elemente höher. Zudem profitiert der Hersteller in hohem Maße von einer verbesserten Qualität, da es mit diesem System keine losen Verbindungen mehr geben kann.

In Europa hat sich das Rast-System mit den Jahren von den Crimp-Snap Kontakten der 70er-Jahre zum IDC-System („In-

sulation Displacement Connection“) von heute weiterentwickelt. Die Crimp-Snap Kontakte waren ursprünglich in einer offenen Barrel-Konfiguration an den Drahtleiter gecrimpt; diese Baugruppe wurde wiederum in ein Gehäuse mit Rast-Verriegelung eingerastet. Europäer haben dann eine IDC-Version entwickelt, um durch Automatisierung zusätzliche Kosteneinsparungen zu erzielen. Bei der IDC-Version werden die Kontakte im Gehäuse vormontiert, Gehäuse und Draht werden automatisch mit Hochgeschwindigkeitssystemen zur Herstellung von Kabelbäumen kontaktiert.

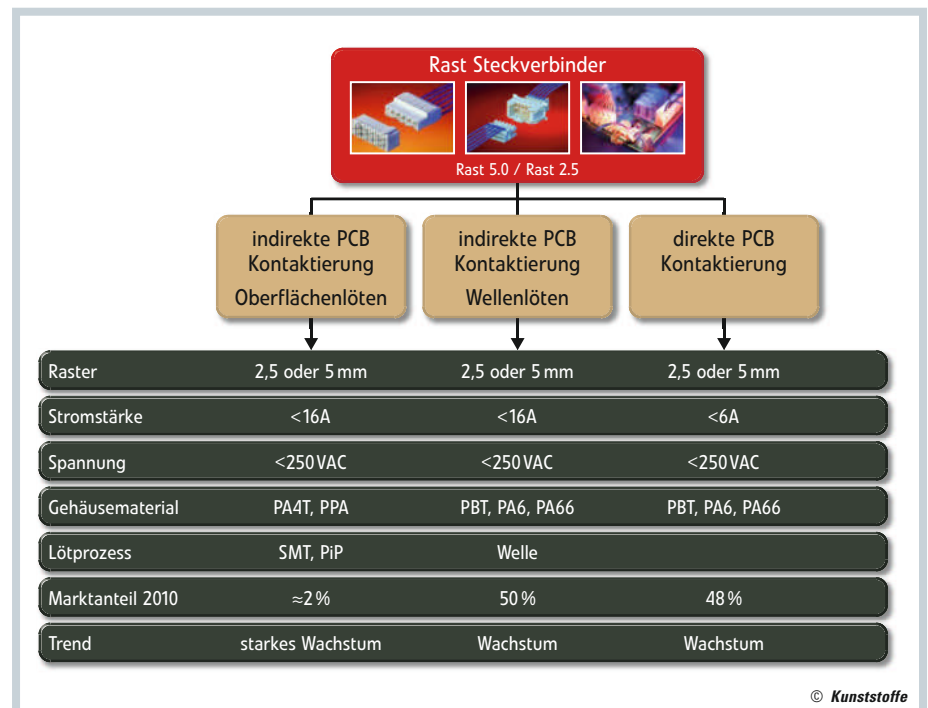
Standardisierung und Globalisierung sind wichtige Trendsetter in der Haus-

haltsgeräteindustrie, die auch Einfluss auf die Entwicklung der Steckverbinder haben. Standardisierte Rast-IDC-Steckverbinder werden in Europa seit über 20 Jahren eingesetzt und beginnen nun, sich auch auf dem amerikanischen Markt zu etablieren.

Im Vergleich zur traditionellen Crimp-technik bei kleineren Leitungsquerschnitten ist Rast-IDC der deutlich überlegene Leitungsanschluss. Die Steckverbinder eignen sich in idealer Weise für eine weitestgehende Automatisierung und ermöglichen somit Kosteneinsparungen. Gebremst wird die Umstellung auf Rast in Asien und Amerika durch die bestehende Ausrüstung, die nach wie vor zahlreiche Geräte mit Crimpanschluss umfasst, sowie durch die hohen Anschaffungskosten bei Rast-IDC-Systemen. Noch hinkt auch die amerikanische Haushaltsgeräteindustrie Europa hinterher, sie hat aber begonnen aufzuholen.

### Nachhaltig und umweltschonend löten

Für die Haushaltsgeräteindustrie gewinnt auch das Oberflächenlöten zunehmend an Bedeutung. So steigen immer mehr Hersteller vom bislang vorherrschenden Wellenlötverfahren um. Für manche Leiterplatten lässt sich auch die sog. Pin-In-Paste-Technik anwenden, mit der es möglich ist, Oberflächenlöten bei Steckverbindern mit Durchsteckkontakten anzuwenden (**Tabelle 2, Bild 4**). →



**Bild 3. Übersicht verwendeter Materialien bei Rast-Steckverbinder** (Bild: Stocko)

Eigenschaft	PPA (30 %GF V-0)	ForTii (30 %GF V-0)
	DAM	DAM
Wärmeformbeständigkeit A [1,8 MPa]	281 °C	305 °C
Schmelzpunkt [°C]	310 °C	325 °C
E-Modul [MPa]	10000	12000
Dehnung [%]	2	2
Festigkeit [MPa]	150	155
Charpy [kJ/m <sup>2</sup> ]	8	10,0
Flammpbarkeit [UL94]	V-0 @ 0,4 mm	V-0 @ 0,2 mm
VDE GWT konform (775 °C)	Nein	Ja (0,4 mm)
Jedec Einstufung	MSL 2A-3	MSL 2
IPC/JEDEC J-STD-020	Floor-Life-Zeit 4 Wochen	Floor-Life-Zeit 1 Jahr

**Tabelle 3. Werkstoffeigenschaften im Vergleich** (Quelle: DSM)

Bei Elektronikteilen beschränkt sich ein ökologisches Design nicht alleine auf die Vermeidung von gesetzlich verbotenen Materialien. Auch der gesamte Lebenszyklus des Produkts sollte mit Blick auf Gefahrenstoffe (REACH, ROHS), Kohlendioxidemissionen, Energie- und Wasserverbrauch, Recycling, die Verwendung seltener Erdmetalle und Mineralien sowie weitere Aspekte geprüft werden. Für die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette ist es wichtig, die notwendigen Maßnahmen zu verstehen und aufeinander abzustimmen. Die Produktverantwortung der Hersteller wird sich zunehmend von der Wiege bis zum Grab eines Produktes erstrecken. Ein recyclingfähiges Design schließt auch die Zerlegung mit ein. Dies setzt eine aktive Steuerung der Design- und Fertigungsprozesse entlang der Wertschöpfungskette voraus.

Auch neue Sicherheitsstandards haben Einfluss auf die Gestaltung und Produktion elektronischer Geräte und Teile. Die neue europäische Norm IEC 60335-1 hatte starke Auswirkungen auf die Kunststoffindustrie. Größte Herausforderung in diesem Zusammenhang ist die Glühdrahtprüfung (Glow Wire Temperature – GWT) bei 750 °C am Fertigteil, also an den Steckverbindern (**Bild 5**).

### Material für Steckverbindergehäuse

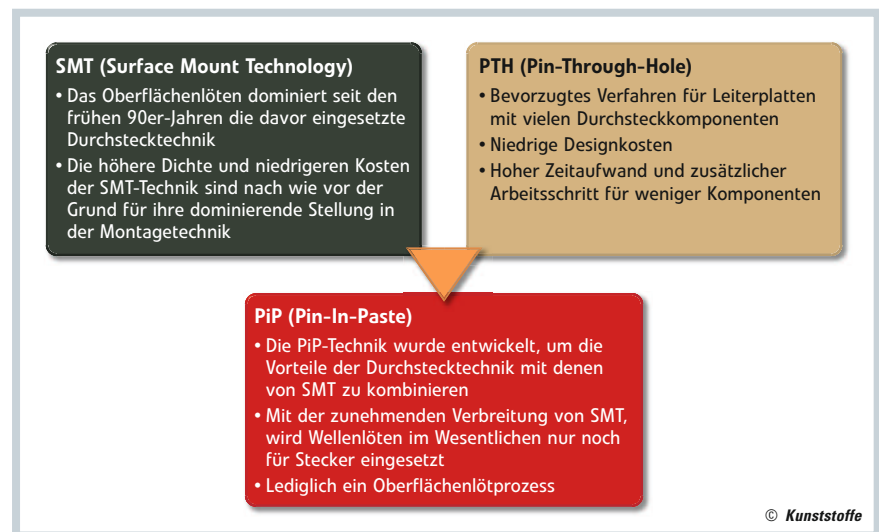
Die Anforderungen an das Kunststoffgehäuse der Steckverbinder sind auf Grund der zuvor genannten Trends und Entwicklungen in der Haushaltsgeräteindustrie (bleifreies Lötten, Umstellung bei der

Leiterplattenbestückung von PTH- auf SMT-Technik, Nachhaltigkeit, neue Sicherheitsstandards) deutlich gestiegen.

Die Umstellung vom Wellenlöten auf Oberflächenlötten bedeutet, dass das Material für die Steckverbinder deutlich höheren Temperaturen widerstehen

tel enthalten dürfen. Die Substitution von halogenierten Flammschutzmitteln in Polymeren ist bereits im Gange, aber insbesondere bei hochtemperaturfesten Kunststoffen ist es wegen der hohen Verarbeitungstemperaturen und der folglich hohen Anforderungen an die Wärmebeständigkeit des eingesetzten Flammschutzmittels nicht ganz einfach, eine halogenfreie Alternative zu finden. Die meisten derzeit verfügbaren Lösungen haben eine Reihe von Nachteilen wie ungenügende mechanische Eigenschaften, eine mäßige Fließfähigkeit und eine zu starke Ausgasung oder Korrosion. Andererseits weisen immanent flammwidrige und somit immanent halogenfreie Kunststoffe wie flüssigkristalline Polymere (LCPs) eine niedrige Schweißnahtfestigkeit und einen niedrigen CTI-Wert (relativer Temperaturindex) auf.

Darüber hinaus verlangt die europäische Norm für die Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch (IEC 60335-1) die Durchführung einer Glühdrahtprüfung am Fertigteil bei mindestens 750 °C. Während dies für halogenhaltige Kunststoffe vergleichsweise einfach war, erweisen sich halogenfreie Systeme bei der



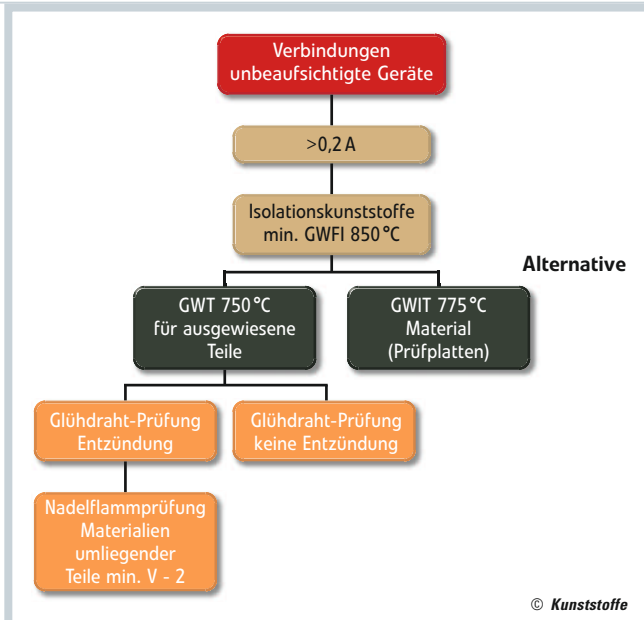
**Bild 4. Pin-In-Paste-Technik ermöglicht Oberflächen-Löten für PTH-Design** (Bild: DSM)

muss. Dementsprechend muss die Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT) des Materials deutlich über 250 °C liegen. Das hat zur Folge, dass die üblicherweise verwendeten Kunststoffe, darunter z. B. PA6 oder PBT, die Anforderungen nicht mehr erfüllen können und somit widerstandsfähigere Materialien eingesetzt werden müssen.

Darüber hinaus führen die Bemühungen um mehr Nachhaltigkeit dazu, dass diese hochtemperaturfesten Kunststoffe keine halogenhaltigen Flammschutzmit-

Glühdrahtprüfung als deutlich weniger effektiv, sodass viele Materialien die Anforderungen an die Glühdrahtbeständigkeit (GWT 750 °C) nicht erfüllen. Auf Grund der begrenzten Auswahl an halogenfreien Lösungen gilt dies umso mehr für hochtemperaturfeste Kunststoffe.

Eine der wenigen Materiallösungen für Steckverbinder, die in der Lage sind, diese neuen Anforderungen zu erfüllen, ist das unlängst von DSM entwickelte Hochtemperatur-Polyamid Stanyl ForTii, ein Polyamid 4T (**Tabelle 3**). Dieses Mate-



rial, das sich durch eine Kombination aus hohem Schmelzpunkt, hoher Wärmeformbeständigkeit und hervorragender Eignung für die wenigen verfügbaren halogenfreien Flammenschutzmittel ohne allzu große Einbußen bei der Fließfähigkeit und den mechanischen Eigenschaften auszeichnet, entspricht exakt den weiter oben beschriebenen Markttrends. Die zu

30 % glasfaserverstärkte Ausführung des halogenfreien Hochtemperatur Kunststoffes Stanyl ForTii (mit der Produktbezeichnung F11) wird inzwischen in verschiedenen Rast-Lösungen von Stocko-Contact GmbH & Co. KG, Wuppertal, eingesetzt. F11 ist zurzeit einer von wenigen halogenfreien Hochtemperatur-Kunststoffen mit VDE-Zertifizierung. ■

#### DIE AUTOREN

MICHAEL DEGENHARDT, geb. 1961, arbeitet als Entwicklungsingenieur bei Stocko-Contact GmbH & Co. KG, Wuppertal.

PATRICK DUIS, geb. 1972, ist Projektingenieur Connectors bei DSM Engineering Plastics, Sittard/Niederlande.

DR.-ING. TAMIM SIDIKI, geb. 1970, ist Global Marketing Manager Stanyl ForTii bei DSM Engineering Plastics.

DR. IR. WILFRED VAN PELT, geb. 1973, ist Global Technical Product Manager Stanyl and Stanyl ForTii bei DSM Engineering Plastics.

#### SUMMARY

#### PLUG-IN CONNECTORS FOR HOUSEHOLD APPLIANCES

HIGH-TEMPERATURE POLYAMIDE. Standardization and modularization are key to coping with the increasing use of electronics in household appliances. One way to effect standardization is to use so-called RAST connectors. The plastic housings of these plug-in connectors are having to meet substantially higher specifications on account of different developments and trends, especially in production.

Read the complete article in our magazine

*Kunststoffe international* and on

[www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)