

## Herausforderung Bleifrei: Chancen der Normung

### Gesetzlicher Hintergrund



„Normung bietet die Chance, dass sich die Firmen entlang der Wertschöpfungskette elektronischer Produkte nicht bald einer unüberschaubaren Vielzahl von Anforderungen gegenüber sehen werden.“

(Walter Huck, Murata Europe)

Der Countdown läuft! Gerade noch etwa 500 Arbeitstage dauert es, bis am 1. Juli 2006 das bleifreie Elektronik-Zeitalter beginnt. Den gesetzlichen Hintergrund des Verbots von Blei und anderen als umweltschädlich eingestuftem Stoffen in elektronischen Produkten, die in Europa in Verkehr gebracht werden, bilden folgende von der Europäischen Union verabschiedete Richtlinien:

- **ELV (Directive End-of-Life Vehicles 2000/53/EC)**  
Sie wurde bereits mit der Neufassung der Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Verordnung – AltfahrzeugV) vom 21. Juni 2002 in nationales Recht umgesetzt. Seit 1. Juli 2003 ist sie in Kraft.
- **WEEE (Directive Waste Electrical and Electronic Equipment 2002/96/EC of 27. January 2003)**  
Die Umsetzung in nationales Recht steht noch aus und muss bis zum 13. August 2004 erfolgt sein. Bis zum 13. August 2005 sind entsprechende Rücknahmesysteme am Markt zu installieren. Die WEEE selbst sieht zwar keine Stoffverbote vor, macht aber in Anhang II Vorgaben zur selektiven Behandlung (Entfernung) von Werkstoffen und Bauteilen aus Altgeräten.
- **RoHS (Directive on the Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipments 2002/95/EC of 27. January 2003)**  
Die durch die RoHS ausgesprochenen Stoffverbote werden am 1. Juli 2006 in Kraft treten. Die Umsetzung in nationales Recht muss bis 13. August 2004 erfolgen. Gesetzliche Vorgaben bezüglich der einzuhaltenden Grenzwerte, damit ein Produkt z. B. als bleifrei gelten kann, gibt es zurzeit noch nicht.

### Stand der technischen Umsetzung

Das Verbot von Blei in der Elektronikproduktion stellt alle Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette elektronischer Geräte und Anwendungen vor Probleme, deren Ausmaß oft erst beim zweiten oder dritten Hinsehen deutlich wird.

Regional und auf Unternehmensebene gesehen, sind enorme Unterschiede beim Stand der technischen Umsetzung festzustellen. Während einzelne Unternehmen schon weitgehend umgestellt bzw. die Technologien eingeführt und freigegeben haben, warten andere anscheinend noch auf ein Wunder. Sie wiegen sich in der Illusion, wenn dann mal die „bleifreien“ Bauelemente und Lote auf dem Markt verfügbar wären, bräuchte man in der Fertigung nur noch das Lot auszuwechseln, die Temperatur ein wenig hochzudrehen und weiterzumachen wie bisher. Ein Wunschtraum, wie die Erfahrungen zeigen – und, angesichts der kurzen verbleibenden Zeitstrecke von rund zwei Jahren, ein gefährlicher obendrein.

Bleifreie Lote erfordern zumeist höhere Löttemperaturen. Auswirkungen hat dies sowohl auf das Produktionsequipment (Lötanlagen), als auch auf die Bauelemente selbst, die aufgrund ihrer Materialzusammensetzung höhere Temperaturen nur bedingt aushalten.

Neue bleifreie Oberflächen und Lötprozesse sind zu qualifizieren, z. B. im Hinblick auf Whiskerbildung und die Zuverlässigkeit von Lötverbindungen. Aus verschiedenen Anwendungsbereichen „prasseln“ hier die unterschiedlichsten Anforderungen auf die Unternehmen ein. Oftmals besteht über die Anforderungen aber noch gar keine Klarheit geschweige denn eine einheitliche Meinung.



Die Anforderungen der Kunden zum einen und die Verfügbarkeit der Bauelemente zum anderen machen es unwahrscheinlich, dass die Umstellung auf die bleifreie Produktion sozusagen über Nacht in einem einzigen Schritt erfolgen wird. Verschiedene denkbare Umstellungsszenarien sind zu diskutieren.

Die Kennzeichnung der Bauelemente und Baugruppen hinsichtlich ihres Bleigehalts spielt dabei ebenfalls eine Rolle. So muss auch ein Handwerker wissen, ob eine Lötstelle bleihaltig oder bleifrei zu reparieren ist, solange es kein für alle Bereiche universell einsetzbares bleifreies Reparaturlot gibt.

Für all diese und weitere offene Fragen bietet die Normung die Chance, dass sich die Firmen entlang der Wertschöpfungskette elektronischer Produkte nicht bald einer unüberschaubaren Vielzahl von Anforderungen gegenüber sehen werden.

Seitens der Normung haben sich die nahe-eutektischen Legierungen der Zinn-Silber-Kupfer (SnAgCu) Familie bzw. das eutektische SnCu (für Wellen- und Tauchlötten) durchgesetzt. Nach wie vor wird aber noch an weiteren Verbesserungen der Legierungen gearbeitet.

Im Folgenden werden die Übergangsszenarien hin zum bleifreien Elektronik-Zeitalter dargestellt.

### **3 Phasen Szenario: Bauelemente**

*Phase 1 (2003):* Bleifreie Oberflächen für alle Bauelemente, die zur Verwendung in bleifreier Verbindungstechnik vorgesehen sind; ausreichende Lötwärmebeständigkeit dieser Bauelemente für die typischen Verarbeitungsprozesse. Diese Phase ist zumindest für SMD (Surface Mount Device) Standardbauelemente weitgehend abgeschlossen, die entsprechenden Varianten sind verfügbar.

*Phase 2 (2004):* Bleifreie Oberflächen auch bei Bauelementen mit Anschlussdrähten und Non-Standard Typen umgesetzt; die Bauelemente selbst können noch Blei enthalten.

*Phase 3 (2005):* Blei ist in den Bauelementen ersetzt, Ausnahmen von den Stoffverboten entsprechend der im Anhang der RoHS gelisteten Anwendungen.

### **3 Phasen Szenario: Geräte**

*Phase 1 (2003):* Bleifreie Lote, Einsatz von konventionellen Bauelementen und denen der Phase 1 für Bauelemente.

*Phase 2 (2004):* Bleifreie Lote, Einsatz von Bauelementen der Phase 2 und 3; Baugruppen können nach wie vor Blei in verschiedenen Anwendungen enthalten.

*Phase 3 (2005):* Bleifreie Lote, Einsatz von Bauelementen der Phase 3; Baugruppen dürfen bis auf die Ausnahmeregelungen kein Blei mehr enthalten.

Wichtig ist festzustellen, dass das Datum des Inkrafttretens der RoHS zum 1.7.2006 bedingt, dass die Baugruppenfertigung bereits bis Ende 2005 umgestellt ist. Ansonsten wird es Probleme beim Abverkauf von Lagerbeständen geben.

Die Übergangsszenarien legen auch noch ein grundsätzliches Problem offen, wie in der Übergangsphase Bauelemente und Baugruppen identifiziert werden sollen. Übereinstimmend wünscht die Mehrheit der Hersteller und Anwender keine neuen Artikelnummern, um „bleifreie“ Bauelemente und Baugruppen zu identifizieren. Mehrere Alternativen zur Kennzeichnung sind derzeit in Diskussion, von Buchstabencodes über



ein durchgestrichenes „Pb“ bis hin zu Aufklebern „lead-free“ oder „RoHS conforming“. Insbesondere der Verkauf von Bauelementen über Distributoren verdient hier Aufmerksamkeit, da auf diesem Vertriebsweg häufig umgepackt wird, Information also verloren gehen oder verfälscht werden kann.

### **Noch zu leistendes Arbeitsprogramm**

- **Definition von „bleifrei“ und zugehörige Grenzwerte**

Dies geschieht unter Beteiligung der Industrieverbände im Rahmen der Anpassung des Anhangs zur RoHS an den technologischen Fortschritt (TAC-Verfahren). Derzeit ist eine 0,1%-Gewichtsgrenze vorgeschlagen, wobei die Bezugsdefinition noch nicht abschließend geklärt ist.

- **Langzeitzuverlässigkeit der Geräte, Testmethoden zur Bestimmung und Beschleunigungsfaktoren der zeitraffenden Tests**

Eine Reihe von Untersuchungen mit teilweise widersprüchlichen Ergebnissen liegen vor. Das Hauptproblem ist, dass die Masse dieser Untersuchungen nur Teilaspekte zum Gegenstand hatte, wie z. B. Zuverlässigkeit von Lötstellen. Weitere Einflussfaktoren auf die Gerätezuverlässigkeit, wie z. B. Umwelteinflüsse (Schadgas, Feuchte, etc.), mögliche Materialkombinationen (Stoffgemische) in den Lötstellen, Stressfaktoren (mechanische Belastung, Temperatur, Betriebszyklen mit Eigenerwärmung, etc.) und Verarbeitungseinflüsse auf Bauelemente, sind noch nicht ansatzweise in der Breite der Elektronik untersucht.

- **Patentfragen**

Ein Teil der Lotlegierungen ist durch Patente geschützt. Die Patentsituation muss im Vorfeld der Normung noch geklärt werden. Angestrebt ist, dass alle Patenhalter so genannte RAND Erklärungen zur nicht diskriminierenden Lizenzierung abgeben.

- **Kennzeichnung von Produkt, Baugruppe und Verpackung**

Es gibt verschiedene Ansätze zur Kennzeichnung:

- bei JEDEC (Solid State Technology Association – ehemals Joint Electron Device Engineering Council) ist ein Buchstabencode (e1 bis e7) in Diskussion, mit dem verschiedene Oberflächen der Bauelementeanschlüsse kodiert werden sollen;
- ein Teil der Bauelementehersteller hat bereits ein durchgestrichenes „Pb“ zur Kennzeichnung bleifreier Bauelemente eingeführt, wobei hier nicht in jedem Fall klar ist, ob nur die Anschlussflächen oder das gesamte Bauelement erfasst sind;
- in Japan ist ein Leitfaden zur Kennzeichnung in Vorbereitung.

Wichtig ist hier festzuhalten, dass die Kennzeichnung „bleifrei“ zu kurz greift. Eine Kennzeichnung sollte sinnvoller Weise, wenn überhaupt, die RoHS-Konformität beinhalten.

- **Arten und Spezifikation von Temperaturprofilen, Messverfahren zu deren Aufnahme**

Temperaturprofile finden sich in nahezu allen Publikationen, Spezifikationen und Leitfäden. Wie diese Profile jedoch zustande gekommen sind, bleibt unklar. Damit Anwender jedoch Profile aus unterschiedlichen Quellen und Angaben in Spezifikationen vergleichen können, ist eine einheitliche Definition und Festlegung der Verfahren zur Aufnahme erforderlich. Hier ist die Zusammenarbeit der Normungsgremien erforderlich. Erste Entwürfe befinden sich in der Diskussion, wobei bis zu einer weltweiten Harmonisierung sicherlich noch ein weiter Weg zurückzulegen ist.



- **Testmethoden**

Die Überarbeitung der Normen für Lötprüfungen hinsichtlich der bleifreien Lote ist weitgehend abgeschlossen. In den nächsten Phasen müssen nun die Anforderungsnormen für Baugruppen (z. B. Workmanship Standards, Beurteilung von Lötstellen, usw.) sowie die Normen für Bauelemente entsprechend erweitert werden. Dies stellt eine umfangreiche Aufgabe für die Normungsgremien in den nächsten Jahren dar.

- **Die nächsten Projekte in IEC TC 91**

- Anforderungen an die Spezifikation von SMD-Bauelementen (Überarbeitung IEC 61760-1)
- Prüfmethode für Whiskerwachstum
- Bestimmung des Schmelztemperaturbereiches von bleifreien Loten
- Bestimmung der mechanischen Festigkeit von bleifreien Loten

### **Funktion und Grenzen der Normung**

#### **Funktion von Normen in der industriellen Praxis**

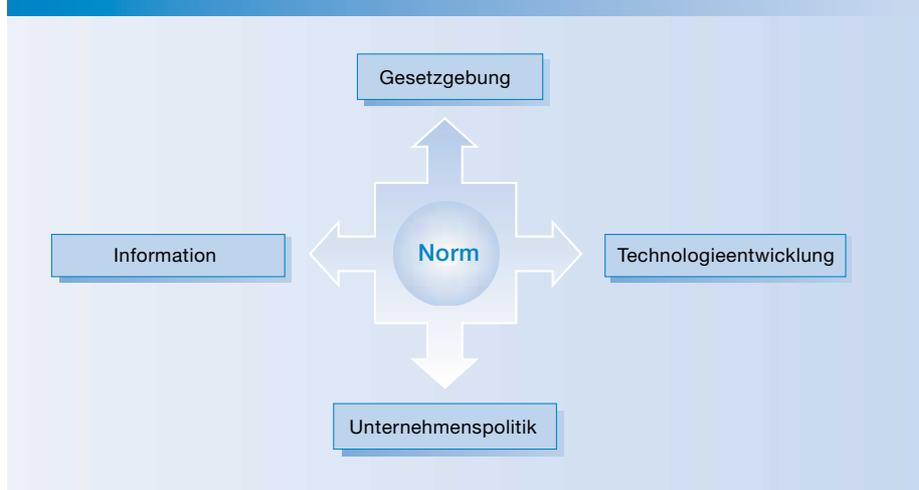
Auch wenn man es manchmal vermuten könnte: Normen sind kein Selbstzweck! Ureigentlich sind sie Mittel zur Erleichterung des Geschäftsverkehrs, des Abbaus von Handelshemmnissen und schlicht und ergreifend ein Informationsmedium.

In der Realität der industriellen Praxis ergeben sich darüber hinaus noch vielfältige Facetten, von den Wünschen verzweifelter Anwender, die Klarheit und Orientierung suchen, bis hin zu den „hard facts“ – geschaffen durch knallharte Taktiker, welche die Norm als eines der Instrumentarien zum Erfolg im globalen Wettbewerb nutzen.

Die Normung steht heute im Spannungsfeld zwischen:

- **Technologieentwicklung** – Anwender neuer Technologien wollen Sicherheit (der Leuchtturm in der Finsternis)
- **Gesetzgebung** – Verbraucherschutz, Handelsbarrieren
- **Unternehmenspolitik** – Norm als Instrument zur Positionierung im Markt
- **Information** – Hilfestellung für den Anwender, für die Beziehung zwischen Partnern (der Fels in der Brandung)

#### **Funktion von Normen**





### **Wo liegen die Grenzen ?**

Gerade die Diskussion um „bleifreie“ Technologien hat hier deutlich gezeigt, wo die Grenzen der Normung liegen:

*Eine Norm soll den Stand der Technik beschreiben.* Der aber bedingt ein entsprechendes Niveau der industriellen Erfahrung – eine Voraussetzung, welche bei neuen Technologien nicht immer gegeben ist.

*Eine Norm soll im Konsensverfahren entstehen.* Solange es noch keinen einigermaßen gesicherten Stand der Technik gibt, prallen die unterschiedlichsten Glaubensbekenntnisse, gespeist aus den oben genannten Motivationsquellen, aufeinander. Ein Konsens ist schwer bis gar nicht zu erreichen, die Mehrheitsentscheidung hinterlässt Frustrationspuren bei denjenigen, deren Interessen und Meinungen nicht berücksichtigt wurden oder werden konnten.

*Eine Norm kann nur die Gemeinsamkeiten beschreiben.* In der Konsequenz wird es immer Abweichungen und Ausnahmen geben müssen, entweder innerhalb der Norm oder in Form von spezifischen Ergänzungen außerhalb der Norm. Die Elektronik ist zu komplex und zu differenziert, um alles in einen Kasten packen zu können.

### **Gibt es Alternativen zur Norm?**

Die oben genannten Grenzen der entwicklungsbegleitenden Normung sind den Normungsorganisationen bewusst. IEC, CENELEC sowie ISO, CEN bieten daher ein breites Spektrum von Publikationsformen neben den anerkannten konsensbasierten Normen an (siehe auch ZVEI TECHREPROT 2002-2003 S. 18):

- TS: Technical Specification
- PAS: Publicly Available Specification
- TR: Technical Report
- ITA: Industry Technical Agreement bzw.
- IWA/CWA: International/CEN Workshop Agreement

Diese Publikationsformen sind im Vergleich zu Normen flexibler und schneller verfügbar und sollten speziell in solchen Anwendungsbereichen genutzt werden, wo das Konsensverfahren der Normung noch nicht anwendbar ist oder zu nicht akzeptablen Projektlaufzeiten führt.

Anzumerken ist, dass diese zusätzlichen Instrumentarien im Bewusstsein der Anwender leider noch nicht ausreichend verankert sind und daher auch noch nicht in dem Umfang angewandt werden, wie es z.T. bereits sinnvoll wäre.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen in diesem Zusammenhang auch die Chancen, die sich für ein derartiges Projekt im Rahmen der internationalen Normung ergeben. Insbesondere bei einer engen Verknüpfung von Normung und Gesetzgebung, beispielsweise im Rahmen der genannten RoHS, rückt die konsensbasierte Normung wieder in den Vordergrund.

Die zunehmend intensiver werdende Zusammenarbeit zwischen privatrechtlichen Organisationen, wie beispielsweise der IPC (Association Connecting Electronics Industries) und der internationalen elektrotechnischen Normungsorganisation IEC, welche über eine sog. „Liaison“ fest geregelt ist, bieten eine weitere Chance. Eine derartige Liaison regelt die Teilnahme und Mitspracherechte der jeweiligen Organisation in den entsprechenden IEC-Arbeitsgruppen. Auch die gegenseitige Anerkennung der Arbeitsergebnisse wird darin geregelt.

Letztendlich erlangen durch eine solche Zusammenarbeit die Arbeitsergebnisse einer privatrechtlichen Organisation wie der IPC über die o.g. „Liaison“ eine gewisse Aufwertung und breitere Akzeptanz durch deren Veröffentlichung als internationale Norm und somit eine Anerkennung entsprechend dem WTO-TBT Abkommen.

### **Festlegung von Prüfschärfen in Normen**

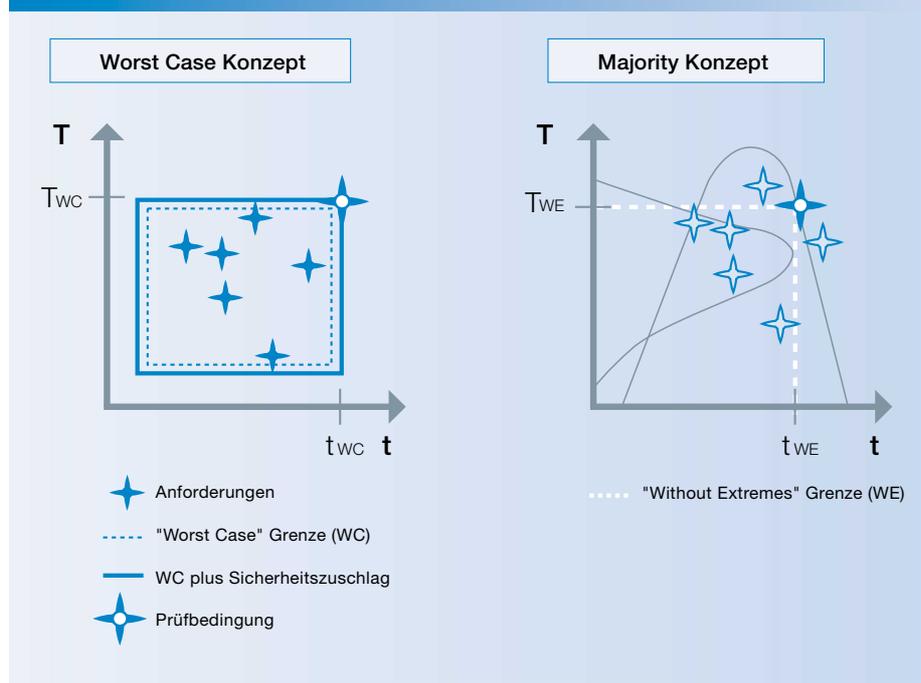
Speziell die Diskussionen um die Schärfegrade zur Prüfung von Bauelementen für die Eignung für bleifreie Lötprozesse (Stichwort: „Lötprofile“) hat ein weiteres Grundproblem der Normung deutlich werden lassen:

In der Vergangenheit wurde oft nach dem „Worst Case“ Konzept genormt: Man nimmt als Ausgangsbasis die schlimmste vorstellbare Belastung eines Bauelementes, addiert einen Sicherheitszuschlag dazu und kommt so zu dem Schärfegrad der Prüfung.

Dahinter steckt der Wunsch, mit einer Prüfung alle denkbaren Anwendungen abzudecken und dann keine Probleme mehr zu haben. Dieses Konzept ist so lange anwendbar, wie die technischen Grenzen der Belastbarkeit weit genug von den Anforderungen entfernt sind. Ist dies nicht mehr der Fall, führt diese Konzeption dazu, dass die Norm nicht mehr alle Bauelemente erfasst, hinsichtlich der Belastbarkeit überdimensioniert und damit verteuert oder gänzlich vom Markt verdrängt. Für die Mehrheit der Anwendungen aber wären diese hohen Anforderungen gar nicht notwendig gewesen.

Im Gegensatz dazu steht der pragmatische Ansatz des „Majority“ Konzeptes, welcher nicht mehr von dem Ansatz ausgeht, dass eine Norm alle denkbaren Anforderungen einschließen muss. Man fokussiert sich bei der Bewertung der möglichen Anforderungen auf die mehrheitlichen Anwendungen eines Produktes und klammert die Extreme aus. Dieser Weg führt zu angepassten Prüfschärfen und entsprechenden Einsparungen bei Herstellern und Anwendern, setzt aber entsprechendes Problembewusstsein bei Design und Verarbeitung voraus.

#### **Prüfschärfen in Normen**



## **Aktivitäten zum Thema Bleifrei im ZVEI**

Schon im März 2000 wurde die Task Force „Bleisubstitution“ im ZVEI gegründet. Ziel war die Unterstützung von Entscheidungsprozessen in den ZVEI-Mitgliedsunternehmen zum Einsatz bleifreier Lote und Lötprozesse. Die Task Force hat in ihrer dreijährigen Arbeit einige Publikationen herausgebracht, die auch heute noch aktuell sind, auch wenn das Erstellungsdatum schon ein bis zwei Jahre zurück liegt. Informationen bietet die Bleifrei-Homepage des ZVEI unter [www.zvei.org/bleifrei](http://www.zvei.org/bleifrei).

Die ZVEI-Task Force hat ihre Arbeit im Frühjahr 2003 beendet. Seitdem wird dieses Thema im ZVEI-Fachverband Bauelemente der Elektronik, der hauptbetroffenen Branche, betreut.

Derzeit werden folgenden Themen beraten:

1. Zusammenstellung einer Informationssammlung zum Thema „Bleifrei“ inkl. einer Kommentierung
2. Auswirkung der bleifreien Produktion auf die gesamte Wertschöpfungskette (Produktionsumstellungsszenarios, Labelling, Vereinheitlichung der Anforderungen/-Standards in den unterschiedlichen Abnehmersegmenten, etc.)

Über die internationale Normung in punkto „Bleifrei“ informiert der ZVEI seine Mitgliedsunternehmen in regelmäßigen Abständen in Zusammenarbeit mit der DKE und ermutigt seine Mitgliedsfirmen, in den Arbeitsgruppen des IEC TC 91 bzw. des K 682 der DKE mitzuarbeiten.

Standardisierung im weiteren Sinne war auch Thema des Workshops „Leadfree Production in Automotive Business“, der am 23. Oktober 2003 durch den Fachverband Bauelemente der Elektronik in Frankfurt organisiert wurde. Gerade – aber nicht nur – im Automotive-Sektor darf die Umstellung auf bleifreie Prozesse nicht mit einem Verlust an Zuverlässigkeit einhergehen. Im Rahmen des Workshops haben die vier Automobilzulieferfirmen Bosch, ContiTemic, Hella und Siemens VDO ihren abgestimmten Entwurf eines Lötprofils vorgestellt, den sie bei IPC und IEC einbringen werden. Hierzu wünschen sie sich die Unterstützung ihrer Bauelementelieferanten.

Das Thema „Bleifrei“ wurde auch auf dem im Rahmen der Productronica 2003 stattfindenden ZVEI-Podium behandelt. Die Vorträge der Session mit dem Thema „Praxis-Erfahrungen mit bleifreien Verbindungen“, sind bis März 2004 im Internet unter <http://www.zvei-be.org/veranstaltungen/Productronica/zvei-podium.html> abrufbar.

Walter Huck

Murata Europe

Kontakt im ZVEI:

Kirsten Metz  
FV Bauelemente  
Telefon: 069 6302-457  
E-Mail: metz@zvei.org

Kontakt bei der DKE:

Michael Teigeler  
Fachbereich 6  
Telefon: 069 6308-280  
E-Mail: michael.teigeler@vde.com

Der ZVEI wird sich weiter darum bemühen, alle Partner entlang der Wertschöpfungskette für eine offene Kommunikation zusammenzubringen, damit nicht über kurz oder lang eine Vielzahl von Spezifikationen und/oder Erwartungen unvereinbar aufeinanderprallen.