LeiterplattenAkademie

Arnold Wiemers

Seminar

Leiterplatten 91

… *Recycling* elektronischer Baugruppen

Kenntnis und Beurteilung der Technologien, Materialien und Prozesse für die Einschätzung von elektromechanischen Baugruppen mit dem Schwerpunkt auf der Analyse und Einordnung von Strategien für das fachgerechte Recycling.

Wer wird mit dem Seminar "Leiterplatten 91 … *Recycling* elektronischer Baugruppen" angesprochen ?

Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Landwirtschaft, Transportlogistik, Kommunikation und Informationstransfer bestimmen unser Leben.
Es gibt in unserer modernen Welt kein komplexes System mehr, das ohne eine elektronische Baugruppe betrieben werden kann. Unser Alltag wird mit Elektronik für die komfortable Fortbewegung, den Transport von Gütern und das Tragen moderner Kleidung bereichert.

Allerdings ist die Nutzungsdauer elektronischer Produkte nicht unbegrenzt möglich. Was uns heute erfreut und hilfreich ist, ist morgen Schrott. Die Entsorgung muß bedacht werden. Keine einfache Aufgabe bei einem Volumen von zur Zeit (2023) 60 Millionen Tonnen Elektronikmüll, Tendenz steigend. Für 2050 werden 120 Millionen Tonnen vorausgesagt.
Die in Baugruppen eingesetzten Metalle und chemischen Substrate sind einerseits hochwertig, andererseits eine hohe Umweltbelastung. Der Gesetzgeber hat bereits vor Jahren reagiert und den Unternehmen und Menschen durch die WEEE, die RoHS und das Elektrogesetz Auflagen gegeben. Die klassische Müllentsorgung aber ist unbrauchbar und vernichtet Werte. Strategisches Ziel ist die Kreislaufwirtschaft, mit der Substrate aufbereitet und wieder in Umlauf gebracht werden sollen.

Das Seminar "**Leiterplatten 91** … ***Recycling*** **elektronischer Baugruppen**" erläutert den aktuellen Stand der Recyclingkonzepte und beschreibt Optionen für ein mögliches zukünftiges Handling auf der Basis der heute vorhandenen Dokumentation von Baugruppen und zeigt auf, welche Lücken geschlossen werden müssen.

Die ***Konstrukteure*** elektronischer Schaltungen und die ***CAD-Designer*** erhalten einen Einblick in die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die **Einkäufer** und **Projektleiter** in die technisch-physikalischen Anforderungen. Das Seminar fördert damit auch das partnerschaftliche Miteinander der Wirtschaftler und Technologen.

Die Themen sind ebenso interessant für alle ***Entscheidungsträger im Bereich CAD-Design***, ***Leiterplatte und Baugruppe***, deren Aufgabe es ist, Projekte führend und beratend zu begleiten.

Historische Entwicklung

Anwendungsbereiche elektronischer Baugruppen im privaten und industriellen Umfeld.
Technologische Varianten in den letzten Jahrzehnten.
Der Übergang von der THT zur SMT.

Elektronikmüll

Die Evolution der Produktvielfalt im privaten und industriellen Umfeld.
Hintergründe für das Entstehen von nicht mehr einsetzbaren elektronischen Produkten.
Basisstrategien für das Entsorgen elektronischer Technologie.

Transfer von Elektronikmüll

Aktuelle Strategien für die weltweite Entsorgung von Elektronikmüll.

Tendenzieller Schrotttransfer von Müllexporteuren in Richtung von Müllimporteuren.
Zu erwartende Elektronikschrott-entwicklung.

Manuelles Recycling

Die angelieferten Baugruppen werden für das "Recycling" beigestellt.

Die Sensibilität der Bauteile für Beschädigungen durch mechanische Belstungen bleibt unberücksichtigt.

Konzepte für die systematische und gefahrlose Aufbereitung gibt es nicht.

Die Lohnkosten haben niedrig zu sein, Sozialabgaben und Steuerzahlungen sind nicht Teil der Strategie.

Die Gewinnmaximierung steht im Vordergrund.

Quelle
M.Eckstein Elektronik Praxis 06'2018

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 21

Inoffizielles Recycling

Bekannte Strukturen für nicht gesteuertes und nicht kontrolliertes manuelles Demontieren elektronischer Baugruppen in Fernost.

Umlauf von Plagiaten in den offiziellen Wirtschaftskreislauf.

Richtlinie WEEE

WEEE…

…ist die Abkürzung von "**W**aste of **E**lectrical and **E**lectronic **E**quipment" (~ Abfall von Elektro- und Elektronikgeräten).

WEEE wird unter der Bezeichnung **2002/96/EG** als EU-Richtlinie geführt und ist gültig seit Januar **2003**. *Aufgabe der WEEE ist, den Herstellern elektronischer Produkte mehr Verantwortung bei der Auswahl und Verarbeitung kritischer Materialien zuzuordnen.* Die spätere Entsorgung von Elektronikschrott soll in Folge deutlich umweltverträglicher werden. Gefordert sind effektive Systeme zur getrennten Sammlung entsprechend der **EAG** (~ **E**lektro- und **E**lektronik-**A**lt**G**eräte).

Die Elektronikprodukte sind so zu kennzeichnen, daß die Erfordernis einer getrennten Schrottentsorgung deutlich gemacht wird.
Nach der WEEE-Verordnung müssen Elektrogeräte so gekennzeichnet sein, daß der Hersteller und das Herstellungsdatum zugeordnet werden können.

Die WEEE wird in Europa anerkannt und akzeptiert. Sie ist eine Hilfestellung bei der Formulierung internationaler Regeln.

Quelle …in Anlehnung an umweltbundesamt.de

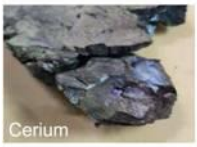
Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 35

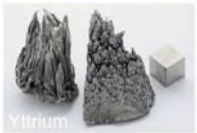
Politische Rahmenbedingungen

Umsetzung europäischer Richtlinien in nationale Gesetzgebung.
Anforderungen an die Planung und die Vorlage von Recyclingrichtlinien auf politischer Ebene.
Grundkonzepte der RoHS, der WEEE und des Elektrogesetzes.

Rohstoffe für einen Fernseher

Rohstoff pro Fernseher [mgr]		Chemie
Silber	580	Metall
Indium	260	Schwermetall
Gold	140	Metall
Yttrium	110	Seltenerdmetall
Palladium	44	Metall
Europium	8.1	Seltenerdmetall
Lanthan	6.8	Seltenerdmetall
Cerium	4.5	Seltenerdmetall
Terbium	2.3	Seltenerdmetall
Gallium	0.63	Seltenerdmetall
Gadolinium	0.1	Seltenerdmetall
Praesodym	0.1	Seltenerdmetall





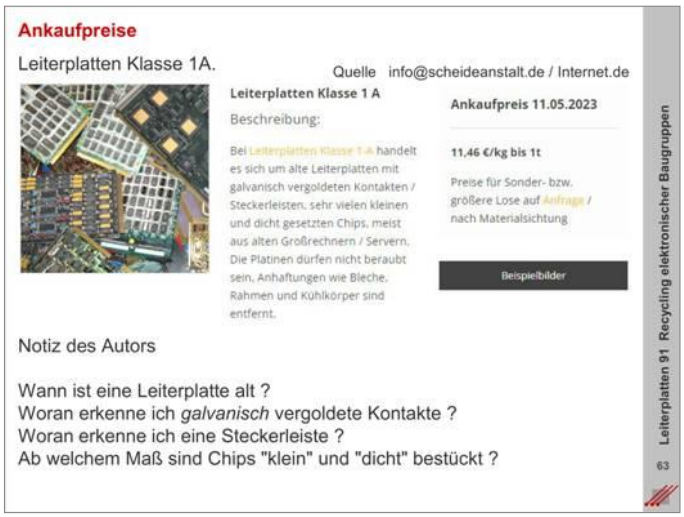
Hinweis : die chemischen Rohstoffe sind in komplexen Verbindungen verbaut,

Gewichte : statista.com Bilder : wikipedia

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 44

Wertstoffe

Einschätzung der Wertstoffvolumina in elektromechanischen Baugruppen.
Chemische Zuordnung u.a. von Kunststoffen, Schwermetallen und Seltenerden.



Ankauf von Schrottelektronik

Aktuelle organisatorische Konzepte für die wirtschaftliche Bewertung zu verschrottender Elektronik.
Nicht zugeordnete und nicht kontrollierbare technische Nebeneffekte.

Bauteilqualität

Übersicht zur Varianz der Bauteile mit Blick auf Bauform, Mechanik, metallische und chemische Kombination.
Einschätzung des Wertes elektromechanischer Bauteile auf Basis ihres Gewichtes.

SMD-Bauteile

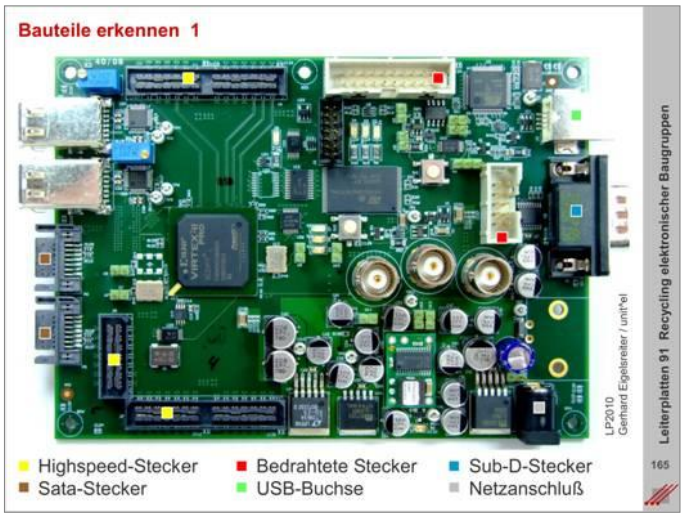
Einschätzung der Variantenvielfalt von SMD-Komponenten.
Schadstoffhaltige Bauteile.
Elektronische Anwendungen im industriellen Umfeld, z.B. der Automotive.
Kostenintensive Bauteile.

Bauteillogistik

Bezeichnungen für die Bauformen elektromechanischer Bauteile. Unübersichtlichkeit der Bauformen, insbesondere für ICs.
Einordnung der Montagestrategien in Abhängigkeit von der Bauform.

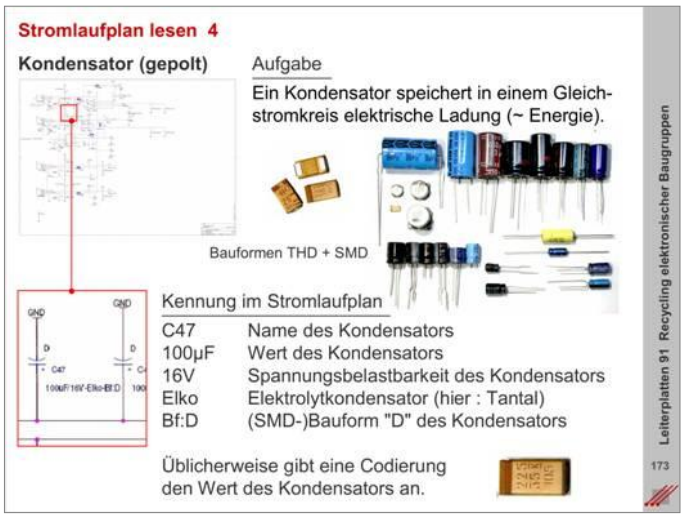
Bauteileigenschaften

Einschätzung der Recyclingqualität mit Bezug auf die Funktion der Bauteile (Relais, Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Induktivitäten, usw.)



Baugruppenanalyse

Optische Identifikation elektromechanischer Komponenten auf Baugruppen. Erläuterung der vielfältigen Anwendung.
Einschätzung der Möglichkeiten für die Recyclingstrategie auf Basis der Bauteilmechanik.



Stromlaufplan lesen 4

Kondensator (gepolt)

Aufgabe

Ein Kondensator speichert in einem Gleichstromkreis elektrische Ladung (~ Energie).

Bauformen THD + SMD

Kennung im Stromlaufplan

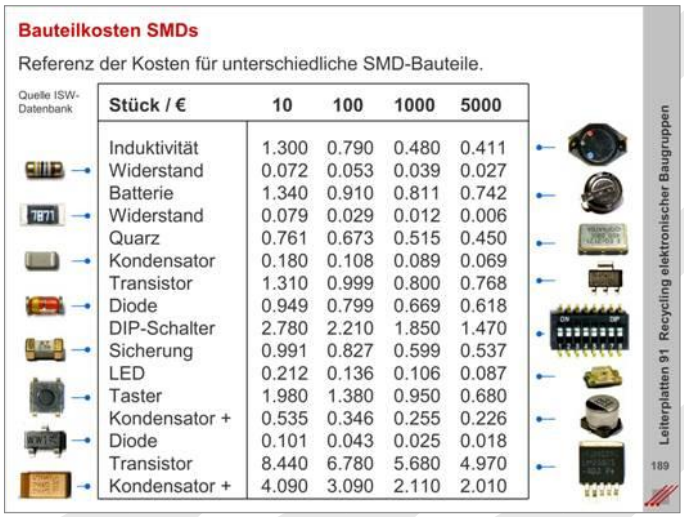
C47	Name des Kondensators
100µF	Wert des Kondensators
16V	Spannungsbelastbarkeit des Kondensators
Elko	Elektrolytkondensator (hier : Tantal)
Bf:D	(SMD-)Bauform "D" des Kondensators

Üblicherweise gibt eine Codierung den Wert des Kondensators an.

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 173

Bauteilanalyse

Interpretation der eingesetzten elektromechanischen Komponenten auf einer Baugruppe durch die fachgerechte Bewertung des Schaltplans.



Bauteilkosten SMDs

Referenz der Kosten für unterschiedliche SMD-Bauteile.

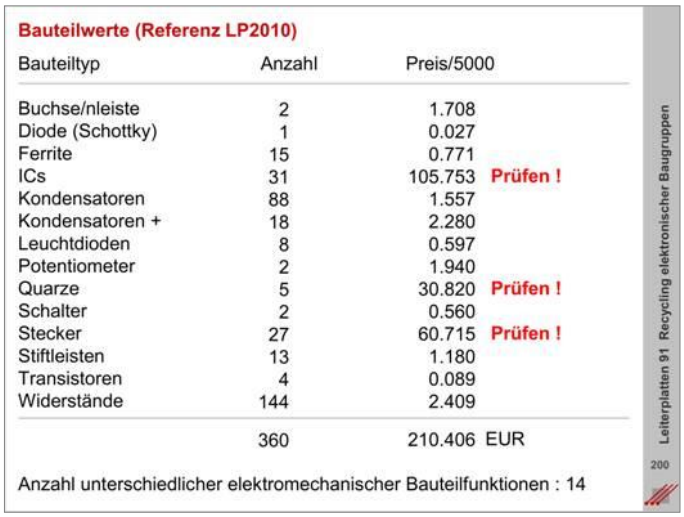
Quelle ISW-Datenbank

Stück / €	10	100	1000	5000
Induktivität	1.300	0.790	0.480	0.411
Widerstand	0.072	0.053	0.039	0.027
Batterie	1.340	0.910	0.811	0.742
Widerstand	0.079	0.029	0.012	0.006
Quarz	0.761	0.673	0.515	0.450
Kondensator	0.180	0.108	0.089	0.069
Transistor	1.310	0.999	0.800	0.768
Diode	0.949	0.799	0.669	0.618
DIP-Schalter	2.780	2.210	1.850	1.470
Sicherung	0.991	0.827	0.599	0.537
LED	0.212	0.136	0.106	0.087
Taster	1.980	1.380	0.950	0.680
Kondensator +	0.535	0.346	0.255	0.226
Diode	0.101	0.043	0.025	0.018
Transistor	8.440	6.780	5.680	4.970
Kondensator +	4.090	3.090	2.110	2.010

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 189

Bauteilkosten

Referenz der Kosten für den Einkauf von SMD- und THD-Bauteilen in Abhängigkeit von der Anzahl der eingesetzten Bauteile in einem Bau-Gruppenprojekt als Voraussetzung für die Recycelbarkeit und die Einschätzung der voraussichtlich zu recycelten Werte.



Bauteilwerte (Referenz LP2010)

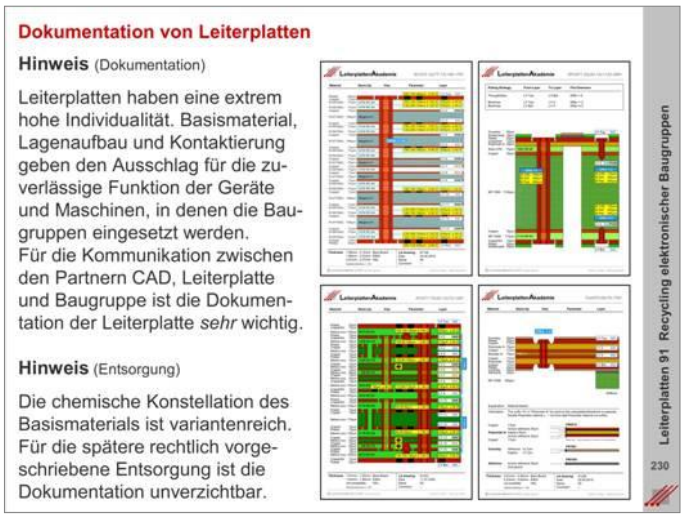
Bauteiltyp	Anzahl	Preis/5000	
Buchse/nleiste	2	1.708	
Diode (Schottky)	1	0.027	
Ferrite	15	0.771	
ICs	31	105.753	Prüfen !
Kondensatoren	88	1.557	
Kondensatoren +	18	2.280	
Leuchtdioden	8	0.597	
Potentiometer	2	1.940	
Quarze	5	30.820	Prüfen !
Schalter	2	0.560	
Stecker	27	60.715	Prüfen !
Stiftleisten	13	1.180	
Transistoren	4	0.089	
Widerstände	144	2.409	
	360	210.406	EUR

Anzahl unterschiedlicher elektromechanischer Bauteilfunktionen : 14

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 200

Bauteilwerte

Die BOM (~ Bill of Material) als effektive Basis für die zuverlässige Einordnung und Interpretation der Bauteilwerte.
Zuordnung der möglichen und erforderlichen Recyclingaufgaben.



Dokumentation von Leiterplatten

Hinweis (Dokumentation)

Leiterplatten haben eine extrem hohe Individualität. Basismaterial, Lagenaufbau und Kontaktierung geben den Ausschlag für die zuverlässige Funktion der Geräte und Maschinen, in denen die Baugruppen eingesetzt werden.
Für die Kommunikation zwischen den Partnern CAD, Leiterplatte und Baugruppe ist die Dokumentation der Leiterplatte *sehr* wichtig.

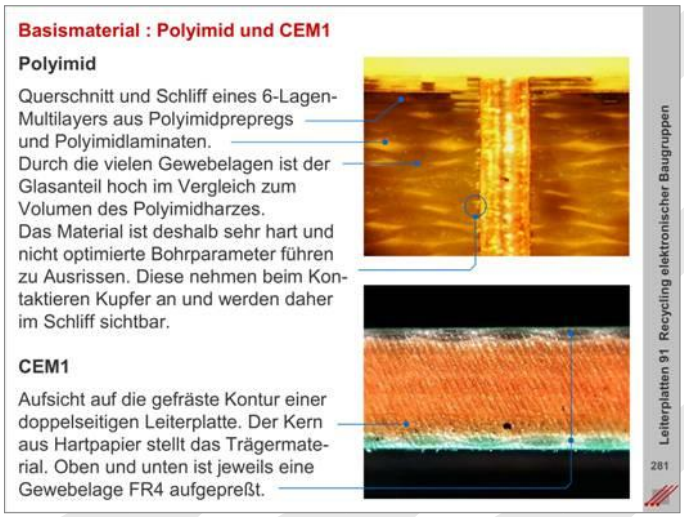
Hinweis (Entsorgung)

Die chemische Konstellation des Basismaterials ist variantenreich. Für die spätere rechtlich vorgeschriebene Entsorgung ist die Dokumentation unverzichtbar.

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 230

Leiterplattendokumentation

Die Leiterplattendokumentation als notwendige Beschreibung der chemischen Konstellation der eingesetzten Dielektrika, der Lacke und der metallischen Beschichtungen für Kupfer und Endoberflächen.



Basismaterial : Polyimid und CEM1

Polyimid

Querschnitt und Schliff eines 6-Lagen-Multilayers aus Polyimidprepregs und Polyimidlaminaten.
Durch die vielen Gewebelagen ist der Glasanteil hoch im Vergleich zum Volumen des Polyimidharzes.
Das Material ist deshalb sehr hart und nicht optimierte Bohrparameter führen zu Ausrissen. Diese nehmen beim Kontaktieren Kupfer an und werden daher im Schliff sichtbar.

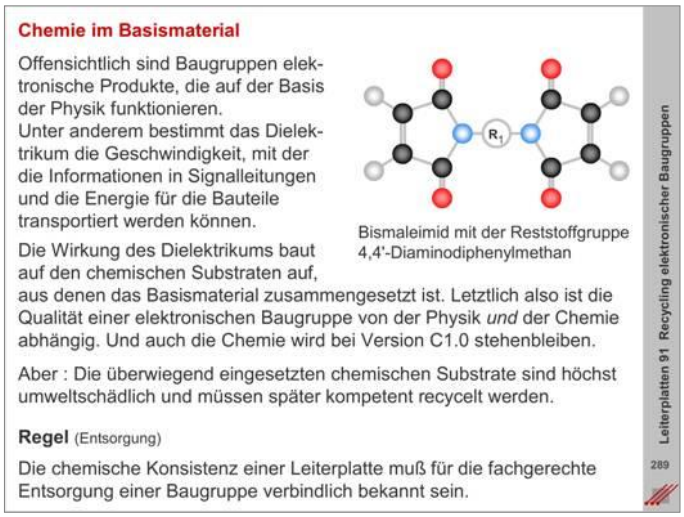
CEM1

Aufsicht auf die gefräste Kontur einer doppelseitigen Leiterplatte. Der Kern aus Hartpapier stellt das Trägermaterial. Oben und unten ist jeweils eine Gewebelage FR4 aufgepreßt.

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 281

Dielektrika

Detailinformation für die Einordnung der Chemie und des Volumens des Basismaterials als Voraussetzung zur Beurteilung der Wertigkeit und des zulässigen Recyclingverfahrens.



Chemie im Basismaterial

Offensichtlich sind Baugruppen elektronische Produkte, die auf der Basis der Physik funktionieren.
Unter anderem bestimmt das Dielektrikum die Geschwindigkeit, mit der die Informationen in Signalleitungen und die Energie für die Bauteile transportiert werden können.

Bismaleimid mit der Reststoffgruppe 4,4'-Diaminodiphenylmethan

Die Wirkung des Dielektrikums baut auf den chemischen Substraten auf, aus denen das Basismaterial zusammengesetzt ist. Letztlich also ist die Qualität einer elektronischen Baugruppe von der Physik *und* der Chemie abhängig. Und auch die Chemie wird bei Version C1.0 stehenbleiben.

Aber : Die überwiegend eingesetzten chemischen Substrate sind höchst umweltschädlich und müssen später kompetent recycelt werden.

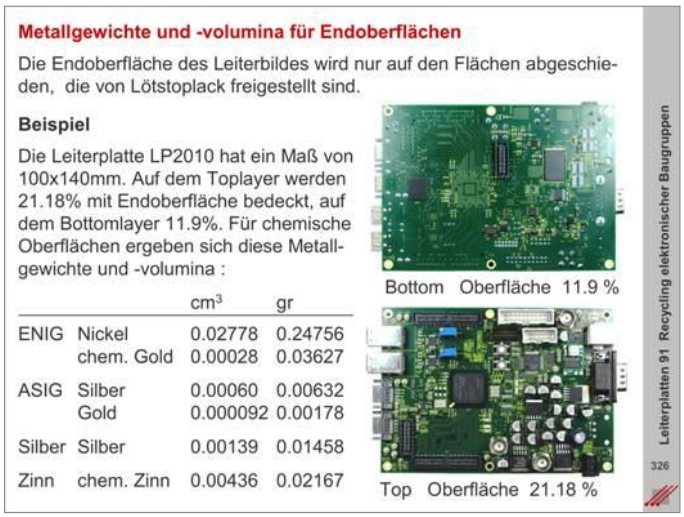
Regel (Entsorgung)

Die chemische Konsistenz einer Leiterplatte muß für die fachgerechte Entsorgung einer Baugruppe verbindlich bekannt sein.

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 289

Chemie

Erläuterung typischer in der Leiterplattentechnologie eingesetzter chemischer Strukturen/Moleküle. Einordnung kritischer chemischer Verbindungen für die Aufbereitung und die Entsorgung von Leiterplattenmaterial.



Metallgewichte und -volumina für Endoberflächen

Die Endoberfläche des Leiterbildes wird nur auf den Flächen abgeschieden, die von Lötstoplack freigestellt sind.

Beispiel

Die Leiterplatte LP2010 hat ein Maß von 100x140mm. Auf dem Toplayer werden 21.18% mit Endoberfläche bedeckt, auf dem Bottomlayer 11.9%. Für chemische Oberflächen ergeben sich diese Metallgewichte und -volumina :

		cm^3	gr
ENIG	Nickel	0.02778	0.24756
	chem. Gold	0.00028	0.03627
ASIG	Silber	0.00060	0.00632
	Gold	0.000092	0.00178
Silber	Silber	0.00139	0.01458
Zinn	chem. Zinn	0.00436	0.02167

Bottom Oberfläche 11.9 %

Top Oberfläche 21.18 %

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 326

Analyse der Substrate

Gewichte und Volumina von Metallen, Endoberflächen und Lacken auf Leiterplatten.

Volumina und chemische Zusammensetzung von Lotpasten für das Löten der SMD-Bauteile.

Kleidung : 2022 LEDs in Turnschuhen

Elektronik in Schuhen ? Es ist bei den Produkten nicht dokumentiert, aus welchem Material die LEDs gebaut sind, ob es eine Verkabelung oder eine Batterie oder andere elektronische Komponenten gibt.
Die Schuhe und die LEDs zu trennen ist ohne eine massive Zerstörung des Plastiks nicht möglich.
Müssen alte und verschlissene Schuhe zu einer Sonderabnahmestelle gebracht werden ?
Ist die Entsorgung solcher Schuhe Aufgabe eines Recyclingunternehmens ? Gelten für die Schuhe die RoHs und die WEEE ? (Ja, *ausgediente Schuhe gehören in die Elektroaltgeräte Sammlung*).

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 344

Elektronifizierung

Gegenwärtiger und zukünftiger Einsatz von Baugruppen und/oder elektromechanischer Komponenten im Alltag. Entsorgungsvorgaben nach WEEE und EAG (~ Elektroaltgeräte).

Zukünftige Anforderungen

Mögliches Datenbank-Konzept

Bauteilname	R15
Bauteilfunktion	Widerstand
Bauteilwert	7K87
Bauform	0805
Bauteilposition	X30045Y12340
aktuelles Alter	6 Jahre
Material	Plastik, Metall,...
Lebenszeit	26 Jahre
wiederverwertbar	ja
max. Lebensalter	12 Jahre
entstücken	entlöten
temperaturbelastbar	120°C
Recycling	zulässig
Gewicht	20mgr
magnetisch	nein

Diese Informationen sind in der BOM und im File für die automatische Bestückung der Baugruppen enthalten.

Option

Diese Informationen sollten in einer weltweiten Datenbank zum automatischen Download zur Verfügung stehen.

Leiterplatten 91 Recycling elektronischer Baugruppen 363

Vorbereitende Konzepte

Datenbanken für die vorbereitende Entsorgung. Zu erweiternde Informationen in CAD-Bibliotheken.
Files für BOM, Bauplan und Bestükkung elektronischer Baugruppen als optionale weltweite Referenz für das Recycling von Baugruppen.

Ihr Referent

Arnold Wiemers Seit 1980 selbstständig als Softwareentwickler für die Kalkulation, den Fertigungsablauf und die Fertigungsleitsteuerung von Leiterplatten.

Ab 1983 angestellter Geschäftsführer für den Fachbereich CAD der ILFA GmbH, Aufbau der CAM in den 1990er Jahren und ab 2000 Technologieberatung für komplexe Leiterplatten.

Seit 2009 Mitinhaber und Technischer Direktor der LA-LeiterplattenAkademie GmbH mit Sitz in Berlin.

Diverse Fachveröffentlichungen. Referent für Seminare, Konferenzvorträge und Workshops zum Thema Leiterplattentechnologie (MFT, MPS, Impedanz, Multilayersysteme, Designregeln, Gerber, LP2010).
Mitarbeit am Schulungskonzept der entsprechenden Fachverbände.
Vom IPC zertifizierter CID, CID+, CIS 6012, Tutor und Master. ZED.
Langjährige aktive Mitarbeit im AK-Design des ZVEI.
Förderung der Ausbildung an Berufs-, Fach- und Hochschulen.

Die LeiterplattenAkademie

Die Sicherung des Standortes Deutschland in Europa und der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit setzt sowohl die systematische als auch die kontinuierliche Qualifikation der Mitarbeiter/innen eines Unternehmens voraus.

Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Industriegesellschaft und ihre technologische Kompetenz am Weltmarkt wird (auch) durch die Qualität ihrer Elektronikprodukte bestimmt.

Das erfordert eine fachlich hochwertige Aus- und Weiterbildung.

Die zentrale Aufgabe der LeiterplattenAkademie ist, das Fachwissen aus den Bereichen der Schaltungsentwicklung, des CAD-Designs, der CAM-Bearbeitung, der Leiterplattentechnologie und der Baugruppenproduktion in Seminaren, Workshops und Tutorials zu vermitteln.

Seminare und Teilnahmegebühren

Das Tagesseminar wird als freies Seminar durchgeführt, kann für Konferenzen gebucht werden und steht auch als InHouse-Seminar zur Verfügung.

Freies Seminar

Die Durchführung liegt bei der LeiterplattenAkademie. Die Termine werden via Mailing, eMail, Internet oder Presseveröffentlichungen mitgeteilt. Die Veranstaltungsorte sind in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Präsenz-Seminar: 520,00 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, Teilnahmezertifikat, Mittagess sowie Getränke.

Online-Seminar: 480,00 € zzgl. MwSt. pro Person, Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen und das Teilnahmezertifikat.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

Das Seminar wird auch firmenintern referiert. Sie sparen sowohl Reise- als auch Übernachtungskosten, vor allem jedoch Zeit.

Für pauschal 2.650,00 € zzgl. MwSt. liefern wir Ihnen unseren Referenten "frei Haus". Es entstehen keine Zusatzkosten.

Online steht Ihnen unser Referent für 2.000,00 € zzgl. MwSt. zur Verfügung.

Eine individuelle Themengestaltung mit firmentypischen Schwerpunkten ist selbstverständlich möglich. Bitte stimmen Sie sich mit uns ab: inhouse@leiterplattenakademie.de

Wir bieten Ihnen 15% Rabatt für InHouse-Seminare in den Monaten Juli und August.

LeiterplattenAkademie

Die LeiterplattenAkademie

Die LA - LeiterplattenAkademie GmbH ist eine Schulungs- und Weiterbildungseinrichtung für die Fachbereiche

Schaltungsentwicklung

CAD-Design

CAM-Bearbeitung

Leiterplattentechnologie

Baugruppenproduktion

Die Akademie versteht sich als Partner für öffentliche Einrichtungen und Unternehmen der Wirtschaft, die in vergleichbaren Feldern engagiert sind.

LA - LeiterplattenAkademie GmbH
Schlesische Straße 12
10997 Berlin

Telefon	(030) 34 35 18 99
Telefax	(030) 34 35 19 02
eMail	info@leiterplattenakademie.de
Internet	www.leiterplattenakademie.de