



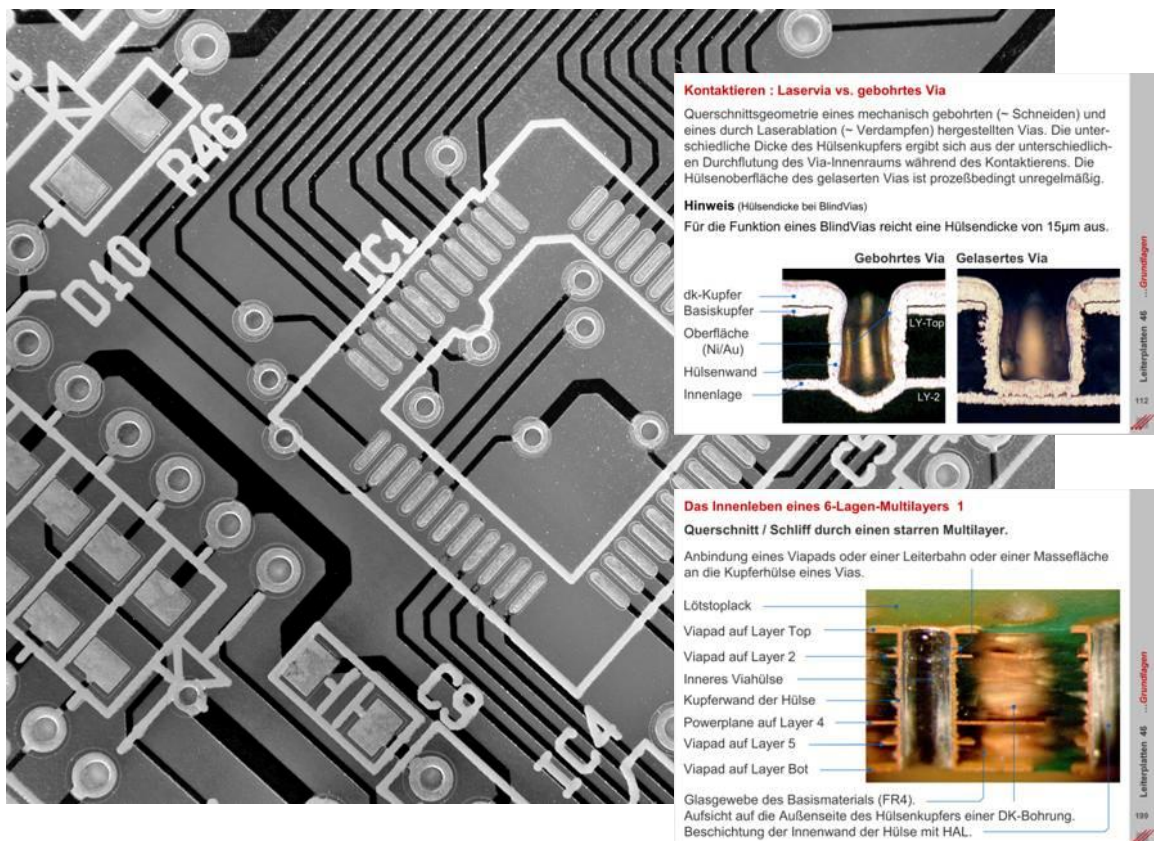
Arnold Wiemers

Seminar und Tutorial

Leiterplatten 46

...**Grundlagen** der
Leiterplattentechnik

Eine umfassende Einführung in die Leiterplatten-
technologie mit Querverweisen zum CAD-Design
und zur Baugruppenfertigung.



Wer wird mit dem Seminar "Leiterplatten 46 ... **Grundlagen** der Leiterplattentechnik" angesprochen ?

Das Ganztagsseminar erläutert die wichtigsten Voraussetzungen und Prozesse für die Fertigung von Leiterplatten. Alle Grundbegriffe werden vermittelt. Durch den Blick auf die historische Evolution der Leiterplatten und Baugruppenteknologie entsteht Verständnis für elektronische Baugruppen, ihre Einbindung in die heutige Welt und ihren Einfluß auf unser privates und berufliches Leben.

Begriffe, Definitionen und Regeln werden anschaulich erklärt. Wegen der internationalen Ausrichtung, Fertigung und Beschaffung von Leiterplatten und elektronischen Baugruppen sind viele Fachbegriffe auch englischsprachig aufgeführt.

"**Leiterplatten 46 ... Grundlagen der Leiterplattentechnik**" informiert über die Anfänge der Leiterplattentechnik, über die aktuell zur Verfügung stehenden Technologien und über die in naher Zukunft zu erwartenden Veränderungen.

Die Funktion und die Eigenschaften der Bohrtypen BlindVia, BuriedVia, DK-Bohrung und NDK-Bohrung werden ebenso geschildert, wie der Einfluß dieser Kontaktierungsoptionen auf die Konstruktion und Dokumentation höherlagiger Multilayer. Die Eigenschaften von Basismaterialien werden erklärt, auch mit Ausblick auf die langfristige Zuverlässigkeit elektronischer Produkte. Verfügbare Oberflächen werden ebenso aufgezeigt wie die Vorgaben für den Siebdruck und die Konturbearbeitung. Der Blick auf das "Vorher" (...das CAD-Design) und das "Nachher" (...die Baugruppenbestückung) vervollständigen das Thema.

Das Seminar ist für alle Mitarbeiter/innen gedacht, die in den Fachbereichen **CAD**, **CAM**, **Leiterplattenfertigung** und **Baugruppenproduktion** arbeiten.

Die korrekte Formulierung der Fachbegriffe ermöglicht das Verständnis der Zusammenhänge und erleichtert die Kommunikation. Das partnerschaftliche Miteinander wird gefördert.

Die Darstellung der Themen ist ebenfalls für alle **Entscheidungssträger im Bereich Design und Leiterplatte** interessant, deren Aufgabe es ist, das Produkt "Baugruppe" führend und beratend zu begleiten.

Historie : 1948 Radio

Freie Verdrahtung elektronischer Komponenten in einem Radio.



Spule
Widerstand
Röhrensockel
Kondensator

Die Grundlagen der Leiterplattentechnik waren zwar wenige Jahre vorher gelegt worden. Üblich war aber noch viele Jahre die freie händische Verdrahtung der Komponenten eines Gerätes auf Schaltplanbasis.

Bildquelle ELEKTRONIKPRAXIS 12-2015

Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik

Anfänge

Die Elektronik der frühen Jahre.
Von der freien Verdrahtung zur Fertigung der ersten gedruckten Schaltung.

Anfänge der industriellen Produktion elektronischer Baugruppen.

Historie : 1984 IBM PC

IBM 16-bit Personalcomputer vom Typ PC AT (~ Advanced Technology)



Die Abkürzung "IBM" steht für *International Business Machines*.

Der Computer hatte einen 80286-Prozessor, der mit 6 MHz getaktet war. Das Mainboard hatte einen 16 Bit Daten- und 24 Bit Adressbus. 16 MByte Hauptspeicher konnten angesprochen werden.

Begriff "Mainboard"
= Hauptplatine

Begriff "Bit"
= binary digit
= Binärziffer (0 oder 1)

Bild- und Textquelle ELEKTRONIKPRAXIS 18-2014

Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik

Historie

Die ersten PCs als komplexere Produkte für den persönlichen Gebrauch.

Der Erfolg der ersten Handys.
Die Kombination von Hard- und Software.

Erste Anforderungen an das CAD-Design von Leiterplatten.

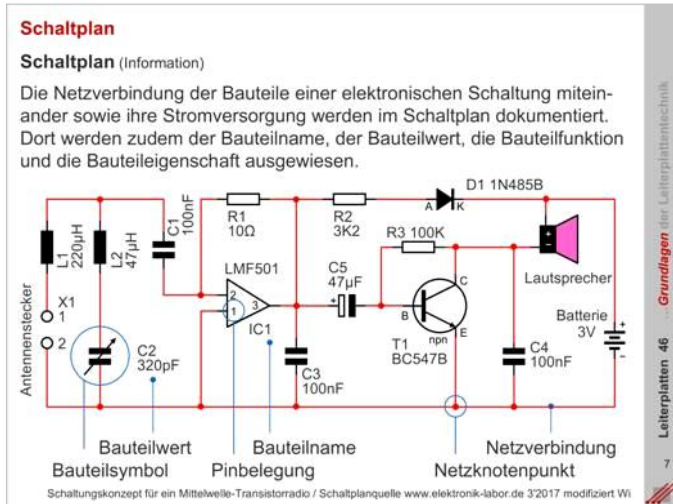
Begriffe 2

BMP	~ Bitmap Extension für ein Fileformat, das Dateien mit bildlichen Inhalten transportiert.	▼
BUV, BU	~ Buried Via Kontaktierung zwischen zwei oder mehreren Innenlagen eines Multilayers.	▼
CAD	~ Computer Aided Design Computerunterstützter Entwurf von elektronischen Baugruppen (...CAD-Layout).	▼
CAM	~ Computer Aided Manufacturing Computerunterstützte Fertigung. Im Bereich der Leiterplatte die Auftragsvorbereitung mit Unterstützung von Software.	▼
CAN	~ Controller Area Network Datatransfer über ein 120-Ohm-Leitungspaar für Automotive und Landmaschinen (...CAN-Bus).	▼

Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik

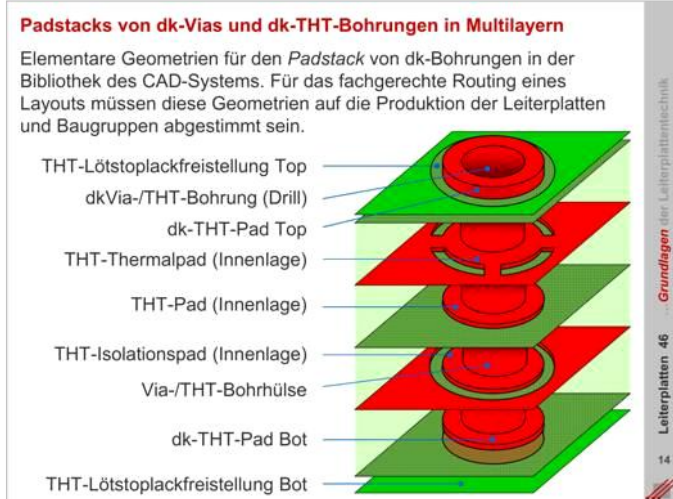
Begriffe

Eine Sammlung häufig benutzter Abkürzungen für Fachbegriffe aus den Bereichen CAD, CAM, Leiterplatten und Baugruppenteknik. Kurze inhaltliche Erläuterung zur Bedeutung, zum Hintergrund und zum Anwendungsbereich.



Schaltplan

Grundlegende Informationen zu Schaltplänen als Vorgabe für das Routing eines CAD-Layouts. Schaltzeichen für übliche elektronische Komponenten. Typische Darstellung von Signalnetzen.



CAD-Bibliothek

Die Anlage von Padstacks in der Bibliothek eines CAD-Systems. Der Einfluß vorgegebener Routinggeometrien auf den Schwierigkeitsgrad der herzustellenden Leiterplatte. Grundregeln für die Verknüpfung von Theorie und Praxis.

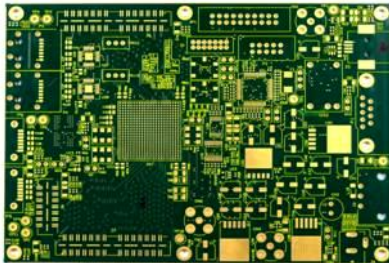


Bauformen

Elementare Bauformen für elektronische Bauteile. Ausprägung unterschiedlicher Lötflächen für die Montage der Bauteile auf der Leiterplatte. Der Einfluß der Leiterplattenoberfläche auf die Qualität einer Lötverbindung

Vom CAD-Layout zur Baugruppe

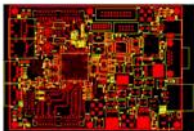
2. Die Produktion der Leiterplatte



Die Leiterplatte ist der Träger der elektrischen und mechanischen Komponenten auf der Baugruppe.

Die Leiterbahnen verbinden die Bauteile miteinander.

Lagenwechsel werden bei Bedarf über Vias ermöglicht.



Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik 12

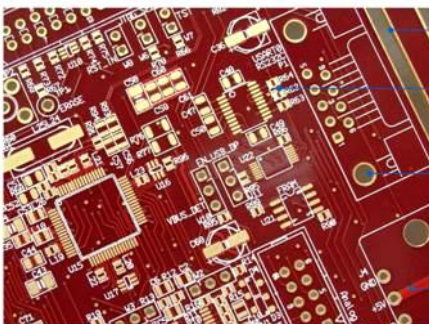
Leiterplattendesign

Die Entwicklung elektronischer Baugruppen, ausgehend vom CAD-Layout.

Die Bedeutung der Leiterplatte als Bindeglied zwischen Konstruktion und Funktion.

Erfolgreiche Routingstrategien auf der Basis einfacher Designregeln.

Geometrische Strukturen auf Leiterplatten



Kontur
Vektor

SMD-Pad
Kreis
Rechteck

Bohrung
Kreis
Zylinder

Leiterbahn
Vektor

Die geometrischen Strukturen auf Leiterplatten können in die Formen "Kreis", "Kreissring", "Zylinder", "Rechteck" und "Quader" zerlegt werden. Die Kombination dieser elementaren geometrischen Formen ermöglicht es, komplexere dreidimensionale Strukturen abzubilden.

Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik 8

Geometrien auf Leiterplatten

Die Umsetzung komplexer Leiterbilder auf geometrische Grundformen.

Mögliche Berechnungen technisch-physikalischer Eigenschaften von Leiterplatten auf der Basis mathematischer Grundregeln.

Laminatpresse Dielektra

Einlaufbereich der Doppelbandpresse der Fa. Dielektra. Prepregs und Kupferfolien werden als Rollenware zugeführt und kontinuierlich verpresst.



Reihenfolge der Rollen

Kupfer Rolle Top

Prepreg Rolle 1

Prepreg Rolle 2

Prepreg Rolle 3

Prepreg Rolle 4

Prepreg Rolle 5

Prepreg Rolle 6

Kupfer Rolle Bottom

6 5 4 Montierte Prepregrollen

Leiterplatten 46 Grundlagen der Leiterplattentechnik 16

Laminatfertigung

Die Herstellung von Basismaterial für die Produktion von Leiterplatten.

Verfügbare Ausgangsmaterialien.

Eigenschaften von Prepregs und Kupferfolien. Übliche Laminat- und Kupferdicken.

Technische Parameter von Basismaterialien.

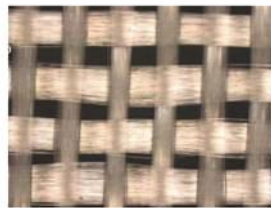
Glasgewebe : Beispiel 2

Hinweis (FR4-Glasgewebevarianten)

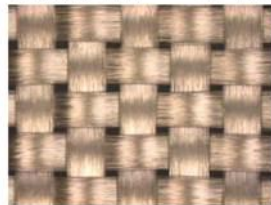
Nicht jeder Basismaterialhersteller nutzt die gleichen Glasgewebe für die Konstruktion seiner Basislamine.

Gewebetyp	1080
Gewebedicke	64µm
Kettfäden	60 / in 2.36 / mm
Schußfäden	47 / in 1.85 / mm

Gewebetyp	2116
Gewebedicke	97µm
Kettfäden	60 / in 2.36 / mm
Schußfäden	58 / in 2.28 / mm



Vergroßerung ca. 50-fach Quelle : ISOLA



Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
18

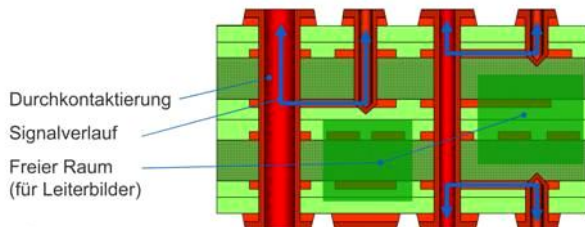
Glasgarne

Glasgarne und für die Fertigung von Glasgeweben und als Voraussetzung für die Produktion von Prepregs und Basismaterialien.

Eigenschaften von Glasgeweben mit dichten Gewebestrukturen.

Bohrungen : Kontaktierungsstrategien bei Multilayern 2

Kontaktierungen in einem 6-Lagen Multilayer : die Signalverbindungen werden über Bauteilbohrungen und über DK-Bohrungen geführt. Als zusätzliche Kontaktierungsoptionen ermöglichen BlindVias von der Ober- und von der Unterseite kurze und effektive Signalwege. Die Verdrahtung ist kompakt und schafft innerhalb der Leiterplatte Freiräume, die für das Layout genutzt werden können.



Hinweis

Ein direkter Signalweg von Netzknoten zu Netzknoten verbessert die Signalintegrität sowie das EMV-Verhalten einer Baugruppe.

Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
19

Kontaktierungsstrategien

Kontaktierte und nichtkontaktierte Bohrungen.

Definition des Aspect Ratio für die Berechnung des Durchmessers und der kontaktierbaren Hülslenlänge für Buried Vias, Blind Vias und THTs. Strategische Vorteile sequentieller Kontaktierungen.

Aspekte moderner Produktionsverfahren 1

Die Technologie für die Fertigung von Leiterplatten muß die Konstruktion hochleistungsfähiger Baugruppen unterstützen.

Die wichtigsten Prozeßtechniken sind :

Microvias

Laser / Mechanisch gebohrt
Enddurchmesser bis minimal 50µm

Laserschnitt der Kontur

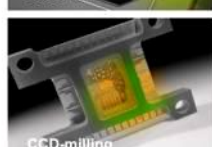
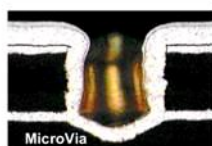
Kanalbreite bin minimal 30µm

Hybridmultilayersystems

Kombination unterschiedlicher Basismaterialallamine

Laser direct imaging (LDI) für MFT

Leiterbahnbreiten bis minimal 50µm



Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
17

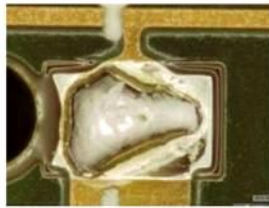
Produktionstechnologie

Aspekte moderner Produktionsverfahren für die Herstellung hochleistungsfähiger Leiterplatten. Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Anlagentechnik eines Leiterplattenherstellers als Folge der Miniaturisierung elektronischer Komponenten.

Endoberfläche : Hot Air Leveling

Benetzung

- ☒ Das Lot verfließt nicht gleichmäßig auf der Oberfläche der Leiterplatte. Ursache kann ein nicht geeignetes Lot oder eine kontaminierte Leiterplattenoberfläche sein oder eine zu niedrige Peaktemperatur oder eine zu kurze Lötzeit.



Bildquelle 2x Rainer Taube

Benetzung

- ☒ Das Lot verfließt gleichmäßig auf der Lötfläche. Die IC-Anschlüsse sind an der Basis gut benetzt.
- ☒ Das Volumen der aufgetragenen Lotpaste reicht nicht aus, um an den Flanken der IC-Anschlüsse einen Lotmeniskus auszubilden.



Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
15

Oberflächen

Verfügbare Oberflächen für die Montage von elektromechanischen Bauteilen auf Leiterplatten. Schichtfolge und Schichtdicken. Benetzungs- und Löteigenschaften. Lagerfähigkeit und Prozeßfenster für die Verarbeitbarkeit von Leiterplatten.

Viadruk

Bohrungen können mit dem Viadruk in Siebdrucktechnik verschlossen werden. Als Viafüller wird 1-Komponentenlack im Siebdruck oder 2-Komponentenlack fototechnisch und UV-härtend eingesetzt.

Der Viadruk (~ Viafüller) kann auf einer Leiterplatte mehrere Aufgaben übernehmen. Weil die Bohrungen verschlossen werden, können die Baugruppen für den InCircuit-Test mit Vakuum adaptiert werden.

Ein Abfließen von Lotpaste in die Bohrhülse wird vermieden.

Das Eindringen flüssiger und/oder kristalliner Rückstände während der Leiterplatten- und Baugruppenproduktion wird verhindert.



Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
11

Drucke

Zusätzliche Qualitäten auf den Außenlagen von Leiterplatten. Lötstopdruck, Bestückungsdruck, Viadruk, Carbondruck, Heatsinkdruck. Allgemeine technische Verfahren. Siebdruck und Inkjetdruck.

Kontur fräsen : ...in Kombination mit Ritzung und Perforation

Hinweis (Bestückungsrahmen)

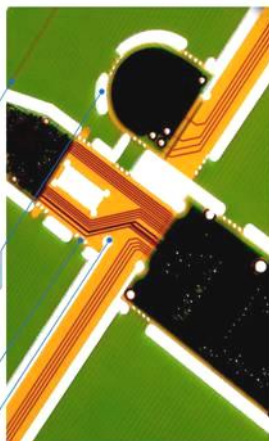
Flexible und starflexible Leiterplatten können nur bestückt werden, wenn sie in einem stabilen Rahmen vorliegen. Das erfordert eine oft sehr komplexe Vortrennung aus dem Produktionszuschnitt, bei der mehrere Trenntechnologien kombiniert werden müssen.

Beispiel (Multiple Haltestege)

Im Nutzenrahmen ist die Außenkontur der vorliegenden Leiterplatte geritzt. Die flexiblen Innenbereiche und alle nichtlinearen Konturen der Leiterplatte sind gefräst.

Die Haltestege sind zusätzlich perforiert.

Rechte Winkel und Biegebereiche sind durch eine Bohrung stabilisiert.



Grundlagen der Leiterplattentechnik
Leiterplatten 46
21

Kontur

Konturbearbeitung von Leiterplatten zur Freistellung aus dem Produktionszuschnitt und/oder zur Erzeugung des Nutzens für den Bestückungsprozeß. Fräsen, Ritzen, Perforieren, Lasern und Stanzen.

[illegible]

Grafische Beschreibung der notwendigen Anforderungen an den Aufbau von Multilayersystemen.

Bild- und Textquelle PRODUCTRONIC 11-2016

Lotpastendruck, AOI-Inspektion,
Bauteilplacement und Reflowlöten.

SMD steht für **S**urface**M**ounted**D**evice und meint, daß ein Bauteil auf der Leiterplattenoberfläche montiert wird.

Eigenschaften von Komponenten
mit Blick auf die Montagestrategie.

Entsorgung elektronischer Baugruppen
 ...wenn nicht mehr ist, was einmal war...

Jeden Monat werden weltweit Millionen elektronischer Baugruppe hergestellt. Nach Ablauf der Nutzung müssen diese Baugruppen fachgerecht entsorgt werden. Die Voraussetzung dazu ist (...auch) eine eindeutige und umfassende Beschreibung der eingesetzten Basismaterialien.

Plastikgehäuse
 Metalle
 (Blechschauben, Aluminium)
 Flexible LP
 (Polyimid)
 Starre LP
 (Glas, Harz, Zinn, Gold)
 Bauteile
 (Edelmetalle, seltene Erden)
 Glas
 (Optische Systeme)



Baujahr circa 2008

Typische Bestandteile einer einfachen Digitalkamera

Grundlagen der Leiterplattentechnik
 46
 22

RoHS 2 und WEEE

Eine kurze Einführung in die EU-Richtlinien "RoHS 2" und "WEEE".

Forderungen an die Produktion von Leiterplatten und Baugruppen.
 Forderungen an die fachgerechte Kennzeichnung und Entsorgung elektronischer Baugruppen.

Historie : 2016 Roboter
 Serienmäßige Roboter für den Hausgebrauch inklusive Entertainment.



Nao soll Senioren betreuen, für die Medikation sorgen, einkaufen und den Wohnraum pflegen.



Keecker hat ein komplettes Musiksystem und einen Beamer für die Projektion von Bildern und Filmen.

Grundlagen der Leiterplattentechnik
 46
 23

Historie

Anforderungen an die Leiterplatten, Baugruppen und Geräte/Maschinen der aktuellen/kommenden Generation.
 Ideen und Konsequenzen, die sich für die Leiterplattentechnologie ergeben.

LKW-Unfall
 Die Politiker hoffen, daß Assistenzsysteme...das A2-Problem mildern.

Peine. Bei zwei LKW-Unfällen auf der A2 sind gestern erneut zwei Menschen verletzt worden...

Bereits am Dienstag waren bei der Raststätte "Lehrter See" vier LKW aufeinandergeprallt...

Um schwere LKW-Unfälle zu vermeiden, könnten... Fahrer-Assistenzsysteme eine Lösung sein, sowie die Steuerung mit Hilfe der Verkehrsbeeinflussungsanlage...



Stau-Chaos nach LKW-Unfällen
 Die Politiker hoffen, daß Assistenzsysteme und Schilderbrücken das A2-Problem mildern.



Grundlagen der Leiterplattentechnik
 46
 4

Licht und Schatten

Ein kleiner Ausblick. Folgen der globalen Elektronifizierung von Prozessen und Geräten. Risiken. Zuverlässigkeitsaspekte bei der Konstruktion, dem CAD-Design und der Herstellung von Leiterplatten. Gesellschaftliche Auswirkungen.

Ihr Referent



Arnold Wiemers ist der Leiterplatte seit 1983 verbunden. Von 1985 bis 2009 war er bei der ILFA GmbH in Hannover beschäftigt.

Er war dort verantwortlich für die Fachbereiche CAD und CAM, für die Auftragsvorbereitung und für die technischen Dokumente der Firma ILFA im Internet.

Er ist seit 1982 freier Softwareentwickler (ISW), vornehmlich für branchentypische Applikationen im Bereich der Leiterplatte, wie die Kalkulation und die Fertigungssteuerung von Leiterplatten.

Diverse Fachveröffentlichungen. Referent für Seminare, Konferenzvorträge und Workshops zum Thema Leiterplattentechnologie (MFT, MPS, Impedanz, Multilayersysteme, Designregeln, Gerber, LP2010).

Vom IPC zertifizierter CIS, CID, CID+ und Instructor. Vom FED zertifizierter ZED-Designer. Mitarbeit im AK-DesignChain des ZVEI.

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 Ganztagsseminar "**Leiterplatten 46 ...Grundlagen** der Leiterplattentechnik" wird als freies Seminar durchgeführt, kann für Konferenzen gebucht werden und steht Ihnen auf Wunsch 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 liegen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Teilnahmegebühr beträgt 520,00 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, das Teilnahmezertifikat und Getränke.

Konferenz-Seminar

Wenn Sie "**Leiterplatten 46 ...Grundlagen** der Leiterplattentechnik" auf Ihrer Konferenz anbieten möchten, dann sprechen Sie bitte unsere Seminarleitung an.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

Das Seminar "**Leiterplatten 46 ...Grundlagen** der Leiterplattentechnik" wird auch firmenintern referiert. Sie sparen Reise- und Übernachtungskosten, vor allem jedoch Zeit.

Ab 1.550 € zzgl. MwSt. für einen Teilnehmer liefern wir Ihnen unseren Referenten "frei Haus". Für jeden weiteren Teilnehmer bis 10 Personen berechnen wir Ihnen 150 € p.P. Weitere Teilnehmer auf Anfrage.

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.



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
Krefelder Straße 18
10555 Berlin

Telefon

(030) 34 35 18 99

Telefax

(030) 34 35 19 02

eMail

info@leiterplattenakademie.de

Internet

www.leiterplattenakademie.de