

Von der Schaltung zur Leiterplatte Teil 2

Die verschiedenen Möglichkeiten zur Erstellung einer Platinenvorlage (Layout) beschreibt der vorliegende Artikel.

3. Layout-Erstellung

Eine Platine mit individueller, optimal angepaßter Leiterbahnführung gehört seit Jahrzehnten zum unverzichtbaren Standard bei der Serienproduktion elektronischer Geräte.

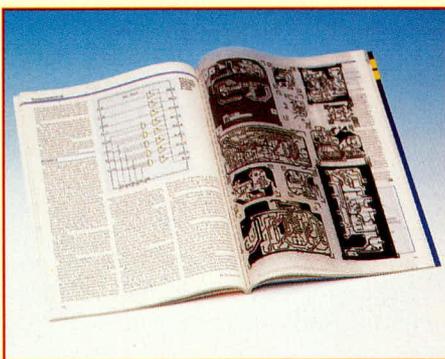
Ist die Leiterplatte (auch als gedruckte Schaltung bezeichnet) für die Serienfertigung praktisch unverzichtbar, bietet sich diese Technik auch bei der Erstellung einzelner Geräte bzw. einer kleinen Anzahl von Geräten an. Durch die individuelle Leiterbahnführung in Verbindung mit Abschirmaßnahmen geschickt angeordneten Masseflächen usw. stehen besonders bei anspruchsvollen Schaltungen Möglichkeiten zur Verfügung, die eine gute Qualität des fertigen Produktes erreichen lassen.

Nachfolgend wollen wir daher günstige Verfahren zur Herstellung einer Platinenvorlage beschreiben.

ELV-Platinenfolien

Obwohl es sich bei den ELV-Platinenfolien bereits um fertige Vorlagen handelt, sollen sie doch aufgrund ihrer riesigen Verbreitung hier kurz Erwähnung finden.

Seit dem ersten Erscheinen des „ELV-



Platinenfolie im „ELVjournal“

journal“ im Januar 1979 erfreuen sich die beigehefteten Platinenfolien einer hohen Beliebtheit, sind sie doch oft der Einstieg in die eigene Herstellung von gedruckten Schaltungen.

Die dort abgedruckten Leiterbahnbilder sind das Resultat umfangreicher Entwicklungsarbeiten, d. h. diese Vorlagen können direkt zur Herstellung von entsprechenden

Leiterplatten im Fotoverfahren dienen.

Hierzu wird die bedruckte Folie auf eine fotobeschichtete Leiterplatte gelegt, belichtet und anschließend entwickelt. Der unbelichtete Teil, d. h. die von der schwarzen Farbe auf der Folie abgedeckten Leiterbahnzüge bleiben beim Entwicklungsvorgang stehen, während die belichtete Fotoschicht vom Entwickler entfernt wird und das Kupfer freilegt. Der anschließende Ätzvorgang entfernt dann diese Kupferflächen, und das Leiterbahnbild ist in Form von leitenden Kupferbahnen auf der Platine abgebildet.

Auf dieses fototechnische Verfahren gehen wir im dritten Teil dieses Artikels noch ausführlich ein, wobei wir uns im vorliegenden zweiten Teil auf die Erstellung der Vorlagen konzentrieren.

Tuschezeichnungen

Ein einfaches Verfahren zur Erstellung der Vorlage eines Leiterbahnbildes stellt die Tuschezeichnung dar.

Auf einem Transparentpapier wird mit einer möglichst hoch deckenden schwarzen oder dunkelblauen Tusche das Leiterbahnbild aufgetragen. Wichtig ist dabei eine gute Konturschärfe, d. h. die Tusche darf an den Rändern nicht verlaufen. Je höher der Kontrastunterschied zwischen abgedeckten Leiterbahnzügen und transparenter Fläche ist, desto einfacher und präziser läuft anschließend der Belichtungs- und Entwicklungsvorgang zur Erstellung der eigentlichen Platine ab.

Transparentpapier ist dabei zwar grundsätzlich geeignet, jedoch sollte man auf eine gute Qualität achten. Das aus Umweltschutzgründen ab dem „ELVjournal“ 1/93 eingesetzte Trägermaterial ist ein Reflex-Hochtransparentes-Detailzeichnungspapier und stellt eine besonders hochwertige Variante des Transparentpapiers dar. Darin sind die Füllstoffe extrem fein verteilt, so daß sich keinerlei Unregelmäßigkeiten bei der Durchleuchtung einstellen. Darüber hinaus ist dieses Papier sehr verzugsarm.

Sogenanntes „Butterbrotpapier“ ist zur Erstellung von Leiterbahnbildern absolut ungeeignet, zumal es auch in sich bereits eine gewisse Welligkeit besitzt, einmal ganz von der ungünstigen Verteilung der

Füllstoffe abgesehen.

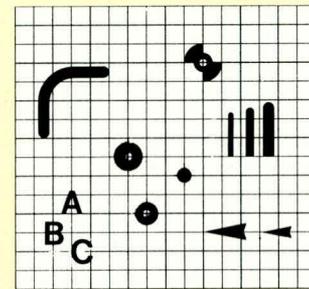
Alternativ kann natürlich auch als Trägermaterial für das Leiterbahnbild eine Folie Einsatz finden, wie sie über 10 Jahre hinweg im „ELVjournal“ eingesetzt wurde. Hier muß dann allerdings eine speziell anlösende, foliengeeignete Tusche zur Ausführung der Zeichnung dienen.

Bevor die so erstellte Vorlage zur Belichtung herangezogen werden kann, sollte sie gegen eine starke Lichtquelle gehalten werden, um gegebenenfalls Lichtundichtigkeiten aufzuspüren und nachzubessern.

Klebebänder und Anreibesymbole

Bevor die CAD-Technik im Bereich der industriellen Schaltplanentflechtung und Leiterplattenerstellung Einzug hielt, wurden Platinenvorlagen häufig mit Klebebändern und Anreibesymbolen erstellt. Hierbei handelt es sich um eine durchaus professionelle Vorlagenerstellung, die, sorgfältig ausgeführt, hohen Anforderungen genügt.

Für die verschiedenen IC- und Transi-



Anreibesymbole in verschiedener Ausführung

stor-Sockel gibt es Anreibesymbole genauso wie für unterschiedliche Lötäugen und Symbole. Daneben stehen gerade und kurvenförmige Leiterbahnzüge in verschiedenen Stärken zur Verfügung.

Bei der Leiterbahnführung selbst ist neben dem Einsatz von Anreibe-Leiterbahnen auch die Klebebandtechnik verbreitet. Hier wird in einem stiftförmigen Abroller ein Klebeband verwendet, mit dem die Leiterbahnen frei geführt werden können. Für jede Leiterbahnstärke steht eine andere Kleberolle zur Verfügung.

Ein kleiner Nachteil der Klebebandtechnik besteht in der etwas höheren Stärke dieser Bänder. Während die Anreibesymbole hauchdünn sind und auch mehrere übereinanderliegen dürfen, bauen die deutlich dickeren Klebebänder in der Höhe etwas auf, so daß sich beim Übereinanderliegen mehrerer Leiterbahnen ein Abstand zur später darunterliegenden Fotoschicht der Leiterplatte ergibt. Dies wiederum kann zu unschönen Unterstrahlungen führen. Bei der Klebetechnik muß daher besonders darauf geachtet werden, daß Leiterbahnzüge auch an Anschlußpunkten nicht übereinanderliegen.

Kopiertechnik

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle ein immer wieder zu findendes Verfahren bei der Erstellung von Leiterplatten beschrieben, das darin besteht, daß ein in Zeitschriften oder anderen Vorlagen abgedrucktes Leiterbahnbild auf Papier oder auf eine Spezialfolie kopiert wird, um anschließend zur Platinenherstellung mittels des Fotoverfahrens zu dienen.

Bei hinreichend lockerer Leiterbahnführung und viel Erfahrung, gepaart mit zahlreichen Versuchen, kann auch auf diese Weise eine Leiterplatte hergestellt werden. Dieses Verfahren ist zur Erzielung einer hochwertigen Leiterplatte, besonders auch bei feinen Leiterbahnzügen, jedoch weniger geeignet. Dies beruht u. a. darauf, daß für die Herstellung von Leiterplatten in Fototechnik die entsprechenden Vorlagen im Durchlichtbetrieb eingesetzt werden und der Farbauftrag sowohl von einem Kopierer als auch von Zeitschriftenvorlagen, die im Offset-Verfahren gedruckt wurden, nur gering ist.

Für den bestimmungsgemäßen Einsatz von Kopieren ergibt sich bei der heutigen Kopiertechnik zwar eine ausgezeichnete Farbdeckung, jedoch ist diese gegen das Licht betrachtet zur Abdunklung starker Lichtquellen kaum geeignet, da sich nur geringe Kontrastunterschiede erzielen lassen.

Ätzfeste Spezialstifte

Eine schnell realisierte Möglichkeit zur Erstellung einer gedruckten Schaltung besteht in dem Einsatz von ätzfesten Spezialstiften wie sie unter der Markenbezeichnung „Edding“ weit verbreitet sind.

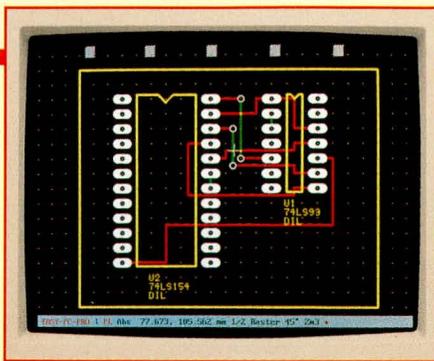
Bei einfacheren Schaltungsentflechtungen und Leiterbahnbildern kann zur schnellen Realisierung einer gedruckten Schaltung mit Hilfe von ätzfesten Spezialstiften, die es in unterschiedlichen Strichstärken gibt, das Leiterbahnbild direkt auf die Kupferschicht der Platine gezeichnet werden.

Es folgt unmittelbar der Ätzvorgang, wobei die aufgezeichneten Leiterbahnen die darunterliegende Kupferschicht vor dem Ätzmedium schützen.

Da die Abdeckung durch den ätzfesten Spezialstift nicht beliebig lange dem Ätzmedium widersteht, muß der Ätzvorgang sorgfältig beobachtet werden, damit genau zum richtigen Zeitpunkt, wenn die ungeschützten Kupferflächen vollständig entfernt sind, die Platine sogleich aus dem Ätzbad entnommen und gespült wird.

CAD-gestützte Vorlagenerstellung

Im Bereich der Schaltungsentflechtung, Vorlagenerstellung und Leiterplattenherstellung hält die Computertechnik immer mehr Einzug. Manch einer steht dem Computer skeptisch gegenüber, jedoch dürfte



Layouterstellung per Computer

es unbestritten sein, daß es einfacher ist, mit der Maus oder dem Grafiktableau Punkte zu markieren, die dann Computer mit angeschlossenem Plotter in präziser Weise mit exakter Linienstärke verbunden werden, als diese Arbeiten von Hand auszuführen. Spätestens im Bereich der Korrekturen und Änderungen muß ein selbstzeichnender Layouter sich geschlagen geben.

Betrachtet man die Angelegenheit jedoch genauer, so wird der Computer in den meisten Fällen den qualifizierten Layouter nur von der einfachen manuellen Tätigkeit des Zeichnens entlasten, während die anspruchsvolle Tätigkeit der optimierten Schaltungsentflechtung und Umsetzung in eine Leiterplattenvorlage nach wie vor der Layouter selbst in entscheidender Weise bestimmt.

Natürlich können leistungsfähige CAD-Programme auch im Bereich der Schaltungsentflechtung (Stichwort: Autorouter) aktiv den Weg von der theoretischen Schaltung zum praktisch ausgeführten Leiterbahnbild beschreiten, jedoch kommen im professionellen Bereich Autorouter fast gar nicht zum Einsatz.

Die Ursache liegt einfach darin, daß die Leiterbahnführung von seltenen und einfachen Ausnahmen einmal abgesehen, eine entscheidende Rolle für die spätere Qualität des zu entwickelnden Gerätes spielt. Dies beginnt schon beim Aufbau eines simplen NF-Verstärkers. Eine falsche Maschenführung kann trotz Einsatzes von erlesenen Bauteilen und richtiger Dimensionierung den Klirrfaktor von 0,001 % spielend auf mehrere Prozent anheben.

Auch in der schnellen Analog- und Digitalelektronik mit ihren EMV-Problemen kann die Leiterbahnführung entscheidend zum Erfolg oder Mißerfolg beitragen, und in der HF-Technik ist eine automatische, vom Computer vorgenommene Leitungsführung ausgeschlossen, es sei denn, es finden in bestimmten Frequenzbereichen speziell dafür ausgelegte HF-Layout- und Entwicklungsprogramme Einsatz.

Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, daß im Bereich der anspruchsvollen Entwicklung elektronischer Geräte das Know-how eines Layouters unverzichtbar ist. Da das Thema des vorliegenden Artikels jedoch nicht die eigentliche Schaltungsentflechtung, sondern die Vorlagener-

stellung ist, können wir an dieser Stelle die Computer-gestützte Vorlagenerstellung als besonders nützlich und auch sinnvoll anführen.

Eine korrekte Schaltungsentflechtung einmal vorausgesetzt, übernimmt der Rechner dann in Verbindung mit einem Plotter bzw. im industriellen Bereich mit einem Fotoplotter den Ausdruck. Letzterer gibt direkt einen Film aus, während ein Flachbettplotter üblicherweise auf speziellem weißem Papier zeichnet, das dann anschließend in einen Film umzusetzen ist.

Denkbar ist auch die Ausgabe auf Transparentpapier, wobei dann allerdings besonders gut deckende Tusche-Zeichenstifte einzusetzen sind, damit die 1 : 1 - Vorlage direkt zur fototechnischen Platinenherstellung dienen kann. Bei einer nachgeschalteten Verfilmung wird üblicherweise in einem vergrößerten Maßstab vom Plotter gezeichnet, um anschließend über eine Präzisions-Reprokamera das richtige Format zu erhalten, bei optimierter Genauigkeit und Konturschärfe.

Seitenverkehrte Vorlage

Zum Abschluß des zweiten Teils dieses Artikels soll noch kurz auf eine Besonderheit im Zusammenhang mit der Erstellung von Platinenvorlagen eingegangen werden:

Das Trägermaterial, auf dem das Leiterbahnbild aufgetragen wird, in welcher Technik auch immer, besitzt eine gewisse Stärke, die im Bereich zwischen 60µm und 200 µm (0,2 mm) liegt.

Würde nun das Leiterbahnbild seitenrichtig auf dieses Trägermaterial, aufgebracht, so ergäbe sich hierdurch ein unerwünschter Abstand zwischen der Fotoschicht der Platine und dem eigentlichen, nun auf der Oberseite befindlichen, Leiterbahnbild. Dies führt unweigerlich zu Unterstrahlungen durch die Lichtquelle und damit zu Randunschärfen.

Aus diesem Grunde wird das Leiterbahnbild grundsätzlich spiegelverkehrt auf das Trägermaterial (Folie oder Transparentpapier) aufgebracht, damit beim Belichtungsvorgang die Tuscheschicht oder auch die Klebesymbole unmittelbaren Kontakt zur Fotoschicht der Platine besitzen. Dadurch wird ein Mindestmaß an Unterstrahlungen und ein Höchstmaß an Konturschärfe erreicht.

Beim Belichtungsvorgang selbst kann man dann natürlich das Leiterbahnbild in seitenrichtiger Weise durch das Trägermaterial hindurchsehen.

Im dritten Teil dieser Artikelserie befassen wir uns ausführlich mit der Leiterplattenherstellung, beginnend mit der richtigen Belichtung und Entwicklung, gefolgt von der Beschreibung des Siebdruckverfahrens und des eigentlichen Ätzvorgangs. **ELV**