

Sonderdruck aus Heft Nr. 6  
der Fachzeitschrift "P L U S"

---

## Flexschaltungen - das Extra der Leiterplattenherstellung

*Bericht über die Zusammenarbeit des Maschinenbauers PILL e.K. mit dem Flexhersteller DYCONEX AG bei der Lösung des Transportproblems flexibler Schaltungen in horizontalen Nassanlagen*

*Überreicht durch:*

---

Pill e.K.  
Industriestrasse 7  
71549 Auenwald  
Telefon: 07191 / 35 52-0  
Telefax: 07191 / 35 52-35  
info@pill-germany.com  
www.pill-germany.com

---

**PILL**

## Flexschaltungen - das Extra der Leiterplattenherstellung

*Zusammenarbeit des Maschinenbauers PILL e.K. mit dem Flexhersteller DYCONEX AG bei der Lösung des Transportproblems flexibler Schaltungen in horizontalen Nassanlagen*

*Flexible und starrflexible Schaltungen eröffnen der Leiterplatte Anwendungsbereiche, die weit über die starre Welt hinausgehen. Zu ihrer Herstellung ist viel Erfahrung erforderlich, da der Prozess in etlichen Schritten wesentlich von der Standardtechnologie starrer Leiterplatten abweicht. Als technologisch führender Hersteller von hochkomplexen Flexschaltungen in Europa gilt die DYCONEX AG in der Schweiz. Das Unternehmen hat jüngst einen neuen Standort in Bassersdorf nahe des Züricher Flughafens bezogen und die neue Fabrik mit state of the art Equipment ausgestattet.*

### **Komfortable Nische**

Die DYCONEX AG stellt nahezu ausschließlich anwendungsspezifische Schaltungen mit höchstem Anspruch her. Bei über 95 % der Produktion handelt es sich um Microvia-Schaltungen, die nach dem DYCOstrate-Prozess (Erzeugung der Microvias durch Plasmabearbeitung) hergestellt werden. Hauptabnehmer der Produkte sind Unternehmen der Medizintechnik, Avionik, Militär- und Raumfahrttechnik sowie des Highend-Bereichs der Industrieelektronik und Telekommunikation, die im Ausland, vorzugsweise in den USA und Deutschland beheimatet sind. Das Unternehmen lebt von der Vielfalt und dem Ideenreichtum seiner Produkte, die die unterschiedlichsten Aufbauten aufweisen. Basis ist in der Regel ein 50 µm Polyimid"Kern", auf den zusätzliche Microvia-Lagen aufgebaut werden. Höherlagige Schaltungen entstehen semisequentiell, d. h. vorgefertigte DYCOstrate-Schaltungen werden miteinander zum Endprodukt verpresst. Die Flexibilität des Materials erlaubt mannigfaltige Konstruktionen. Beispielsweise kann eine Schaltung um die Kante eines als Heatsink dienenden Materials herum gebogen und mit diesem verpresst werden. Diese Art von Erzeugnissen erfordert ein intensives und umfangreiches Produktengineering, das bereits bei der Ideenfindung einsetzt. Von den gegenwärtig ca. 140 Mitarbeitern beschäftigen sich 23 ausschließlich mit Produkt- und Prozessengineering. Das unterstreicht die Rolle, die der Produktfindung und Prozessverbesserung bei DYCONEX zugemessen wird. Dass sich eine derartige Strategie auszahlt, beweist die Umsatzstatistik des Unternehmens.

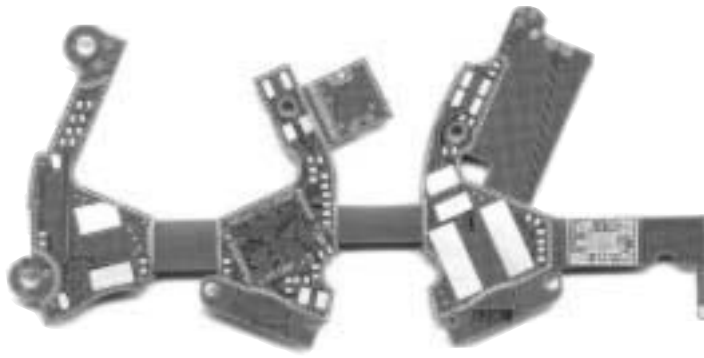
Der Umsatz wurde in den letzten drei Jahren verdoppelt. Während in 2001 in der Branche allgemein der Umsatz gegenüber dem Boomjahr 2000 zurückging, konnte DYCONEX seine Produktion von 27,4 auf 33,2 Mio. CHF steigern. Damit betrug der Zuwachs "nur" 21 % gegenüber 40 % im Vorjahr. Nach Dr. Michele Stampanoni, Leiter Marketing und Verkauf, ist der Rückgang eher auf fehlende Kapazität zurückzuführen. Die rasante Entwicklung des Unternehmens, das in diesen Tagen sein 10jähriges Jubiläum feiert, bedingte schließlich die Notwendigkeit größerer Produktionsmöglichkeiten. DYCONEX hat sie nur wenige Kilometer von bisherigem Standort in einem Gebäude in Bassersdorf bei Zürich gefunden, das nach grundlegendem Umbau nun bezogen wurde und 6000m<sup>2</sup> Produktionsfläche auf zwei Etagen aufweist.

### **Modernste Technologie am neuen Standort**

Um die hochkomplexen Produkte mit hohem Yield fertigen zu können - viele Layouts enthalten hochpolige ICs, für deren Entflechtung Feinstleitertechnik im 50 µm-Bereich erforderlich ist - wurde der Sauberkeit im neuen Gebäude besondere Beachtung geschenkt. Die Photoprozesse finden in Reinräumen der Klasse 10 000 statt; insgesamt umfasst die Reinraumfläche 600 m<sup>2</sup>. In diesen Räumen sind die Mitarbeiter zum Tragen von Schutzkleidung verpflichtet. In diesem Zusammenhang ist die Trennung von verstärkungsfreiem Basismaterial und FR4 Substraten zu nennen. Ermöglicht wird das durch die nunmehr doppelte Auslegung der relevanten Prozesslinien.



Der neue Produktionsstandort von DYCONEX in Bassersdorf bei Zürich



Typisches DYCONEX-Produkt: 2-lagige DYCOstrate-Microvia-Leiterplatte für eine Hörhilfe.  
Das Board wird mit gelöteten und gebondeten Bauteilen bestückt.

Die Separierung beginnt bereits bei der Materiallagerung. Auffallend ist die geringe Kapazität für das mechanische Bohren. Es fehlen die üblichen 5-Spindler, die rund um die Uhr schaffen, um das Lochvolumen zu bringen. Grund: Bei DYCONEX werden nicht nur blind Microvias der Außenlagen, sondern auch die buried Vias im "Kern" mit Plasma gebohrt. Zwei Produktionsanlagen zur Plasma-behandlung stehen zur Verfügung. Die Boards werden so de-signiert, dass die Verbindung durch alle Lagen möglichst über Plasma-gebohrte Via-Treppen erfolgt. Das gelingt nicht in allen Fällen, so dass eine reduzierte Kapazität zur mechanischen Bearbeitung erforderlich ist, die natürlich auch Konstruktionsbohrungen und -fräsungen abdeckt. Seit Beginn vergangenen Jahres hat DYCONEX seine Möglichkeiten zur Locherzeugung durch einen NdYAG-Laser von esi erweitert. Die Maschine ergänzt die Plasmatechnik und erlaubt nun beispielsweise auch das Bohren von Vias über mehrere Lagen. Dem Produktdesign werden damit noch vielfältigere Realisierungsmöglichkeiten erschlossen. Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen werden drei Technologien für die Strukturübertragung vorgehalten: Thermal Direct Imaging (TDI) für ultrafeinste Strukturen, Flüssigresist für die überwiegende Menge der Jobs und Festresist für Standardware. Die Applikation der Resiste erfolgt im Tauchverfahren; Lötstopplack wird durch vertikalen Siebdruck aufgebracht. Zur Metallisierung wurden von der Galvabau AG zwei nagelneue vertikal arbeitende Galvanoautomaten installiert. Der Abscheidungsprozess erfolgt auf der Basis von klassischem chemisch Kupfer. Die Automaten enthalten alle Features, die heute zum state of the art der Kupferabscheidung auf hochkomplexen Leiterplatten gehören, wie etwa automatische Zudosierung der Badchemikalien oder optimierte Badbewegung. Das manuelle Verlegen der Lagen zum Laminieren der Microvia-Bohrlagen und zum Verpressen der Multilayeraufbauten erfolgt als staubempfindlicher Prozess ebenfalls im Reinraum. Zur Verpressen stehen zwei vollautomatisch arbeitende Etagenpressen zur Verfügung. Der gesamte Prozessablauf wird überwacht und dokumentiert. AOI- und Sichtkontrollen in Zwischenstufen gewährleisten, dass Fehler bei der Herstellung der

nicht billigen Produkte frühzeitig erkannt und eliminiert werden können. Die Endoberfläche (zum größten Teil chemisch Ni/Au) sowie den elektrischen Test lässt DYCONEX bei professionellen Dienstleistern in der Schweiz durchführen.

### Transport und Handling als Key-Prozesse

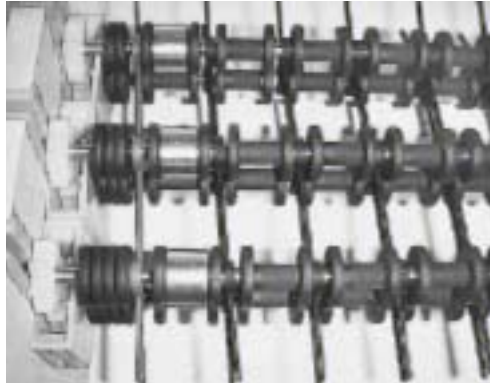
Neben der Sauberkeit betrachtet DYCONEX den Transport und das Handling der Folienprodukte als einen Schlüsselfaktor für einen kostengünstigen Prozess. Insbesondere in horizontalen Nassprozessen, in denen die dünnen Folien zusätzlich dem Druck des Wirkmediums ausgesetzt sind, kann der Transport zum Problem werden. Bei der Entscheidung für neue Anlagen zur Resistentwicklung auf bis zu 35 µm dünnen PI-Folien wurde im Jahre 2000 die PILL-Anlage evaluiert und ausgewählt.

Die Fa. PILL e.K. in Auenwald bei Stuttgart - das Unternehmen stellt seit über 30 Jahren horizontale Durchlaufanlagen für Nassprozesse der Leiterplattenfertigung her - hat für ihre Anlagen ein Transportsystem entwickelt, das sich den wachsenden Anforderungen der Leiterplattenindustrie stufenweise anpassen kann. Mit seinen verschiedenen Versionen ist es in der Lage, Leiterplatten mit Dicken von mehreren Millimetern bis herunter zu flexiblen Materialien von 25 µm Dicke sicher zu transportieren.

Die unterschiedlichen Ausstattungsmerkmale der einzelnen Systeme liegen vor allem

- in der Verwendung sog. "Längsträger", d. h. aufklipsbarer Führungsstäbchen aus Kunststoff entlang der Transportrichtung, entweder nur unterhalb oder aber sowohl unterhalb als auch oberhalb der Transportebene.
- in der Art des Materials und der Anzahl, d. h. des Abstands der Transportröllchen voneinander, sowie der Abquetschwalzen.
- in der Gestaltung der Modulübergänge.

Mit Längsträgern, angeordnet entlang der Transportrichtung, wird von einer Transportachse zur anderen eine Verbindung geschaffen, über die bzw. unter denen die Leiterplatten gleiten, ohne sich dabei zu verhaken und einen Plattenstau zu verursachen, bzw. ohne nach oben oder nach unten "auszubrechen".



Modul des Innenlagen-Transportsystems Flex XV  
Eine farbliche Unterscheidung der einzelnen Achsen-Verbunde verhindert Verwechslungen beim Austausch

Damit jede Stelle auf der Leiterplatte gleichermaßen behandelt wird und Schatteneffekte auf der Leiterplatte vermieden werden, sind die Transportröllchen versetzt, bzw. die Längsträger gewinkelt entlang der Transportrichtung angeordnet. Die Verwendung von Transportachsen unterschiedlicher Materialien und Gewichte ermöglicht es je nach Anwendungsfall einerseits, den Röllchendruck auf sensible Oberflächen (Fotoresiste) zu reduzieren, bzw. andererseits, z. B. bei Tauchprozessen mit hohen Flüssigkeitsdichten (chemisch Verzinnen), die Platten auf ihrem Weg durch die Anlage auch vertikal "in der Spur" zu halten und einem Aufschwimmen entgegenzuwirken. Das in bezug auf den Dünnlaminat Range exponierteste und bei DYCONEX installierte System ist das Innenlagen-Transportsystem "Flex XV" für Materialien von <math><0,05\text{ mm}</math> bis ca. 1,6 mm Dicke. Es ist das Ergebnis jahrelanger Verbesserungen und Optimierungen und gilt daher unter den PILL-Varianten als das Aufwendigste und Sicherste.

#### **Zusammenarbeit PILL/DYCONEX**

Die Prozesstauglichkeit und Sicherheit des Transportsystems ist das Ergebnis einer intelligenten Abmessung und Anordnung aller am Vorgang beteiligten Führungselemente. Die Schaltungen werden auf ihrem Weg durch die Module ständig geführt. Nach Bernhard Schmuki, Prozessingenieur für die Photoprozesse bei DYCONEX und wesentlich an der Evaluierung der Entwicklungsanlagen beteiligt, sind z.B. die sehr schmalen Transportrollen des PILL'schen Systems ein wesentlicher Faktor für dessen gute Funktion und beeinflussten die Entscheidung für PILL als Lieferanten maßgeblich. Seither ist DYCONEX mit der getroffenen Wahl sehr zufrieden. Die Installation und Inbetriebnahme der Entwicklungsanlagen - inzwischen hat sich die Anzahl auf vier erhöht - erfolgte mit DYCONEXspezifischen Parametern ohne Probleme innerhalb weniger Tage. Die Maschinen sind täglich 16 Stunden in Betrieb und benötigen über die turnusmäßige Reinigung hinaus keine Wartung. Schmuki sprach von einer sehr guten Zusammenarbeit mit dem Hersteller, die unbürokratisch auf technischer Ebene erfolge. Kritische Hinweise und Anregungen aus der Praxis werden vom Hersteller sofort aufgegriffen und in Verbesserungen umgesetzt.

Die Anlagen sind jetzt mit Dosiersystemen ausgestattet, die die Konzentration der Wirkkomponente auf der Basis von Leitfähigkeitsmessungen konstant halten. DYCONEX entwickelt mit engem Prozessfenster; die Toleranz ist gerade mal so breit, dass ein stabiler Prozess gewährleistet wird. Sollte die Toleranzgrenze überschritten werden, dann wird der Prozess automatisch gestoppt. Entsprechend den Photoprozessen mit TDI-Resist, Flüssig- und Festresist unterscheiden sich die Entwicklerlösungen und auch der modulare Aufbau der Entwicklungsmaschinen. Diese werden in der Regel mit einer Durchlaufgeschwindigkeit von 1 m/min betrieben (möglicher Range 0,3 - 2,7 m/min), entsprechend einer Kapazität von ca. 30 m<sup>2</sup>/h.

#### **Zusammenfassung**

Die Entwicklung DYCONEX AG führt vor Augen, dass die Leiterplatte ein äußerst innovatives Produkt ist, dessen Herstellung mit großem wirtschaftlichen Erfolg betrieben werden kann. Das setzt allerdings Ideenreichtum und Engagement voraus, was in der Branche in dem Maße nicht überall anzutreffen ist. Stütze des Erfolgs sind eine enge Zusammenarbeit, mit den Kunden auf der einen und den Zulieferern auf der anderen Seite. Die letztere wurde am Beispiel des Entwicklungsprozesses mit der Firma PILL dargestellt. -wr-