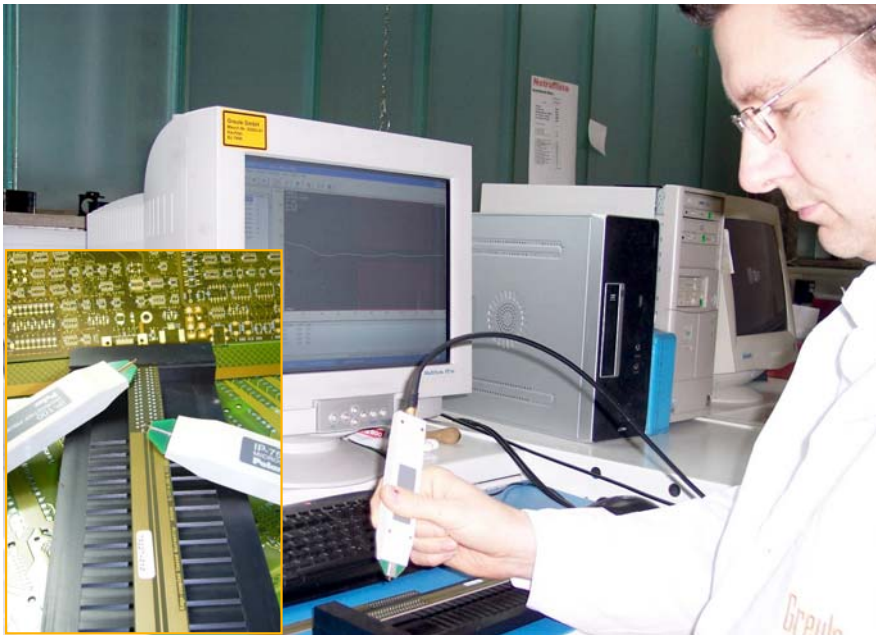


### Exakter Wellenwiderstand

Die Impedanzmessung wird zunehmend wichtiger



Michael Kiencke (Leiter elektr. Prüfung der Greule GmbH) am Arbeitsplatz Impedanzmessung

#### Was ist Impedanz

Die Impedanz - oder der Wellenwiderstand - einer elektrischen Verbindung ist das Verhältnis von Spannung zu Strom eines Stromimpulses mit kurzer Anstiegszeit, welcher sich entlang des Leiters ausbreitet.

Die Impedanz wird durch die Leiterbahngeometrie und die dielektrischen Eigenschaften des Basismaterials bestimmt. Sie ist nicht längenabhängig. Im Zeitalter der Digitalisierung und der höher werdenden Taktfrequenzen nimmt die Bedeutung der Impedanz zu.

#### Warum wird die Impedanz geprüft

Die Funktion eines Leiters ist es, Signalleistung zwischen Bauteilen zu übertragen. Die Übertragung soll schnell, verlustarm und störungsfrei erfolgen. Wenn eine Leiterbahn hochfrequente Signale führt, so muß diese so ausgelegt werden, dass ihre Impedanz jener des Senders und des Empfängers entspricht. Je länger die Leiterbahn oder je höher die Frequenz, umso wichtiger ist die Einhaltung der Leiterbahnimpedanz. Die Theorie zeigt, dass die maximale Signalleistung bei Impedanzanpassung übertragen wird.

Eine Impedanz-Fehlanpassung ist nach der Bestückung der Leiterplatte extrem schwierig zu analysieren. Bauteile weisen unterschiedliche Toleranzen auf, sodass eine Bauteiletype eine Impedanz-Fehlanpassung womöglich toleriert, eine andere Type hingegen nicht. Es liegt am Leiterplatten-designer die Impedanz sowie die Toleranz zu spezifizieren und eng mit dem Leiterplattenhersteller zusammen zu arbeiten, um die Spezifikationen einzuhalten.

#### Zunehmender Anteil impedanzgeprüfter Leiterplatten

Vor nicht einmal einem Jahrzehnt erforderten nur exotische High-Speed-Bauteile impedanzkontrollierte Leiterplatten. Der Anteil war verschwindend gering.

Heute werden zunehmend mehr Multilayer welche unser Haus verlassen mit impedanzkontrollierten Leiterbahnen gefertigt. Dies betrifft Leiterbahnen für alle Arten von Technologien in den Bereichen Telekommunikation, Video-Signalverarbeitung, Hochgeschwindigkeits-Digitalverarbeitung, Echtzeit-Grafikverarbeitung und Prozeßsteuerung.

### AUS MEINER SICHT

Ing. Hermann Reischer

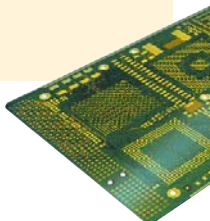


Polar Instruments

Impedanzdefinierte Leiterplatten zählen mittlerweile zum Standard in der Leiterplattenfertigung. Immer höhere Signalfrequenzen und kürzere Schaltzeiten der Bausteine erfordern die exakte Einhaltung der vorgegebenen Impedanzwerte. Da die Impedanz von der Leiterbahngeometrie bestimmt wird, muss der Leiterplattenhersteller Dicken-toleranzen des Basismaterials und der Kupferfolie durch eine Anpassung der Leiterbreite kompensieren.

Dies erfordert viel Erfahrung und genaue Kenntnis der Einflussgrößen im Produktionsprozess. Ziel ist es, korrekte Impedanzwerte reproduzierbar zu fertigen und somit den Ausschuss und die Kosten zu minimieren. Durch den Einsatz von hochgenauen 2D Field Solver Simulationsprogrammen im CAM-Bereich und entsprechender Meßausrüstung im elektrischen Test wird die Einhaltung der vorgegebenen Impedanzwerte sichergestellt.

In den nächsten Jahren werden die Anforderungen an die Leiterplatte weiter steigen. Neben der Impedanz werden in Zukunft auch Leiterbahndämpfung, Dielektrische Verluste, Skineffekt, eine wichtige Rolle spielen. Dies erfordert zusätzliche Simulations- und Testwerkzeuge, deren Bereitstellung unser oberstes Ziel ist."





Wolfgang Martin (Leiter CAM) und Michael Kiencke beim Einführungstest eines neuen Messsystems aus dem Hause Polar-Instruments

### Wie wird die Impedanz bei Leiterplatten geprüft?

Wie bereits beschrieben kann es sehr schwierig sein, einen inkorrekten Impedanzwert auf einer bestückten Leiterplatte nachzuweisen. Da die Impedanz von mehreren Parametern abhängt (Leiterbahnbreite, Dicke, Laminatstärke, etc.) wird die Mehrzahl der Leiterplatten gegenwärtig auf korrekte Impedanz getestet. Gemessen werden nicht die eigentlichen Leiterplatten, sondern spezielle Testcoupons, welche zur gleichen Zeit und auf dem gleichen Panel wie die Leiterplatte gefertigt wurden. Manchmal ist der Testcoupon in die Leiterplatte integriert.

Der typische Testcoupon besteht aus einer Leiterplatte mit ca. 200 x 30 mm mit exakt dem gleichen Lagenaufbau und Leiterbahnkonstruktion wie die eigentliche Leiterplatte. Er besitzt Leiterbahnen mit der gleichen Breite und Lage wie die impedanzkontrollierte Leitung auf der Haupt-Leiterplatte. Üblicherweise werden zwei Testcoupons an den gegen-

überliegenden Ecken des Panels vorgesehen, um ein repräsentatives Bild zu erhalten und um sicherzustellen, dass keine Unterschiede in der Leiterbahnbreite, Kupferdicke, Laminatstärke etc. über das gesamte Panel hinweg auftreten. Da die Impedanz der Coupons von den Leiterplatten-Parametern abhängt, ist sie auch ein genaues Maß für die Gleichförmigkeit der Leiterplatte, ohne Schlibfbilder von dieser anzufertigen.

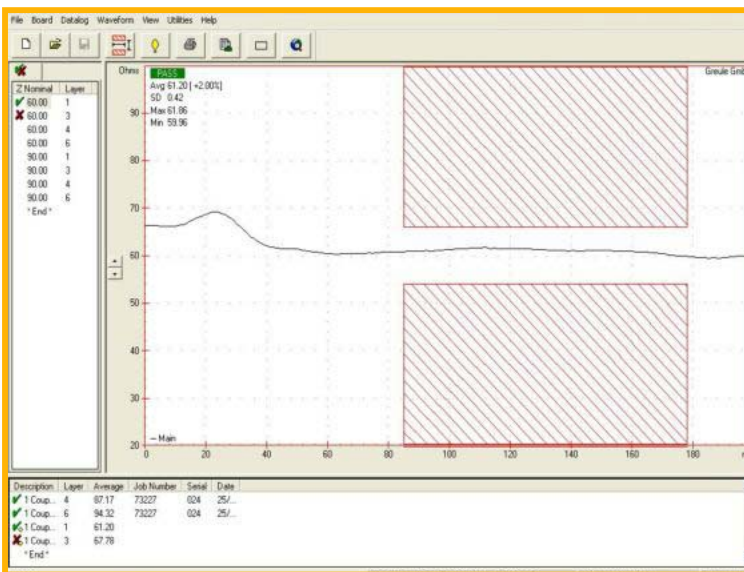
„Das Ergebnis der Impedanzmessung ist auch ein Indiz für die Prozesssicherheit bei der Leiterplattenfertigung“

Michael Kiencke  
Leiter Elektr. Prüfung

### Impedanzprüfung im Hause Greule 7

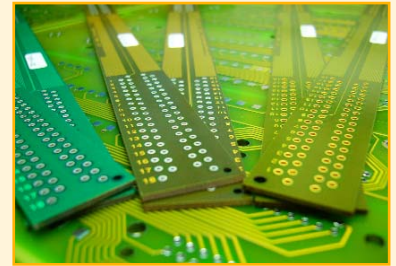
Wir nutzen für die Impedanzmessung das CITS500s4 von der Firma Polar. Typische Impedanzwerte liegen im Bereich zwischen 50 und 100 Ohm, mit einer

Toleranz von +/- 10 %. Grundsätzlich gilt: Je geringer die Toleranz, um so höher ist die Fertigungsgenauigkeit. Bei Aussenlagen können Abweichungen aufgrund der Toleranzen beim galvanischen Kupferaufbau größer sein. Deshalb ist es empfehlenswert, die Impedanzen in den Innenlagen der Multilayer zu realisieren.



Kurvenverlauf einer 60 Ohm Messung mit einer Toleranz von +/- 10%

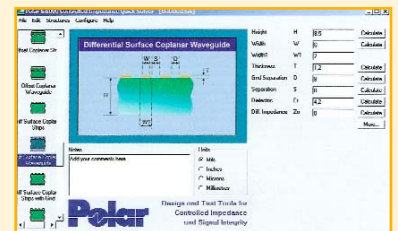
## PRODUKTION IM BILD



Die neue Generation Testcoupons



Couponhalter mit Testköpfe



Mit der Software Si6000 Quick Solver von Polar Instruments steht uns eine sehr leistungsfähige Berechnungssoftware zur Verfügung.

### Weitere Informationen?

Wenn Sie mehr über Greule-Leiterplatten erfahren wollen, Antworten auf technische Fragen suchen oder Interesse an einer Produktionsbesichtigung haben, sind wir gerne für Sie da. Sprechen Sie mit Herrn Gerhard Deißler:

Infotelefon Technik  
07082/793-164