

# Automatisierung und Messtechnik in der Herstellung optischer Komponenten

## Modulare Testlösungen beschleunigen das Zusammenwachsen von Automatisierung und Test

**D**ie Automatisierung von Prozessen ist heute ein breit akzeptiertes Mittel, um die Herstellungskosten faseroptischer Komponenten zu senken, sowie Bauteile neuer Technologie zu ermöglichen. Der Begriff ‚Automatisierung‘ wird jedoch in verschiedener Weise gebraucht und viele der heute verfügbaren Lösungen berücksichtigen jeweils nur einen der vielen qualitätsbestimmenden Prozesse aus dem gesamten Fertigungsablauf. Dieser Ansatz führt vielfach zu reinen Fertigungsmaschinen die einfach versuchen, bestimmte manuelle Prozesse durch automatische Positioniervorrichtungen bzw. Industrieroboter nachzubilden. Eine wirklich überlegene Fertigungslösung erfordert es jedoch, sämtliche Prozessschritte entlang der Fertigungskette mit einzubeziehen. Dabei muss die verwendete Messtechnik in der Lage sein, sowohl mit der Evolution der Komponententechnologie Schritt zu halten, als auch eine nahtlose Integration in die Montageprozesse ermöglichen.

### Anforderungen an die Messtechnik in automatisierten Messlösungen

Die Messeinrichtungen an den verschiedenen Stellen eines automatischen Herstellungsprozesses müssen typischerweise sich teilweise

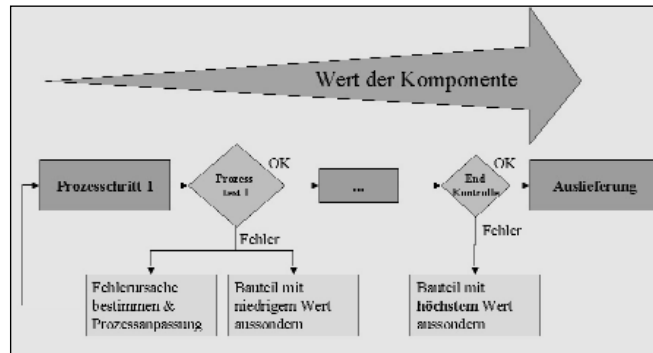


Abb. 2: Prozesstests können fehlerhafte Prozessschritte erkennen. So wird eine teure Weiterverarbeitung (z. B. Fasermontage) nicht funktionsfähiger Bauteile verhindert

widersprechende Anforderungen erfüllen (Abb. 1).

Die Endkontrolle eines Bauteils (z.B. für Metro-Area-Netzwerke) muss dessen Funktion mit der höchstmöglichen Genauigkeit qualifizieren, um sicherzustellen, dass die Spezifikationen des Herstellers eingehalten sowie die Erwartungen seiner Kunden (oder die von Organisationen wie Telcordia) erfüllt werden. Die Einführung automatisierter Herstellungsprozesse mit integrierten Testfähigkeiten wird die Endkontrolle in naher Zukunft nicht überflüssig machen. Da der Markt dies fordert, werden die Kunden auch weiterhin ein Testzertifikat zu jedem Bauteil verlangen, zumindest für die kritischen Komponenten. Der Testaufbau für die Endkontrolle wird deshalb weitgehend von der Leistungsfähigkeit bei der Bestimmung optischer Spezifikationen bestimmt. Deswegen kommt der Messgenauigkeit des Aufbaus erhöhte Bedeutung zu.

Im Gegensatz zur Endkontrolle wird der Test während des Prozesses typischerweise

vom Prozess selber bestimmt (s. Abb. 2). Der bekannteste Prozessstest ist im Moment wahrscheinlich die große Gruppe von ‚Echtzeit-Feedback‘-Anwendungen für die aktive Ausrichtung von optischen Komponenten. Eine zweite Klasse von Tests innerhalb von Prozessen dient der Bestimmung von Eigenschaften eines Bauteils, die im betrachteten Prozessschritt verändert wurden, beispielsweise der Einfluss eines Klebevorgangs auf die Einfügedämpfung. In solchen Fällen dient der Prozessstest der Qualitätskontrolle.

Der Testaufbau muss außerdem Durchlaufzeiten und Verbindungsprobleme berücksichtigen. Dies gilt sowohl für elektrische als auch optische Verbindungen von der zu testenden Komponente zum Testaufbau. Ebenso sollte der Test so flexibel angelegt sein, dass verschiedene Arten von Komponenten der selben Familie auch im selben Aufbau getestet werden können, z.B. AWG-Komponenten mit unterschiedlich vielen Ausgangspunkten. Um den kontrollierten Prozess auch

**Autoren**

ALEXANDER AYDT  
e-Mail: alexander\_aydt@agilent.com

GUNNAR STOLZE  
e-Mail: gunnar\_stolze@agilent.com

ANDREAS GERSTER  
e-Mail: andreas\_gerster@agilent.com  
sind tätig in der Abt.: OCMD-Marketing bei Agilent Technologies Deutschland GmbH  
Optical Communication Measurement;  
Herrenberger Straße 130  
71034 Böblingen  
Fon: 07031/464-0  
Fax: 07031/464-7023

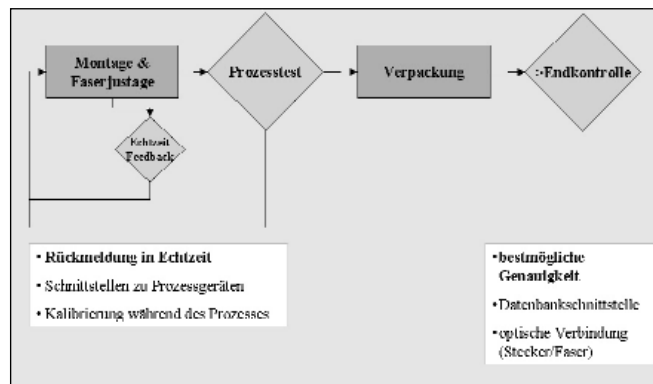
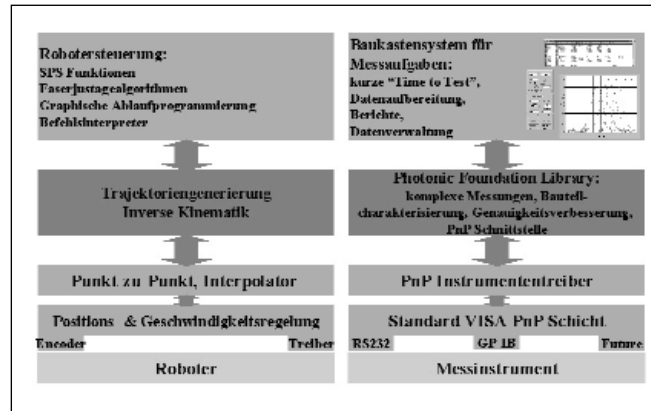


Abb. 1: Anforderungen während des Prozesstests und der Endkontrolle

wirklich verbessern zu können, müssen die gewonnen Daten gesammelt, aufbereitet und statistisch ausgewertet werden. Und schließlich sollte es möglich sein, den Durchsatz durch kontinuierliche Veränderungen zu verbessern ohne den ganzen Prozess neu definieren zu müssen.

### Bottom-up oder Top-down – Testroutinen und Projektplanung

Bei der Planung und der Auswahl einer ‚klassischen‘ Testlösung fällt im englischen Sprachraum oftmals der Begriff ‚time to test‘. Während der Begriff mit mehreren Bedeutungen besetzt werden kann, so ist doch eine sehr häufig benutzte Interpretation die der ‚notwendigen Zeit, die vom Anfang der Konzeptionsphase des Testsystems bis zum ersten erfolgreichen Test einer Komponente verstreicht‘. Der Zeitraum spielt bei automatisierten Testprozessen durch die direkte Abhängigkeit der automatisierten Montageschritte von den Testergebnissen sogar eine noch wichtigere Rolle als bei manuellen Test- und Montagelinien. Eine Haupttätigkeit, die diese Zeit mit großem Anteil moduliert, ist

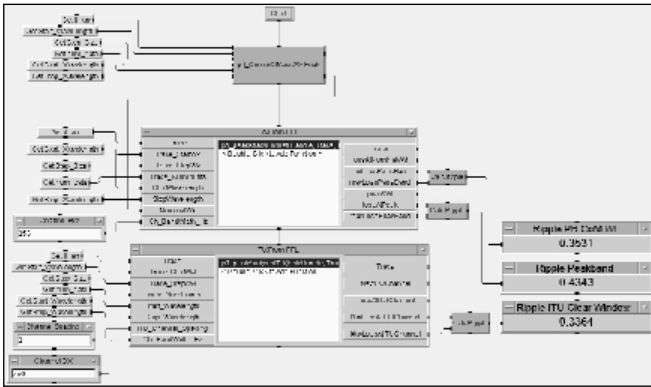


**Abb. 3:**  
Eine nach dem Schichtenmodell aufgebaute Steuerungs- bzw. Prüfsoftware bietet den richtigen Abstraktionsgrad für jede Aufgabe

das Softwaredesign und die Implementierung der Testroutinen sowie der Schnittstellen zwischen den Testinstrumenten (Integration). Der Testingenieur ist hier in derselben Situation wie der Softwareingenieur in anderen Bereichen, in dem er den spezifikationsgerechten Ablauf der Programme sicherstellen muss. Aber als zweite Aufgabe muss der Testingenieur die optischen Messinstrumente, den korrekten Messaufbau, sowie die Messgenauigkeit im Auge behalten. Des weiteren muss beachtet werden, ob tatsächlich der Parameter gemessen wird, den es zu bestimmen gilt.

Wird bei der Projektplanung nach den zwei Credos des Systems Engineering, nämlich die der Systembetrachtung ‚von außen nach innen‘ und des ‚vom Groben zum Detail‘, vorgegangen, kann der mit vorkonfigurierten Testroutinen arbeitende Ansatz deutliche Beiträge zum Projekterfolg in der Implementierungsphase liefern. Die beschriebenen Testbibliotheken müssen aber nichtsdestotrotz so offen sein, dass existierendes Wissen über den inneren Aufbau einer Testroutine – auf manchmal sehr detailliertem Niveau – eingebracht werden kann.

A.01



**Abb. 4:**  
**Vorkonfigurierte Softwarefunktionsblöcke erleichtern die Auswertung spektraler Verlustmessungen. Dennoch erlauben sie weiterhin die Anpassung auf verschiedene Anforderungen**

### Modulare Konzepte in der optischen Messtechnik

Modulare Software- und Hardwarekonzepte in Testanwendungen erweisen sich als geeignetes Mittel für eine schnelle und erfolgreiche Umsetzung von Automatisierungslösungen. Allerdings müssen sowohl die Hardware- als auch Softwarekomponenten oft individuell und flexibel miteinander verknüpft werden, um entsprechende Testlösungen an die jeweilig unterschiedlichen Testanforderungen oder für die Verwendung in automatisierten Herstellungsprozessen anpassen zu können.

Die Integration von Automatisierung und Testlösungen erfolgt generell auf der Softwareebene. Funktionsbibliotheken mit vordefinierten Algorithmen beschleunigen die Softwareentwicklung, ohne jedoch die erforderlichen Freiräume für individuell konfigurierte Lösungen einzuschränken. Die in solchen Softwarebibliotheken enthaltene Messtechnikexpertise spart Zeit und Kosten die oftmals noch in die Ansteuerung von Hardware, das Testen der Messroutinen oder in die Auswertung von Messdaten investiert werden. Dieser Ansatz folgt dem Beispiel der Automatisierungsbranche, wo vordefinierte Softwarealgorithmen standardmäßig zur Verfügung gestellt werden (s. Abb. 3).

Softwarebibliotheken müssen demnach in hohem Maße generisch sein, um auf die Vielzahl unterschiedlicher faseroptischer Komponenten, Testanwendungen und -anforderungen adaptiert werden zu können.

Die große Herausforderung ist demnach, auf der einen Seite flexible Testlösungen zu konfigurieren, die wechselnde Anforderungen erfüllen können ohne Test-Ingenieure und -Designer vor immense Probleme zu stellen, und die auf der anderen Seite den Testingenieuren einen Großteil der Implementierungsarbeit mit vordefinierten Algorithmen und Softwarefunktionen abzunehmen. Die Modularität von Messlösungen liefert ein wirkungsvolles Konzept zur Realisierung flexibler Lösungen, wobei ein Teil des Implementierungsaufwands, nämlich das Zusammenspiel

verschiedener modularer Messinstrumente, in generischer Weise in Form vordefinierter Softwarealgorithmen den Testingenieuren zur Verfügung gestellt werden kann.

Softwarebibliotheken können auch Korrekturalgorithmen beinhalten, die die physikalisch nicht vermeidbaren Einflüsse des Messaufbaus auf die Messgenauigkeit zumindest teilweise beheben können (s. Abb. 4). Als Beispiel sei hier die elektronische Tiefpassfilterung in optischen Leistungsmessgeräten genannt, die neben der gewollten Rauschunterdrückung auch Signalverzerrungen aufgrund der Phaseneigenschaften des Tiefpassfilters bewirkt. Speziell bei steilen Flanken und hohen Messgeschwindigkeiten über der Wellenlänge kann eine Tiefpassfilterung negative Auswirkungen auf die Messqualität haben. Das Filtern von Messsignalen ist jedoch unvermeidlich, speziell bei kleinen Signalleistungen, um die Messdynamik zu garantieren. Softwarealgorithmen zur Verbesserung der Signalqualität erfordern die genaue Kenntnis der Übertragungseigenschaften der eingesetzten analogen Tiefpassfilter, drücken sich aber in einer verbesserten Messgenauigkeit aus.

Infolge von verbesserten Testspezifikationen kann der Ertrag gesteigert werden, weil die verringerte Messunsicherheit die Gefahr reduziert, dass die zu testende Komponente die Messgrenzen überschreitet und somit zum Produktionsausschuss gezählt werden muss.

Die Implementierung vordefinierter Messroutinen, die zu speziellen Testlösungen gehören, ist auch im Hinblick auf zukünftige Erweiterungen des Funktions- oder Messumfangs vorteilhaft. Software- und Hardwarekompatibilität spielen hier eine ähnlich wichtige Rolle wie die Einbindung neuer Messroutinen, wie zum Beispiel Dispersionsmessungen, Analysefunktionen zur effizienten Auswertung von Messergebnissen oder Datenmanagement und -sicherungstools. Speziell letztere sind entscheidende Mittel der Qualitätskontrolle von Herstellungsprozessen, bei denen auf statistischer Basis die Güte der produzierten Komponenten ausgewertet werden kann.

Der Übergang von manuellen zu halbautomatisierten und letztendlich zu in hohem Maße automatisierten Herstellungsprozessen ist typischerweise ein gradueller Prozess, wobei in jeder Entwicklungsstufe die Erfahrungen der bereits realisierten Automatisierungsstufe einfließen. Die Komplexität und der Funktionsumfang eines Herstellungsschritts erhöhen sich mit jeder dieser Entwicklungsstufen. Modulare Konzepte im Software- und Hardwarebereich erleichtern diesen Entwicklungsprozess, weil sich Entwickler und Designer gezielt auf die Umsetzung der jeweiligen Automatisierungsstufen konzentrieren können ohne sich mit Detailfragen auseinander setzen zu müssen. So können zum Beispiel Messanwendungen schnell realisiert und die Messdaten ausgewertet werden.

### Zusammenfassung

Um erfolgreich automatische Herstellungsprozesse und optische Messtechnik miteinander zu kombinieren, müssen sämtliche Entwicklungen und Entscheidungsprozesse auf dem Weg zu hochgradig automatisierten Prozessen auf der Grundlage von systematischer Prozessbetrachtung und gezielter Planung erfolgen. Nur dann können die Hauptziele Kostensenkungen bei der faseroptischen Komponentenherstellung und die Rückkehr zur Profitabilität erreicht werden. Automatisierung und Test sollten nicht mehr als getrennte Einheiten und Prozesse angesehen werden, vielmehr müssen beide zusammen betrachtet, geplant und implementiert werden. Werkzeuge wie beispielsweise modulare Testlösungen tragen entscheidend zum Erreichen der gesteckten Ziele bei. Softwarebibliotheken mit vordefinierten Messroutinen und Analysefunktionen können die Realisierung von integrierten Testlösungen erheblich erleichtern.

**TEST**

www.publish-industry.net

more @ click TK3A0101

## How to use

more @ click

!

1. [www.publish-industry.net](http://www.publish-industry.net)
2. ,more@click'-Code eingeben
3. Anbieter kontaktieren – Diskutieren – Recherchieren