

Vorteile moderner mikroendoskopischer Inspektion

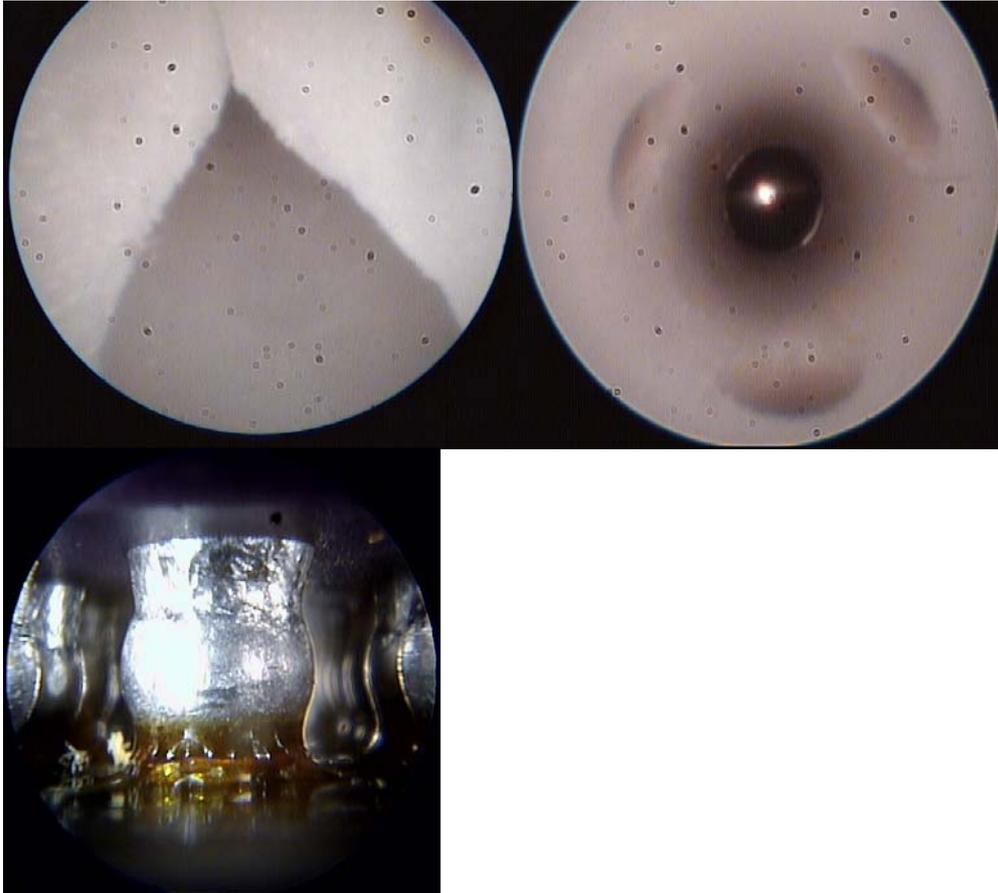
Dipl.-Ing./Dipl.-Wi.-Ing. Olaf Nusche

TechnoLab GmbH, Berlin

Immer mehr Einzelkomponenten, wie z.B. Ventileinsätze in der Mechanik oder Miniaturschalter in der Elektronik, werden durch den Druck zu fortschreitender Miniaturisierung in Ihren Dimensionen erheblich verkleinert. Dies verlangt vor allem in Hinblick auf die Komponenten mit beweglichen Funktionen, oder in denen pneumatische/hydraulische Funktionen integriert sind, ein immer höheres Qualitätsniveau. Am Beispiel Ventileinsatz ist die Oberflächenbeschaffenheit im Innenbereich von besonderer Bedeutung. Ebenso Partikel, welche früher in großen Bohrungsdurchmessern keine Hindernisse fanden, könnten in heutigen Applikationen zu Ausfällen oder unzuverlässigen Funktionen, durch Behinderungen oder Verschließungen in den Hydraulikkanälen, führen. Gerade in sicherheitsrelevanten Baugruppen wie z.B. ABS-Systemen, in denen hochpräzise Ventilsteuerungen eingesetzt werden, oder in Miniaturventilen der Medizintechnik, dürfen Partikel oder Grade in den Hydraulikwegen nicht auftreten. Ein Großes Problem bei der Entwicklung oder Herstellung solcher miniaturisierter Komponenten ist die Inspektion, im Rahmen qualitätssichernder Maßnahmen an schwer zugänglichen Orten. Durch den Einsatz von Verbundwerkstoffen ist es in vielen Fällen nicht möglich mittels der bekannten Röntgendurchstrahlung ins Innere zu schauen, insbesondere wenn Metall und Kunststoff zusammen eine komplexe Einheit bilden. Hier kann mit der Mikroendoskopie in vielen Fällen eine Lösung zur Durchführung der Inspektion gefunden werden, da mit faseroptischen Endoskopen im kleinsten Durchmesser bis hinunter zu 320µm auch kleinste Bohrungen inspiziert werden können. Der Vorteil ist weiterhin, dass mit endoskopischen Verfahren die Möglichkeit gegeben ist Farbbilder zu erhalten, die im Gegensatz zur Röntgenanalyse eine differenzierte Bildinformation ermöglichen, da kein physikalischer Umweg beschritten werden muß. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn z. B. bei Rissuntersuchungen Farbpigmente nach dem Waschen in Risserscheinungen verbleiben, die dann mittels der optischen, endoskopischen Inspektion gefunden werden können.

So lassen sich ebenso Partikel in 1/100mm Größe entdecken, um nach eventuellen Ursachen für das Verstopfung von Hydraulikkanälen und Steuerventilen z.B. in ABS-Systemen zu suchen. Auch an Textilspinddüsen, bei denen Querbohrungen die verschiedenen Fäden zum verzwirbeln zuführen, können sehr gut Grate aus dem Fertigungsprozess der Spinddüse inspiziert werden.

In der Elektronikfertigung lassen sich mittels solchen applikationsspezifischen Endoskopen schon seit jahrzehnten Lötstellen inspizieren, die unter Bauteilen liegen und von oben betrachtet nicht sichtbar sind. Diese Endoskope müssen neben der guten optischen Auflösung auch eine Fokussierung in weiten Bereichen erlauben, um ein größtmöglichen Inspektionsraum abzudecken.



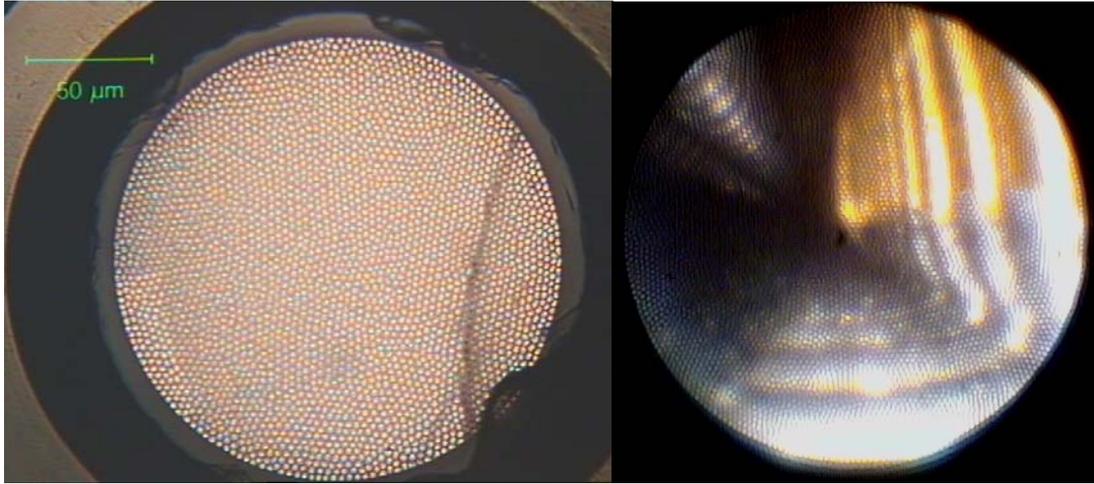
Beispiel: links: Grat an der Zuführung von Spinddüsen mittels Spiegelrohr mit 90°-Blickrichtung (Gradientenfaseroptik), mitte: seitliche Zuführungskanäle mit 0° Blickrichtung (Durchmesser der Bohrung, in die das Endoskop eingeführt wurde: ca. 2mm) rechts: Inspektion von Lötstellen an Leiterplatten mittels 90° Blickwinkel (Stablinsenoptik)

Als weitere Prüfmöglichkeiten ergeben sich Werkstücke mit Bohrungen wie Brems-, Kupplungs-, ABS-, Geber- und Nehmerzylinder und deren Steuerventilen. Ebenso ist eine Inspektion von Gussteilen möglich, wobei hier die typische Aufgabenstellung die Porenprüfung ist. Als Beispiel können Sanitärfittings angeführt werden. Für die Inspektion von sehr hohen Oberflächenbeschaffenheiten, wie z.B. in Präzisionsrohren, können Kratzer und Ziehriefen erkannt werden. Diese Fehler verlaufen in Längsrichtung des Rohres meist über die gesamte Länge.

Endoskopische Verfahren

Für jede Inspektion muss abgewogen werden, ob die höchstmögliche Bildqualität gefordert wird, oder eine dem Anwendungsbereich ausreichende Bildinformation genügt. Bei den hochminiaturisierten, optisch-endoskopischen Verfahren stellt sich vielfach gar nicht Frage die bestmöglichen bildgebenden Verfahren einzusetzen, da dafür oft kein ausreichender Platz vorhanden ist.

Die beste optische Qualität bieten derzeit die Stablinsenoptiken. Hierbei werden zylindrische Linsen in einem Rohr so wie in einem Objektiv angeordnet. Wird die zu inspizierende Bohrung mit sehr kleinen Durchmesser für die Stablinsensysteme zu klein, so kann auf andere optische Verfahren zurückgegriffen werden, um das Bild vom distalen Ende des Endoskops zum Betrachter (Auge oder Kamera) zu transportieren. Dafür bieten sich für starre Endoskope, im Durchmesserbereich von 0,7 bis 1,7mm, sog. Selfoc-Optiken an. Diese Endoskope bestehen aus einer Gradientenfaser, die eine Bildübertragung mittels einer langen „Faseroptischen Linse“ transportieren. In den meisten Fällen werden faseroptische Endoskopen gewählt, die den Vorteil der Flexibilität besitzen. Der Nachteil dieser Endoskope besteht in der Facettierung des betrachtenden Bildes, welches sich allerdings erst bei einer hohen Vergrößerung deutlich bemerkbar macht. Die Faseroptiken reichen je nach Auflösung (verwendete Bildleitfasern) von ca. 20000 Bildfasern mit 3-4mm Durchmesser bis zu 1600 Bildfasern mit 320µm Durchmesser.



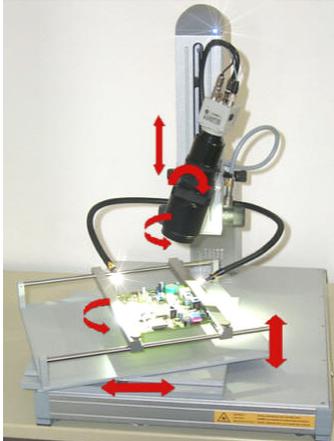
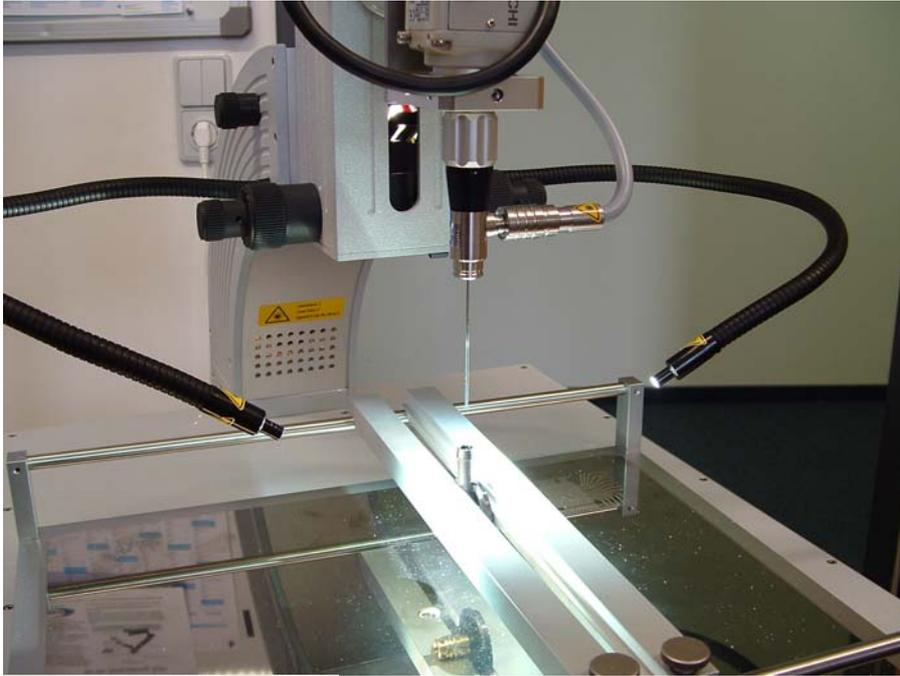
Beispiel: links: Miniaturendoskop: 3000 Bildleitfasern $\varnothing 0,42\text{mm}$ bei Verwendung mit integrierten Lichtfasern, die separat außen herum geführt werden.
Rechts: Inspektion der Fersenlötung von sog. Gull-Wings unter Elektronik ICs mittels flexibler Endoskopie (6000 Bildleitfasern)

Auswahl

Optisches Verfahren	Stablinsen	Gradientenfaser	Fiberoptik
Optische Auflösung	Sehr gut	gut	Abhängig von der Fasermenge
Fokussierung	0mm bis unendlich	0mm bis 30mm	Fix ± Schärfentiefe
Aussendurchmesser ca.	Ø>10mm-2mm	Ø3mm-0,7mm	Ø8mm-0,32mm
Mechanische Eigenschaft	starr	starr	biegsam, semiflexibel
Vorteil	hohe optische Auslösung	mittlere optische Auflösung flexibel	Biegsam, anpassbar an geometrische Formen
Nachteil	starr, bei kleinen Durchmessern bruchgefährdet	starr, bei kleinen Durchmessern sehr bruchgefährdet	Facettenbildung bei kleinen Durchmessern
Verwendung	Alle Arten von Inspektionen sowie auch Oberflächeninspektion möglich (Risse, Schrammen)	Teilweise Oberflächeninspektion möglich Überprüfung auf geom. Formen	Suche nach Ablagerungen und Partikeln Überprüfung auf geom. Form, je nach Auflösung auch Oberflächeninspektion

Anwendung bei Kleinteilen

Ein wesentlicher Aspekt beim Einsatz von miniaturisierten Endoskopen ist die Handhabung und Zuführung. Bei Inspektionen an sehr kleinen Komponenten ist eine rein manuelle Positionierung nicht mehr sinnvoll. Das zu inspizierende Teil wie auch die Optik muss per Hand gehalten und platziert werden - und das möglichst variabel. In den meisten Fällen reicht bei starren Endoskopen eine Platzierung in Z-Richtung aus, aber schon bei der Inspektion von sehr kleinen Bohrungen stößt der Anwender bei der Positionierung an Grenzen. Daher ist die Positionierung mittels eines Manipulators, oder XY-Tisches, bei kleinen Komponenten besonders erforderlich. Eine solche Anordnung findet sich im Mikroinspektionssystem A²IS, welches Proben durch variable Möglichkeiten zur Aufnahme auf einen XY-Tisch bringen lässt, um dann mittels eines langen Z-Triebes eine große Auswahl lieferbare Endoskope oder andere Auflichtoptiken für eine optische Inspektion zu positionieren.



Beispiel: Positionierung eines Gasdruckventils für die Inspektion mit einem Mikroendoskop $\varnothing 1,2\text{mm}$
 Unten: XY-Tisch, oben: Z-Trieb mit montiertem Endoskop

Dokumentation

Für die Dokumentation von Fertigungsergebnissen gemäß ISO 9001:2000 ist es sinnvoll eine Statistik über aufgetretene Fertigungsfehler durchzuführen, damit Fertigungsfehler erfasst, kontrolliert, dokumentiert und abgestellt werden können. Für eine schnelle Fehlerbewertung ist die mit dem Mikroinspektionssystem gelieferte Software IMXPRO (im Lieferumfang des Systems enthalten) bestens geeignet. Hiermit ist es sogar möglich, dem Live-Bild oder dem abgespeicherten Bild Fehlerarten und -orte zuzuordnen, die in einer Datenbank gespeichert und für statistische Zwecke ausgewertet werden können.

Die Möglichkeiten zur Inspektion der verschiedenen Auffälligkeiten (die im übrigen nicht immer Fehler sein müssen), können mit Hilfe eines modular aufgebauten Inspektionssystemes erfolgen. Dieses Gerät gestattet die Inspektion von ganzen Objekten mit 300mm Durchmesser, Makroaufnahmen, bis hin zu Mikroskopisch kleinen Teilen sowie ebenso die Verwendung spezieller Endoskope. Als Besonderheit können mit diesem Inspektionsgerät auch Bereiche begutachtet werden, die an schwer zugänglichen Orten, z.B. direkt unter Bauelementen, liegen. Dies geschieht mit Hilfe von flexiblen Endoskopen, die mit ihren kleinsten Durchmessern von 0,32mm direkt unter oder in das Objekt platziert werden können.

Mit dem *Mikroinspektionssystem A²IS* wurde ein neuartiges System zur Sichtprüfung entwickelt. Dabei wurde eine möglichst modulare Struktur berücksichtigt, die ein großes Einsatzgebiet ermöglicht. Das A²IS-System ist nicht für eine Serienprüfung vorgesehen, eignet sich aber für den Einsatz in

Forschung und Entwicklung, ebenso wie in der Qualitätssicherung. Mit diesem Gerät lassen sich Standardaufgaben wie auch Granzfälle der Inspektion erfolgreich durchführen und steht damit direkt in der Wertschöpfungskette.

Weitere Informationen unter www.technolab.de