

# 4 Manuelle Optische Inspektion/Sichtkontrolle

Die manuelle optische Inspektion ist das Testverfahren, welches sicher am wenigsten einer Erklärung bedarf. Jeder kann sich unter einer Sichtkontrolle etwas vorstellen. Daher fällt dieses Kapitel eher kurz aus.

Die Sichtkontrolle ist sozusagen der Urvater der optischen Testverfahren. Seit Anbeginn wird sie in der Fertigung elektronischer Baugruppen angewendet und ist bis heute ein nicht weg zu denkender fester Bestandteil der Qualitätssicherungsprozesse. Allerdings hat sich der Aufgabenbereich mit der Zeit verändert. Während es früher nahezu die einzige qualitätssichernde Maßnahme für Lötstellen war und daher durchgängig auf jede einzelne Baugruppe angewendet wurde, so werden heute – in den vollautomatisierten Fertigungen – damit meist nur stichprobenartig einzelne Prozessparameter überprüft.

Insbesondere als (Nach)kontrolle der bei einem Inspektionsautomaten durchgefallenen Baugruppen hat sich die manuelle Sichtkontrolle fest etabliert.

Es gibt zudem Anwendungen/Bereiche, in denen extrem hohe Anforderungen an die Qualität der Lötstellen gestellt werden – als Beispiel soll die Luft- und Raumfahrt dienen, denn hier liefert die Automatische Optische Inspektion nicht die geforderte Prüftiefe. In solchen Fällen wird der hohe Aufwand – der unumstritten immer von einer manuellen Tätigkeit ausgeht – für eine durchgängige manuelle Inspektion betrieben und ist auch absolut gerechtfertigt. Eine durchgängige Inspektion meint dabei die zum Teil mehrfache „Betrachtung“ jeder einzelnen Lötstelle und natürlich auch der Bauteile.

Am Ende muss man gestehen: so altmodisch wie die manuelle optische Inspektion zunächst anmutet, ist sie gar nicht. Sie ist vielmehr auch heute noch ein fester Bestandteil des Qualitätssicherungsprozesses.

## 4.1 Funktionsweise

Wie eingangs schon angesprochen kann sich sicher jeder etwas unter einer Sichtkontrolle vorstellen. Wie der optische Bildaufnehmer funktioniert, wurde bereits in der Schule im Biologie- und Physikunterricht gelehrt. Näher zu beleuchten sind einzig und allein die Themen Prüfprogrammerstellung und -abarbeitung sowie die Bildauswertung.

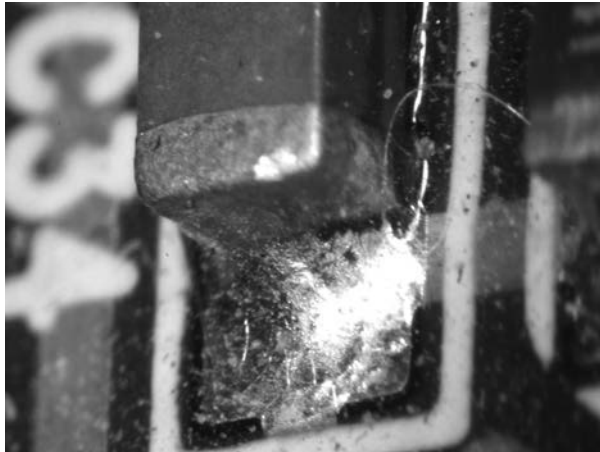
Für die Prüfprogrammerstellung gibt es keinen technologischen Standard. Jeder Baugruppenfertiger kocht hier sein eigenes Süppchen. Der Grundgedanke ist jedoch oftmals derselbe: **Der Prüfling wird mit einem „Golden Board“ verglichen.** Entweder, indem ein „Golden Board“ physisch tatsächlich vorhanden ist, oder indem es mittels Fotos ausführlich dokumentiert wurde. Letzteres hat den Vorteil, dass die Brennpunkte/Qualitätsschwerpunkte besser hervorgehoben werden können und die Prüfperson so gezielt auf diese Stellen hingewiesen wird. So entsteht eine Art Testplan, aus dem hervorgeht, welche Stellen der Baugruppe auf welche Merkmale hin zu untersuchen sind. Die Aufgabe der Prüfperson besteht nun darin, den so entstandenen Testplan Punkt für Punkt abuarbeiten und die Ergebnisse gegebenenfalls zu dokumentieren.



### Hinweis:

Ein „Golden Board“ bezeichnet ein Gutmuster der zu fertigenden Baugruppe. Es ist somit die Referenz, an der sich alle anderen Baugruppen messen müssen. Alle Baugruppen, welche im Minimum die gleiche Qualität aufweisen wie das „Golden Board“, werden als „gut“ bewertet.

Für die Sichtkontrolle stehen dem Prüfer verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Das Mikroskop gehört hierbei zur Grundausrüstung jedes Arbeitsplatzes. Dabei beschränkt sich dessen Anwendungsgebiet nicht mehr allein auf die optische Vergrößerung. Heutzutage gibt es Winkeloptiken, mit denen es möglich ist, den Blick um das Bauteil herum zu schwenken, ohne den Prüfling selbst bewegen zu müssen. Dadurch ist es möglich, die Bauteile und Lötstellen seitlich zu betrachten, um so die Lötmenisken noch besser beurteilen zu können.

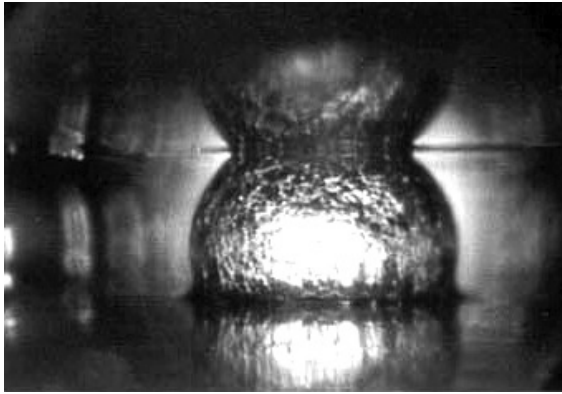


**Bild 4.1:** Blick durch ein Mikroskop mit Winkeloptik auf ein Chip-Bauelement  
(Quelle: Vision Engineering Ltd.)

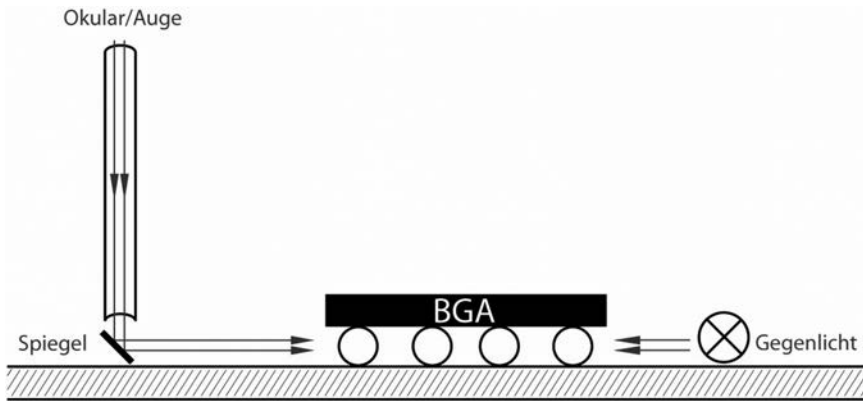
### 4.1.1 BGA-Inspektion

Neben den eben angesprochenen klassischen Mikroskopen gibt es auch Systeme, mit denen die Lötstellen unter einem BGA-Gehäuse auf optischem Wege betrachtet werden können. Das sind die BGA-Inspektionsgeräte. Sie vermitteln einen natürlichen Bildeindruck vom Ergebnis eines Lötprozesses auch an versteckten Lötstellen.

Konkret besteht die Aufgabe eines BGA-Inspektionssystems darin, in einem Spalt mit einer Höhe von 500  $\mu\text{m}$  oder geringer ein aussagefähiges Bild zu machen. Dies wird darüber gelöst, dass an dem Kopfende einer Optik ein Inspektionkopf angebracht ist, welcher über ein Ablenkelement verfügt, siehe **Bild 4.3**. Dieses Ablenkelement ist in der Regel eine Prismen- oder Spiegelstruktur.



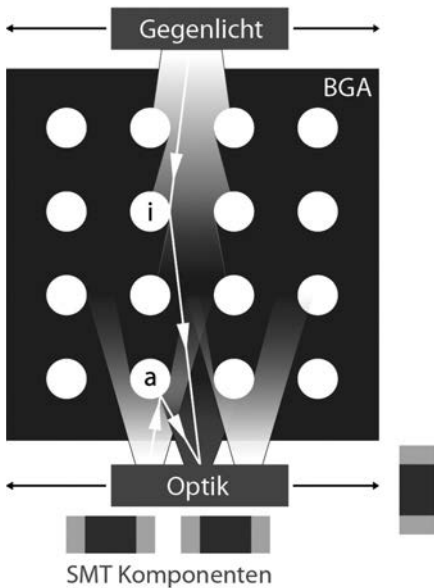
**Bild 4.2:** Außenliegender BGA-Ball mit sichtbarem oberen und unteren Anschluss (Quelle: ERSA GmbH)



**Bild 4.3:** Prinzip der BGA-Inspektion – Seitenansicht; aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung der Lichtquelle neben dem Spiegel verzichtet.

Da Bauteile auf einer Baugruppe dicht beieinander liegen können, muss der Inspektionskopf möglichst klein ausgeführt sein, in Tiefe und Breite. Die Tiefe weist auf den theoretisch minimalen Abstand zwischen anderen Bauteilen und dem zu inspizierenden BGA hin. Die Breite definiert, wie weit an den Rand des BGA gefahren werden kann, ohne seitlich an weitere Bauteile zu stoßen. Werte von etwa 1,5 mm in der Tiefe und 5–6 mm in der Breite gelten als Standard für den Inspektionskopf.

Nun fehlt noch Licht, um wirklich etwas sehen zu können. Hier muss das physikalisch Machbare mit der Zielsetzung abgestimmt werden, ein optimales Ergebnis zu erhalten. Physikalisch machbar bedeutet einfach gesagt: Wird ein Ball von einem anderen Ball verdeckt, kann man diesen optisch nicht sehen. Und je tiefer ein Ball unter dem BGA liegt, umso weniger Licht dringt an ihn. Trotz dieser Widrigkeit muss ein BGA-Inspektionssystem in der Lage sein, Informationen zur Beurteilung der Lötstelle zu liefern. Um die entsprechenden Kriterien möglichst gut erfassen zu können, hat sich als ideale Ausleuchtung eine Kombination aus Front- und Gegenlicht erwiesen.



**Bild 4.4:** Prinzip der BGA-Inspektion – Draufsicht  
(Quelle: ERSA GmbH)

Das Frontlicht ist dabei an der Inspektionsoptik angebracht und beleuchtet die äußeren – am Rande liegenden – Bälle. Damit ist eine Beurteilung der Oberflächenstruktur, der Anbindungen, der Menisken und bestimmter Fehler wie etwa Mikrorisse sehr gut möglich. Das Gegenlicht dient dazu, den jeweiligen Ball von hinten anzuleuchten. Für den außen liegenden Ball a in **Bild 4.4** werden so die Kanten und damit die Form deutlicher erkennbar. Das Bild wird insgesamt kontrastreicher, siehe Bild 4.2. Seine Stärken zeigt das Gegenlicht jedoch erst, wenn man mit dem Inspektionskopf zwischen zwei Ballreihen hindurchschaut. Das Gegenlicht zeigt sofort auf, ob Lotbrücken bestehen und ob der Durchgang von jeglichen Ablagerungen frei ist. Idealerweise verfügt die Optik über einen weiten Fokussierbereich, denn damit ist es möglich, Reihe für Reihe die Umrisse der innenliegenden Bälle durch die Ausleuchtung mit dem Gegenlicht zu erkennen. Der Lichtweg des Gegenlichtes ist beispielhaft für Ball i in Bild 4.4 eingezeichnet.

Um nacheinander alle Reihen eines BGA anschauen zu können, verfügen moderne BGA-Inspektionssysteme über eine seitlich verfahrbare Inspektionsoptik. Wie man Bild 4.4 entnehmen kann, trägt ausschließlich das direkt gegenüberliegend eintretende Licht für die Inspektion der innenliegenden Lötbälle bei. Seitlich eintreffendes Licht wird durch die dazwischenliegenden Bälle abgeschottet. Daher ist es für eine gleichbleibend gute Ausleuchtung unter dem BGA notwendig, das Gegenlicht mit dem Inspektionskopf mitzuführen.

### 4.1.2 PC-unterstützter Bildvergleich

Heutzutage findet man an den Arbeitsplätzen zur Sichtkontrolle auch Systeme, welche einen einfachen Bildvergleich ermöglichen. Diese arbeiten in aller Regel so, dass der Prüfling mittels eines Scanners oder auch eines einfachen Fotoapparats in einen PC eingelesen und auf einem