

Wie ein ausgeklügeltes 3D-Bildverarbeitungssystem mit Hilfe eines »Digitalen Abziehsteins« die Oberflächen-Qualität von Kunststoffteilen in der Automobilproduktion inspiziert



## Kamera läuft – Klappe!

Was klingt wie am Filmset spielt sich nicht im Hollywood-Studio ab, sondern findet im Volkswagen-Werk Wolfsburg in der Kunststoffteilfertigung statt. Und die Klappen, um die es hier geht, sind keine Film- oder Regieklappen, sondern Tankklappen für den neuen »Golf VII«. Den aus Kunststoff gefertigten Teil visuell an das restliche Fahrzeug anzugleichen, ist eine Herausforderung für den Hersteller. Das 3D-Oberflächen-Inspektionssystem »surfaceControl« von INB Vision, einem Tochterunternehmen der Micro-Epsilon-Gruppe, bietet dafür eine technisch effiziente und gleichermaßen interessante Lösung. Von Wolfram Schmidt

Verschiedenste Bauteile an Automobilen, auch Außenhautteile, werden heute aus Kunststoff gefertigt. Der Kunststoffanteil an einem Mittelklassewagen hat sich in den letzten Jahren verdoppelt. Er beträgt heute etwa 15% und wird mittelfristig auf 25% steigen. Dafür sprechen viele Gründe, wie Gewichtseinsparung, besondere konstruktive Herausforderungen, die sich mit anderen Werkstoffen nicht realisieren lassen oder günstigere Werkzeugkosten. Eine Voraussetzung für den Einsatz von Kunststoff ist allerdings eine makellose Oberfläche, die sich von anderen Werkstoffen visuell nicht unterscheidet. Ein Bauteil, der von verschiedenen Automobilproduzenten häufig in Kunststoff gefertigt wird, ist die Tankklappe. Da sie sich an einem prädestinierten Platz in der besten

Sichtzone befindet, gelten hier die höchsten Anforderungen an die Oberfläche. Trotz umfangreicher Erfahrungen in Konstruktion und Fertigung, trotz modernster Werkstoffe, lassen sich kleine Einfallstellen auf der Sichtseite der Klappe nicht vollständig vermeiden. Sie entstehen beispielsweise aufgrund von unterschiedlichen Wandstärken oder Masseanhäufungen an Befestigungspunkten auf der Rückseite. Obwohl diese Einfallstellen nur wenige Mikrometer tief sind, können sie nach der Lackierung sichtbar werden. Dann ist es jedoch schon zu spät für die Fehlerbeseitigung. Auf unlackierten Spritzgussteilen ist es sehr schwierig, Abweichungen in der Oberfläche visuell zu erkennen.

### Lösung Oberflächen-Inspektionssystem

Im Sommer 2011, mehr als ein Jahr vorm Serienanlauf des »Golf VII«, hat man sich in der Planungsabteilung des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG auf die Suche nach einem geeigneten Oberflächen-Inspek-

tionssystem für Tankklappen begeben. Das Ziel war, den Prozess zu optimieren und die Fertigung permanent zu überwachen. Fündig geworden ist Volkswagen bei INB Vision in Magdeburg, dem Entwickler des Messsystems »surfaceControl«. Das Unternehmen verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der Entwicklung und Herstellung von Oberflächen-Inspektionssystemen. Sowohl die Sensoren als auch die Software stammen aus einer Hand. Somit können die Systeme individuell an die Kundenanforderungen angepasst werden. Für die Erkennung von Oberflächenformfehlern wertet INB Vision die 3D-Daten aus. Dafür wird die Oberfläche mit einem auf der Streifenlichtprojektion beruhendem Stereosensor aufgenommen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass der Informationsgehalt solcher Daten im Vergleich zu anderen Verfahren höher ist. Der kalibrierte Sensor der Baureihe »surfaceControl1400 compact« liefert exakte Höheninformationen über die Oberfläche. Er wird für die objektive Beurteilung der Abweichungen verwendet. Die 3D-Oberflächeninspektion begegnet bei dieser Applikation verschiedenen Herausforderungen. So wechseln sich innerhalb der Freiformflächen konkave und konvexe Oberflächen mit unterschiedlichen Krümmungen ab. Weiters kann die Oberfläche einen unterschiedlichen Glanzgrad aufweisen. Eine der größten Herausforderungen war es jedoch, die lokalen Formabweichungen zu erkennen. Mit einigen Hundertstel Millimetern sind

sie in der Regel zehnfach kleiner als die geometrischen Toleranzen des Bauteils. Würde man die aufgenommenen 3D-Daten lediglich mit dem CAD-Datensatz vergleichen, kämen in der Regel nur die geometrische Toleranz zum Vorschein – die kleinen lokalen Fehler allerdings blieben unbemerkt. Für die Erkennung dieser lokalen Oberflächenabweichungen, die sich in den 3D-Daten widerspiegeln, bietet INB verschiedene patentierte Verfahren an. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, das System in einem Offline-Prozess mit fehlerfreien Bauteilen zu trainieren. Das System lernt die zulässigen geometrischen Toleranzen der iO-Teile in der Serienfertigung. Aus diesen trainierten Datensätzen wird bei der Inspektion für jedes Prüfteil eine bestmögliche Referenz berechnet. Die lokalen Abweichungen zwischen Referenz- und Prüfteil werden sicher erkannt und können anhand der Höhendifferenzen objektiv bewertet werden.

**Rechts:** Die Tankklappen werden über einen Roboter in das Prüfsystem gehalten.

**Unten:** Das 3D-Oberflächen-Inspektionssystem »surfaceControl« von INB Vision wurde 2012 bei Volkswagen installiert.



### Clou virtueller »digitaler Abziehstein«

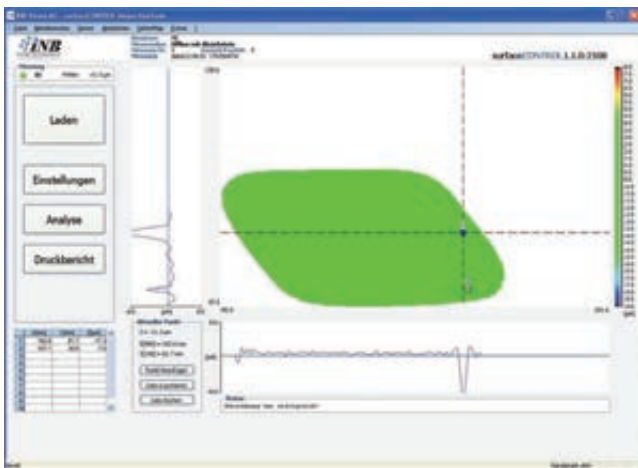
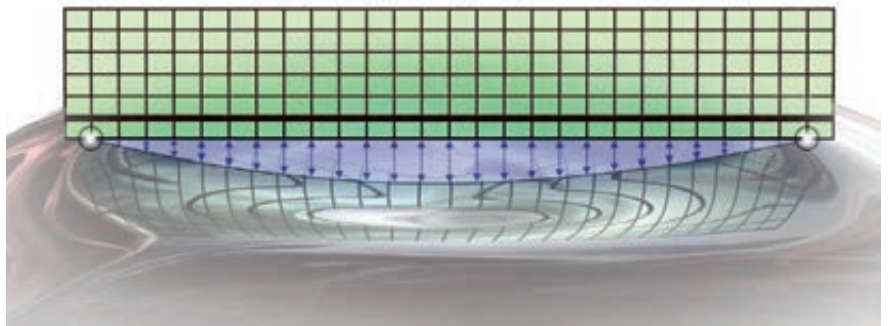
Für die Tankklappen-Inspektion hat das Unternehmen ein weiteres Verfahren entwickelt. Es beruht auf einer bewährten Prüfmethode, die im Presswerk und Karosseriebau auf Blechen weit verbreitet ist – dem Abziehstein. Dabei schleift ein Mitarbeiter mit einem länglichen Schleifstein mit definierter Länge die Oberfläche in eine vorgegebene Richtung leicht an. Kleinste lokale Abweichungen in der Oberflächenform treten so deutlich hervor. Überhöhen, wie z.B. Pickel, werden stärker angeschliffen und in Vertiefungen reicht der Stein nicht hinein, sodass die gleichmäßige Schleifspur unterbrochen wird. Beim »Digitaler Abziehstein«-Verfahren der INB erfolgt das »



Abziehen nicht physisch, sondern virtuell. Die Oberfläche wird dabei nicht taktil, sondern optisch »abgezogen« und somit nicht beschädigt. Nach der optischen Erfassung der Oberfläche mit dem 3D-Sensor wird analog zur Länge des Abziehsteins eine Strecke mit einer bestimmten Länge definiert. Diese Strecke wird in einer vorgegebenen Richtung Punkt für Punkt über die 3D-Daten des Bauteils »geführt«. Dabei kommt sie jeweils auf den höchsten Punkten zum Liegen. Anschließend folgt die Bestimmung des Abstands zwischen Linie und 3D-Oberflächendaten. Damit liefert der Digitale Abziehstein, im Gegensatz zu seinem realen »Bruderverfahren«, zusätzlich Informationen über die Ausprägung wie Höhe/Tiefe oder laterale Ausdehnung und die Relevanz eines Fehlers. Die Darstellung des Resultats erfolgt farbig in einer »DefectMap«. Anhand von vorgegebenen Schwellenwerten trifft das System eine automatische iO-/niO-Entscheidung.

werden. Dafür wurde auf einem Vorserienwerkzeug eine erste Serie an Tankklappen gespritzt. Diese Klappen wurden von INB vermessen, auf Formabweichungen untersucht und dokumentiert. Da selbst für erfahrene Auditoren eine objektive Beurteilung der Abweichungen auf unlackierten Spritzgussteilen fast unmöglich ist, wurden die Tankklappen an-

klappen frei. Ein Roboter greift die beiden Tankklappen und hält sie nacheinander in das Prüfsystem. Wenige Sekunden später steht das Ergebnis der Prüfung fest. Die fehlerfreien Tankklappen werden auf einem Auslaufband abgelegt und für die spätere Lackierung verpackt. Die modulare Systemsoftware »surfaceControl InspectionTools« kümmert sich um den



**Oben:** Beim »digitalen Abziehstein« im 3D-Oberflächen-Inspektionssystem »surfaceControl« erfolgt das Abziehen der Oberfläche nicht physisch, sondern virtuell

**Links:** Sichtbare Abweichungen werden farbig in einer »DefectMap« dargestellt.

kompletten Prüfablauf, die Darstellung der Prüfergebnisse, die Bewertung der Tankklappen und die Signale zur Anlagensteuerung. Erkennt das System einen fehlerhaften Teil, wird das Ergebnis der Prüfung automatisch dokumentiert. Dieser Teil wandert in einen separaten Behälter und wird später recycelt. Die Dokumentation der Fehler ermöglicht eine Analyse der Fehlerorte und -arten. So kann der Prozess kontinuierlich überwacht und zielgerichtet verbessert werden.

### **Vielfältig einsetzbar**

Die Oberflächen-Inspektionssysteme der Produktreihe »surfaceControl« können auf allen diffus reflektierenden Oberflächen eingesetzt werden. Dabei handelt es sich typischerweise um metallische oder Kunststoff-Oberflächen. Für die Inspektion hochgradig glänzender Bauteile (lackierte Oberflächen), bietet das Mutterunternehmen von INB, Micro-Epsilon im bayerischen Ortenburg, das System »reflectControl« an. <sup>(TR)</sup>

**Zum Autor:** Wolfram Schmidt ist Vertriebsleiter bei INB Vision in Magdeburg/Deutschland.

INFOLINKS: [www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)  
[www.inb-vision.com](http://www.inb-vision.com)

### **Ein System, das überzeugt**

Bereits die ersten Untersuchungen an Musterteilen überzeugten die Ingenieure von Volkswagen. Die Tests zeigten, dass Abweichungen ab einer Tiefe/Höhe von 5 µm prozesssicher erkannt wurden. Im nächsten Schritt galt es herauszufinden, ab welcher Größenordnung Oberflächenabweichungen im Spritzgussteil nach der Lackierung visuell erkennbar sind. Schließlich musste ein Optimum zwischen Qualität und Quantität in der Fertigung gefunden

schließend lackiert und beurteilt. Dabei konnte eine Korrelation zwischen gemessener Dimension der Abweichung und Relevanz in der Beurteilung festgestellt werden. Dieser Schritt stellt eine wesentliche Voraussetzung für ein automatisches Prüfsystem dar. Das Oberflächeninspektionssystem »surfaceControl Compact« von INB wurde 2012 bei Volkswagen installiert und die Kommunikation mit der Anlagensteuerung der vorhandenen Spritzgussanlage eingerichtet. Etwa alle 60 s öffnet sich das Werkzeug der Spritzgussmaschine und gibt zwei Tank-