



Mehr Präzision.

surfaceCONTROL // Inspektion diffus reflektierender Oberflächen



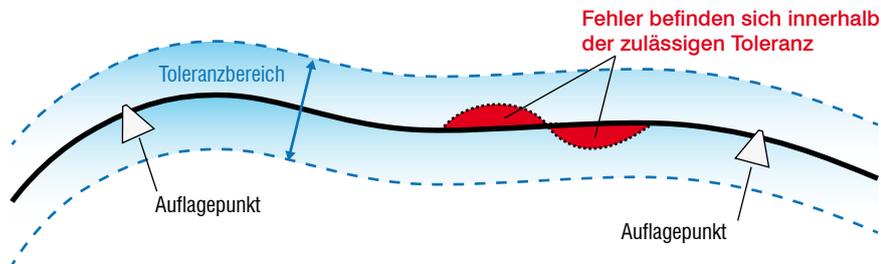


Herausforderungen

Hochwertige Oberflächen sind eine Herausforderung in vielen Industriezweigen. Dazu gehören neben der Automobil-Industrie beispielsweise Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik und Wohnaccessoires. Die Qualitätsanmutung einer makellosen Oberfläche wird unter anderem durch die Haptik, die Farbe und einen stetigen Verlauf der Oberfläche bestimmt. Schon kleinste Unebenheiten, die bei bestimmten Lichtverhältnissen sichtbar werden, können die Blicke auf sich ziehen und die Anmutung stören.

Neben den visuellen Ansprüchen gibt es auch technische Anforderungen, die eine fehlerfreie Oberfläche erfordern. Ein Beispiel ist die Ebenheit von Flächen, die später einen sicheren, vollflächigen Sitz des Bauteils garantiert.

Toleranzen der Bauteile sind größer als die zu detektierenden Fehler

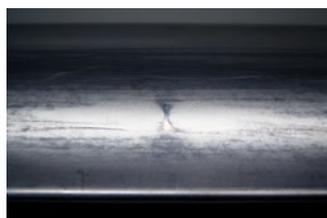


Bei der Oberflächeninspektion gilt es, vor allem zwei Herausforderungen zu bewältigen:

1. Erfahrene Auditoren erkennen einen großen Teil der Fehler sicher und schnell. Die visuelle Beurteilung ist jedoch häufig subjektiv und von vielen Faktoren abhängig. Benötigt werden Verfahren, die eine objektive, reproduzierbare Bewertung der Abweichung ermöglichen und so helfen, schnell und sicher Entscheidungen zu treffen.
2. Die zu erkennenden Abweichungen haben eine Höhe/Tiefe, die häufig deutlich kleiner ist, als die geometrischen Toleranzen der Bauteile. Mit einem Vergleich gegen einen CAD-Datensatz werden die geometrischen Toleranzen sichtbar; die kleinen lokalen Fehler bleiben jedoch im Verborgenen.

Typische Fehlerarten / Prüfmerkmale

Beulen – Dellen – Pickel – Druckstellen – Wellen – Einfallstellen – Einschnürungen – Anzugkanten – Nachlaufkanten – Risse – Schwindung – Verzug – Ebenheit – Form – Vollständigkeit



Pickel



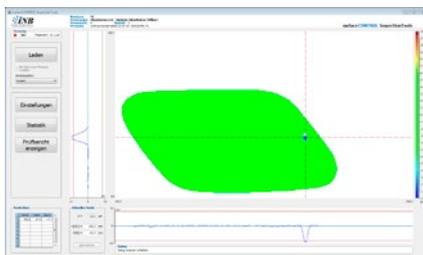
Druckstelle



Einschnürung/Riss



Welligkeit

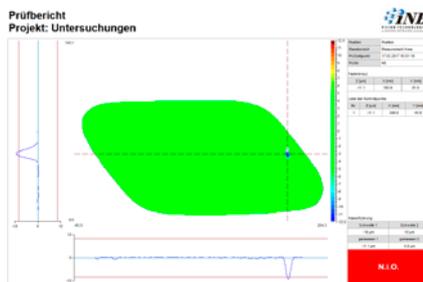


Defektanalyse mit dem Softwarepaket
surfaceCONTROL InspectionTools

Sensoren und Systeme aus der Produktreihe surfaceCONTROL dienen der Inspektion von Oberflächen, die einen Teil des Lichtes diffus reflektieren. Dazu gehören beispielsweise metallische Oberflächen (unbeschichtet, verzinkt, KTL), Kunststoffoberflächen und Keramik.

Der zum System gehörende Sensor, der auf dem Prinzip der Streifenlichtprojektion beruht, erfasst die Oberfläche und liefert eine 3D-Punktwolke der Oberfläche. Dafür projiziert ein Projektor eine Folge von strukturierten Lichtmustern („Streifenlicht“) auf die Oberfläche. Die kalibrierten Kameras des Sensors nutzen dieses Muster für die Suche korrespondierender Punkte, aus denen die 3D-Daten berechnet werden. Es stehen Sensoren mit unterschiedlichen Messflächen und Auflösungen zur Verfügung.

Die Software surfaceCONTROL InspectionTools bietet Werkzeuge zur Erkennung kleinster Defekte und Unstetigkeiten in der Oberfläche. Für die Auswertung der zuvor erfassten Punktwolken stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, aus denen entsprechend der Prüfaufgabe das optimale Verfahren ausgewählt wird. Die Berechnung der 3D-Daten und die Auswertung der Daten erfolgt auf einem Industrie-PC.



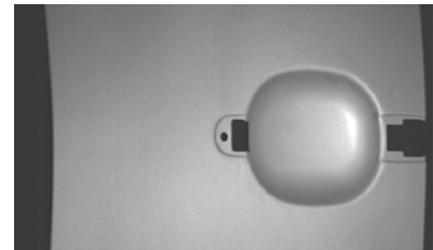
Protokollierung des Ergebnisses in einem Prüfbericht

Vorteile der INB Systeme

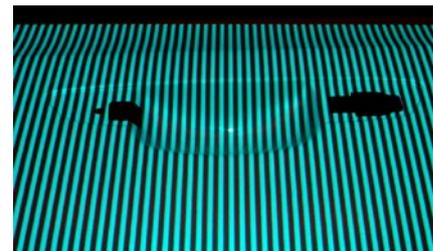
- Erkennung unterschiedlichster Oberflächenformfehler
- Objektive Bewertung der Abweichungen (iO-/niO-Entscheidung)
- Eindeutige Definitionen von Fehlerkriterien in Lieferantenbeziehungen
- Erhöhung der Prüffrequenz und damit Möglichkeit der kontinuierlichen Prozessüberwachung
- Verkürzung bisheriger Arbeitsschritte, Minimierung der Nacharbeits- sowie der Ausschusskosten
- Optische Kennzeichnung der Fehler auf dem Bauteil durch Rückprojektion



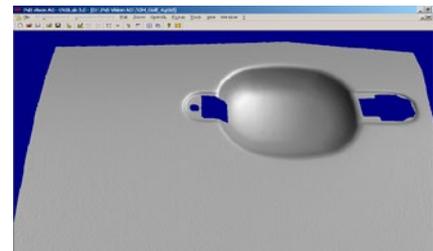
Bauteil Fahrtür



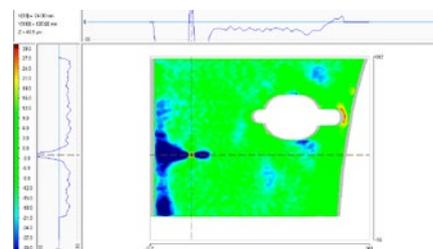
Bauteil Ausschnitt des Türgriffs



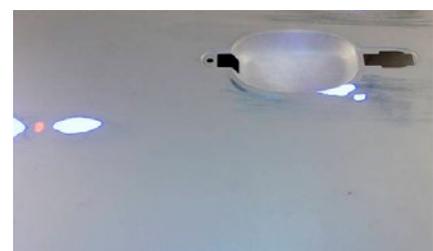
Streifenlichtprojektion



3D-Punktwolke



Ergebnis Digitaler Abziehstein



Rückprojektion des Inspektionsergebnisses auf das Bauteil

Inspektion von Karosseriebauteilen

Eines der Hauptanwendungsgebiete der Systeme für die Oberflächeninspektion ist die Erkennung und Analyse von Deformationen und Unstetigkeiten in Karosserie-Außenhautteilen. Auf modernen Pressenstraßen werden Außenhautteile in einer Taktrate von wenigen Sekunden gefertigt. Die dabei zu beherrschenden Prozesse sind sehr komplex und erfordern eine große Erfahrung. Auf Grund von Verschmutzungen, Materialtoleranzen oder Schwankungen im Prozess können unerwünschte Formabweichungen, wie Pickel, Beulen, Dellen und Einschnürungen auftreten.

Eine visuelle Erkennung dieser Abweichungen auf den metallischen Oberflächen ist nahezu unmöglich. Deshalb werden für die Freigabe und nachfolgend in definierten Zeitabständen (0,5 - 1 h) Bauteile ausgewählt, deren Oberfläche vollständig durch Abtasten oder Abziehen mit einem physischen Abziehstein geprüft wird.

Diese Verfahren sind mit einem erhöhten Aufwand verbunden und beinhalten die Gefahr, dass in der Zwischenzeit Fehler nicht erkannt werden. Mit jeder Stufe im Fertigungsprozess steigt der Wert der Bauteile und der Aufwand für die Nacharbeit erhöht sich. Eine rechtzeitige Erkennung und Abstimmung der Fehler hilft, die Qualitätskosten zu minimieren.

Mit der Produktlinie surfaceCONTROL hat INB Sensoren und Systeme entwickelt, welche die Oberflächen der Karosseriebauteile mit einem 3D-Sensor in wenigen Sekunden erfassen und die Erkennung und Beurteilung lokaler Fehler bieten.

Für die Auswertung kommt beispielsweise der Digitale Abziehstein zum Einsatz. Dieser wird wie ein physischer Abziehstein über die 3D-Daten der Oberfläche geführt. Die Länge und Richtung des Abziehsteins wird entsprechend der Oberflächenform eingestellt.

Das Ergebnis ist die DefectMap, eine grafische Darstellung der Abweichungen mit exakten Angaben zu den Höhen und Tiefen. Die ermittelten Werte können für eine automatisierte iO-/niO-Entscheidung verwendet werden.

Inspiziert werden können alle Außenhautteile aus Metall, beginnend beim Presswerk über den Zusammenbau, den Rohbau bis zur KTL-Beschichtung. Der Sensor kann für die Inspektion von Karosserieteilen auf einen Roboter montiert werden.

Inspektion von Exterieur-Kunststoffteilen

Im Automobilbau werden in den letzten Jahren verstärkt Kunststoffe eingesetzt, so auch in der Außenhaut.

Beispiele dafür sind:

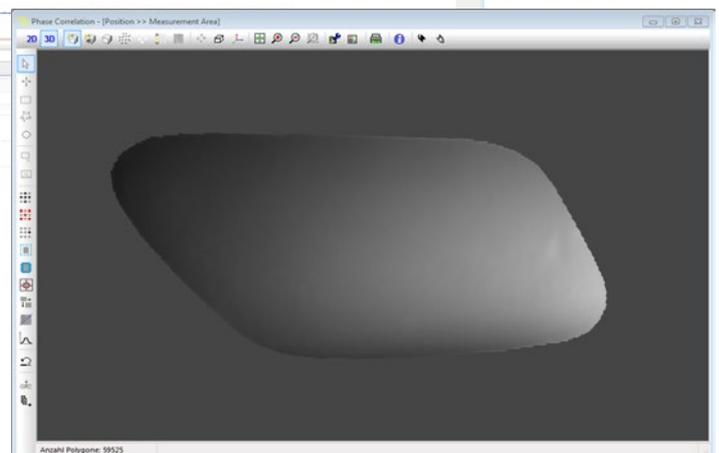
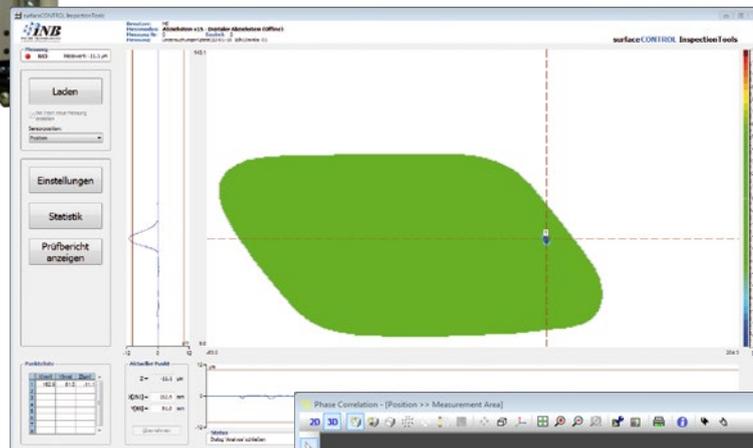
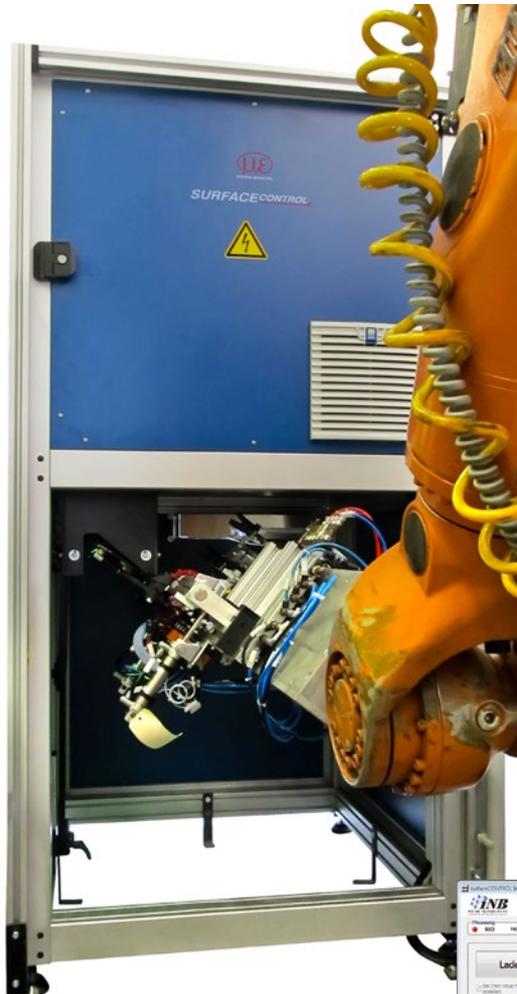
- Spritzgussteile wie Kotflügel, Tankklappen oder Blenden an Türen und Schiebedächern
- Komposit-Teile (SMC) wie Heckklappen oder Spoiler

Die Systeme der Produktreihe surfaceCONTROL der INB erkennen und bewerten Formabweichungen auf diesen Bauteilen und helfen, die Qualitätskosten zu senken und Ausschuss zu vermeiden.

Sie sind in der Lage, relevante Abweichungen ab 5 ... 50 μm (je nach Oberfläche) typischerweise innerhalb von 0,5 ... 2,0 Sekunden zu erkennen und objektiv zu bewerten. Mit speziellen Methoden können selbst Schieberabzeichnungen mit einer Höhe von etwa 1 μm erkannt werden.

Einsatz findet das Oberflächeninspektionssystem surfaceCONTROL in verschiedenen Stufen:

- Entwicklung bis zu den ersten Prototypen
- Werkzeugbau
- Serienanlauf
- Serienüberwachung (Stichprobe oder 100%-Überwachung)
- Qualitätskontrolle von bereits gefertigten oder zugekauften Bauteilen



Inspektion von Interieur-Kunststoffteilen

Der Qualitätseindruck eines Fahrzeuges wird wesentlich durch seinen Innenraum mitbestimmt. Deshalb wird auf die Auswahl hochwertiger Materialien, auf geringe Fertigungstoleranzen sowie auf die perfekte Montage der Interieurkomponenten größter Wert gelegt. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Instrumententafel, die sich ständig im Sichtfeld der Frontpassagiere befindet.

Neben den hohen optischen Anforderungen müssen auch funktionale und Sicherheits-Anforderungen erfüllt werden. So wird in Instrumententafeln im Bereich des Beifahrer-Airbags häufig mittels Laser eine Schwächung eingebracht, die als Sollbruchnaht die sichere Öffnung des Airbags gewährleistet.

Bedingt durch Reaktionen auf den Wärmeeintrag bei der Einbringung der Sollbruchnaht oder durch die mechanische Belastung der Instrumententafel im eingebauten Zustand können diese Schwächungen Einfallstellen verursachen, die unter bestimmten Lichtverhältnissen vom Fahrzeuginnenraum zu erkennen sind. Weiterhin können auf der Unterseite der Instrumententafel verschweißte Bauteile, wie z.B. Lüftungskanal, Airbagmodul, Handschuhfach usw. zu sichtbaren Welligkeiten auf der Oberfläche führen.

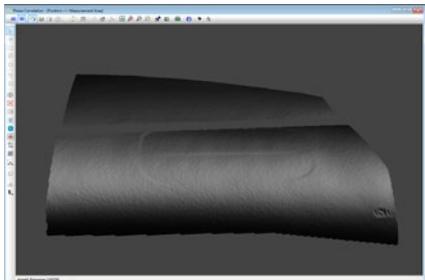
Die Verfahren der INB ermöglichen, sowohl auf genarbtten als auch auf glatten Oberflächen, eine schnelle und objektive Beurteilung der Ausprägung dieser Oberflächenabweichungen.



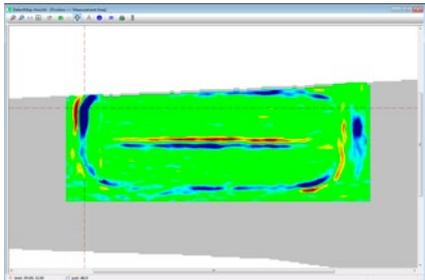
3D-Sensor surfaceCONTROL Mobile
Inspektion der Instrumententafel im Fahrzeug



Bereich Beifahrerairbag
Inspektion auf genarbtter Oberfläche



Ausgespiegelte 3D-Punktewolke
Visuelle Beurteilung der Airbagabzeichnungen



Ergebnis Digitaler Abziehstein
Objektive Beurteilung der Airbagabzeichnungen



Vollflächige Rückprojektion des
Inspektionsergebnisses

surfaceCONTROL DefMap3D für die individuelle Oberflächenanalyse

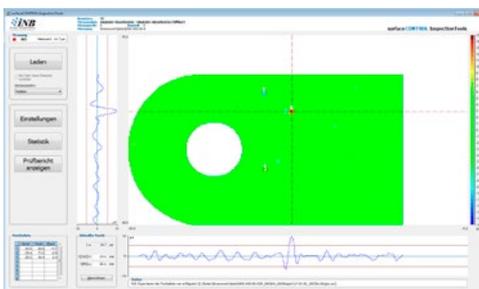
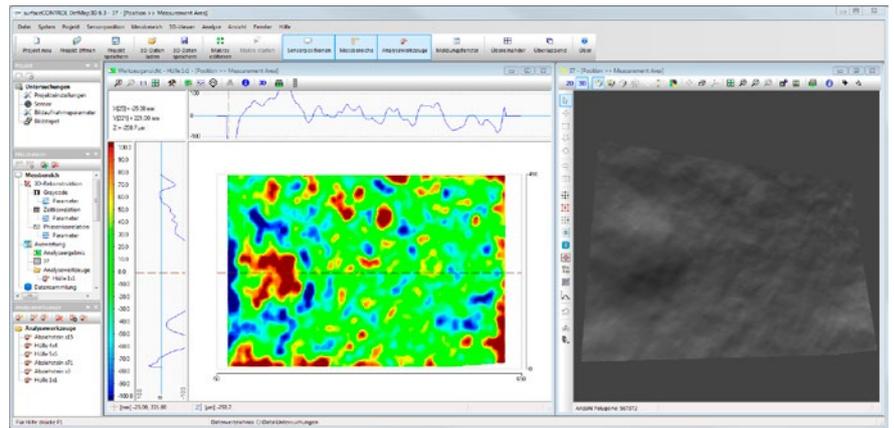
Die Software surfaceCONTROL DefMap3D ist die umfassende Softwarelösung für die Detektion und Analyse von Oberflächenfehlern. Sie beinhaltet alle Komponenten und Verfahren für die Einrichtung, Konfiguration und Auswertung von Prüfaufgaben.

Durch ihren Funktionsumfang ist surfaceCONTROL DefMap3D von der Analyse von Einzelteilen, über die Messung kleiner Serien bis hin zur robotergestützten Inspektion mehrerer Messfelder für die verschiedensten Aufgaben gewappnet. Die Steuerung des Sensors, die Berechnung der 3D-Punktwolke sowie die Fehlererkennung kann über Makrobefehle selbständig ablaufen.

Für die Analyse der Oberfläche verfügt die Software über verschiedene Methoden zur Erkennung und objektiven Beurteilung von Formfehlern innerhalb der Oberflächendaten. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Oberflächendaten virtuell schwarz einzufärben und sich am Bildschirm einen Eindruck der Oberflächenabweichungen zu verschaffen. Durch den gezielten Einsatz von unterschiedlichen Filtern kann der Einfluss vorhandener Oberflächenstrukturen (z.B. Narbung) reduziert werden.

Die Ergebnisse der Inspektion werden in einem Prüfbericht ausgegeben.

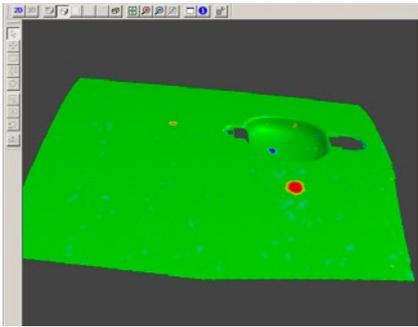
surfaceCONTROL DefMap3D ist in verschiedenen Versionen erhältlich. Der Leistungsumfang lässt sich damit an die Erfordernisse der jeweiligen Messaufgaben optimal anpassen.



surfaceCONTROL InspectionTools für die automatisierte Inspektion

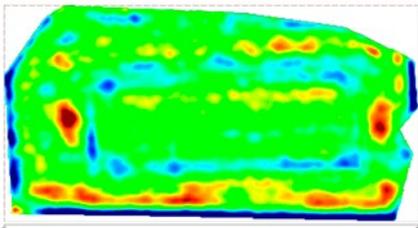
Diese Software beruht auf einem modularen Konzept, in dem der erforderliche Umfang an Werkzeugen für die spezielle Prüfaufgabe exakt abgebildet wird. Über eine Kommunikationsschnittstelle kann die Software mit übergeordneten Steuerungen kommunizieren und so beispielsweise die Messung starten oder iO-/niO-Entscheidungen ausgeben.

Durch die schlanke Ausführung kann eine präzise und dauerhafte Funktion des Prüfsystems abgesichert werden. In einer Benutzerverwaltung wird definiert, welcher Nutzer welche Rechte hat. Die Ablage der erfassten Daten ermöglicht eine langfristige Qualitätsüberwachung und Rückverfolgung der Ergebnisse.



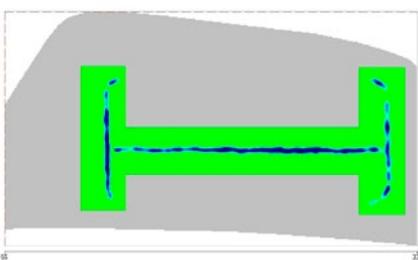
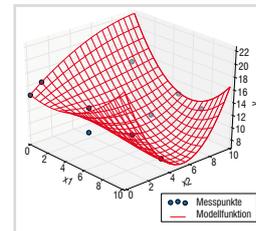
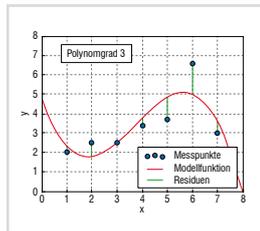
Digitaler Master

Im ersten Schritt werden Bauteile ausgewählt, die von den Kunden oder der eigenen Qualitätssicherung als iO akzeptiert werden. Die Oberflächen dieser Bauteile werden mit dem 3D-Sensor erfasst. Aus den berechneten 3D-Daten werden Parameter über zulässige Oberflächenformen berechnet und in einem Assoziativspeicher abgelegt. Dahinter verbirgt sich ein neuronales Netz, das mit den Daten trainiert wird. Im Inspektionsbetrieb wird die Oberfläche des Prüfteils zunächst mit dem Sensor erfasst. Anschließend wird das Prüfteil aus den im Assoziativspeicher abgelegten fehlerfreien Bauteilen als individueller Master nachgebildet. Gegen diesen digitalen Master wird dann verglichen. Wenn zwischen dem berechneten Master und dem Prüfteil keine Differenz vorhanden ist, ist das Prüfteil fehlerfrei. Abweichungen werden in einer DefectMap farbig dargestellt. Dieses Verfahren eignet sich besonders für die Serienprüfung.



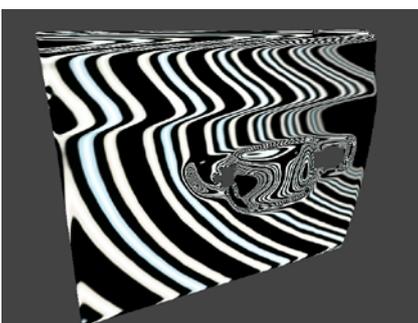
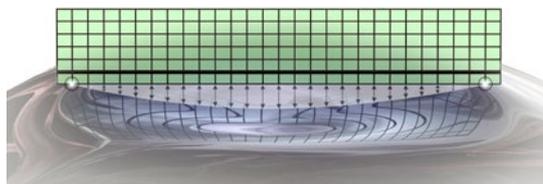
Digitale Hülle

Die digitale Hülle beruht auf einer Polynom-Approximation. Dabei werden die 3D-Daten der Oberfläche durch mathematische Funktionen (Polynome) beschrieben. Abhängig von ihrem Grad haben die Polynome die Fähigkeit, sich dem Verlauf der Oberfläche unterschiedlich anzupassen. Gegen die so berechnete Form werden die 3D-Daten verglichen und etwaige Oberflächenfehler als Unstetigkeiten erkannt. Dieses Verfahren eignet sich besonders für die schnelle Analyse ebener oder schwach gekrümmter Flächen.



Digitaler Abziehstein

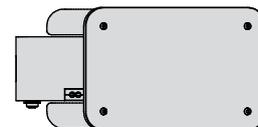
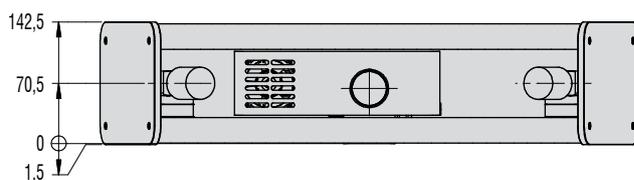
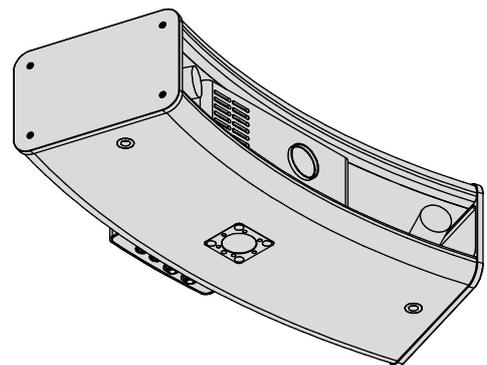
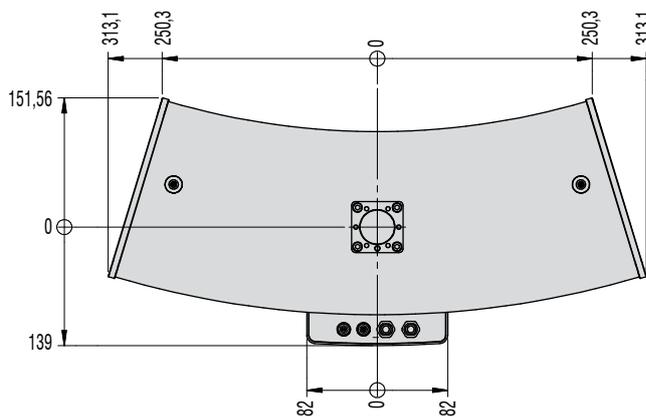
Der digitale Abziehstein wird direkt auf den zuvor aufgenommenen 3D-Daten angewandt. Bei diesem Verfahren werden entlang einer Strecke in einer vorgegebenen Richtung die zwei höchsten Punkte ermittelt (Auflagepunkte). Anschließend wird der Abstand zwischen der Strecke und den 3D-Daten ermittelt. Der Einsatzschwerpunkt liegt in der Fehleranalyse im Werkzeugbau sowie in der Vorserienfertigung.



Digitaler Lichttunnel

Sehr kleine lokale Abweichungen sind auf den Prüfstücken häufig nur schwer zu erkennen oder zu ertasten, insbesondere auf matten Oberflächen. Um einen visuellen Eindruck über die Ausprägung der Abweichung zu bekommen, werden deshalb beispielsweise Karosserieteile schwarz glänzend lackiert und unter einer speziellen Beleuchtung zum Beispiel in einem Lichttunnel ausgespiegelt. Dieses Verfahren ist nicht auf allen Oberflächen anwendbar, es erfordert einen zusätzlichen Zeit- und Materialaufwand und die Bauteile können hinterher nicht mehr weiter verwendet werden. Deshalb bietet surfaceCONTROL die Möglichkeit, die aufgenommenen 3D-Oberflächen mit definierten Eigenschaften (Farbe, Glanz) zu versehen und wahlweise mit einem diffusen Licht oder einem Lichtbalken auf dem Bildschirm auszuspiegeln. So werden, ohne zusätzlichen Materialaufwand, selbst kleinste Fehler sichtbar und können visuell beurteilt werden.

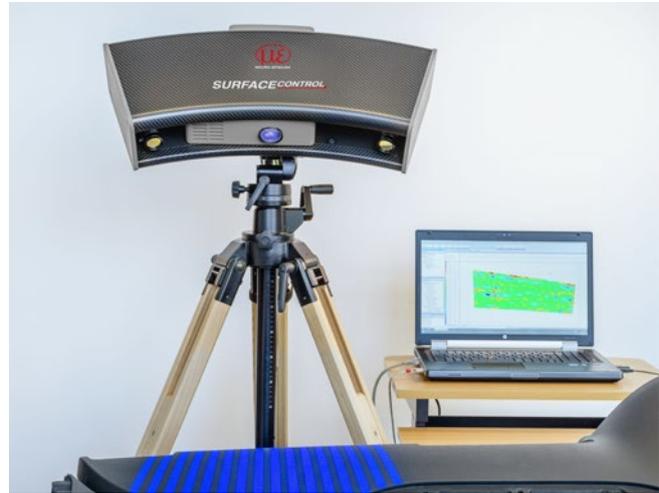
Modell	surfaceCONTROL2500	-360	-500	-720
Messbereich x/y-Achse (Länge / Breite)	Messbereich (nah)	260 x 190 mm ²	350 x 260 mm ²	500 x 375 mm ²
	Messbereich (mitte)	300 x 220 mm ²	400 x 300 mm ²	575 x 435 mm ²
	Messbereich (fern)	340 x 250 mm ²	450 x 340 mm ²	650 x 495 mm ²
	Auflösung	≥ 0,25 mm	≥ 0,3 mm	≥ 0,5 mm
Messbereich z-Achse (Höhe)	Messbereichsanfang	475 mm	660 mm	950 mm
	Messbereichsmitte	550 mm	760 mm	1100 mm
	Messbereichsende	625 mm	860 mm	1250 mm
	Messbereichshöhe	150 mm	200 mm	300 mm
Schnittstellen	Gigabit Ethernet		Bilddatenausgabe	
	USB 2.0		Sensorsteuerung	
Lichtquelle	/BL		LED, 462 nm (blau)	
	/GR		LED, 528 nm (grün)	
	/RD		LED, 612 nm (rot)	
Musterfrequenz	Sequenz (typ.)		bis 2 Hz	
Schutzart	Sensor		IP 40	
Betriebstemperatur			5 °C bis 40 °C	
Lagertemperatur			-10 °C bis 50 °C, nicht kondensierend	
Abmessungen			626 x 290 x 144 mm ³	
Gewicht Sensor	ohne Kabel		7,0 kg	
Versorgung			18-24 VDC, max 150 W	





surfaceCONTROL Compact

Für die Inspektion kleiner Prüfstücke bis ca. 200 mm x 300 mm steht das System surfaceCONTROL Compact zur Verfügung. Der Sensor ist hier fest in ein Gehäuse integriert. Die Bauteile werden manuell oder automatisiert in das System eingebracht. surfaceCONTROL Compact bietet sich unter anderem für die Inline-Inspektion von Spritz- und Druckguss-Bauteilen an.



surfaceCONTROL Mobile

Für die Oberflächeninspektion von Bauteilen an verschiedenen Standorten ist surfaceCONTROL Mobile die richtige Lösung. Das transportable System, bestehend aus Laptop und Sensor, kann in einem Transportkoffer sicher an sein Ziel gebracht und auf einem Stativ aufgebaut werden. Die Standardmessfläche beträgt ca. 400 mm x 300 mm.



surfaceCONTROL Robotic

Mit der Montage des Sensorkopfes auf einem Roboter kann das System sehr schnell an unterschiedliche Prüfaufgaben angepasst werden. Es stehen alle sechs Freiheitsgrade des Roboters zur Verfügung. Entsprechend den Anforderungen kann ein Roboter mit einer bestimmten Ausladung ausgewählt werden.

Wird das Bauteil zusätzlich auf einem Drehtisch als 7. Achse positioniert, kann es so zum Sensor gedreht werden, dass die Ausladung des Roboters reduziert werden kann. Mit surfaceCONTROL Robotic ist somit die komplette Inspektion von großen Bauteilen mit nur einem Sensor möglich.



Für die Inspektion spiegelnder Oberflächen stehen in der Micro-Epsilon Gruppe folgende Systeme zur Verfügung:

- reflectCONTROL Sensor
- reflectCONTROL Automation
- reflectCONTROL Automotive

Sensoren und Systeme der Micro-Epsilon-Gruppe



Sensoren und Systeme für Weg, Position und Dimension



Sensoren und Messgeräte für berührungslose Temperaturmessung



Mess- und Prüfanlagen zur Qualitätssicherung



Optische Mikrometer, Lichtleiter, Mess- und Prüfverstärker



Sensoren zur Farberkennung, LED Analyser und Inline-Farbspektrometer



3D Messtechnik zur dimensionellen Prüfung und Oberflächeninspektion