

# Anspruchsvolle Formen erfordern flexible Messtechnik

Auswertungen an der Fahrerkabine eines Pistenbully 600 stellt die Firma Kässbohrer Geländefahrzeuge AG vor besondere Herausforderungen. Die Krümmung des Rahmens am Fahrerhaus verlangt höchste Präzision: PolyWorks/Inspector™ hilft dimensionelle Abweichungen zu identifizieren.

## Der Beste sein verpflichtet

Die Kässbohrer Geländefahrzeuge AG ist ein führender Anbieter von Technik für Umwelt, Natur und Freizeit. Die Produktpalette der Kässbohrer Geländefahrzeuge AG umfasst die PistenBully Familie für die Pisten- und Loipenpflege, die BeachTech Geräte zur Strandreinigung sowie Sonderfahrzeuge für Arbeits- und Transporteinsätze in unwegsamem Gelände. Mit einem Marktanteil von über 60 Prozent sind die PistenBully in der Pisten- und Loipenpflege sowie bei der Funparkgestaltung weltweit führend. Diese herausragende Marktposition wurde nur erreicht weil Kässbohrer

Hybridbauweise konzipiert. Die Stahlgrundkonstruktion, auch Gerippe genannt, besteht aus Blechkanteilen und eigens angefertigten Profilen, die bei der Kässbohrer Geländefahrzeuge AG zu Einzelbaugruppen und schlussendlich zum Gesamtverbund gefügt werden. Als Basis für den gesamten weiteren Montageprozess am Fahrerhaus werden besondere Anforderungen an die Genauigkeit gestellt. Im

Speziellen die Seitenwandteile, die sowohl Sicht- als auch Funktionsflächen aufweisen, stellen mit ihrer komplexen Form hohe Anforderungen sowohl an Fertigung als auch an die Messtechnik. Anhand von optisch digitalisierten Punktwolken und einem Daten-zu-CAD-Vergleich in PolyWorks® können dimensionale Abweichungen und Verformungen schnell

aufgezeigt werden. Als Ergebnis dieser Analyse wurde bei Kässbohrer für Geländefahrzeuge eine Prüfvorrichtung konzipiert, mit deren Hilfe der laufende Fertigungsprozess schnell und effektiv überwacht werden kann.

hohe Anforderungen an ein eigenes Handeln stellt: Höchste Produktqualität liefern, stetige Neu- und Weiterentwicklungen, innovativ Denken und Know-How auf- und ausbauen. Auch in der Qualitätssicherung und der Konstruktion geht Kässbohrer innovative Wege und nutzt in vielen Bereichen optische und mobile taktile Digitalisierungssysteme als Ergänzung zu klassischen Koordinatenmessgeräten. Dadurch kann Kässbohrer jederzeit flexibel auf neue Herausforderungen in der Qualitätssicherung reagieren.

## Die Aufgabe

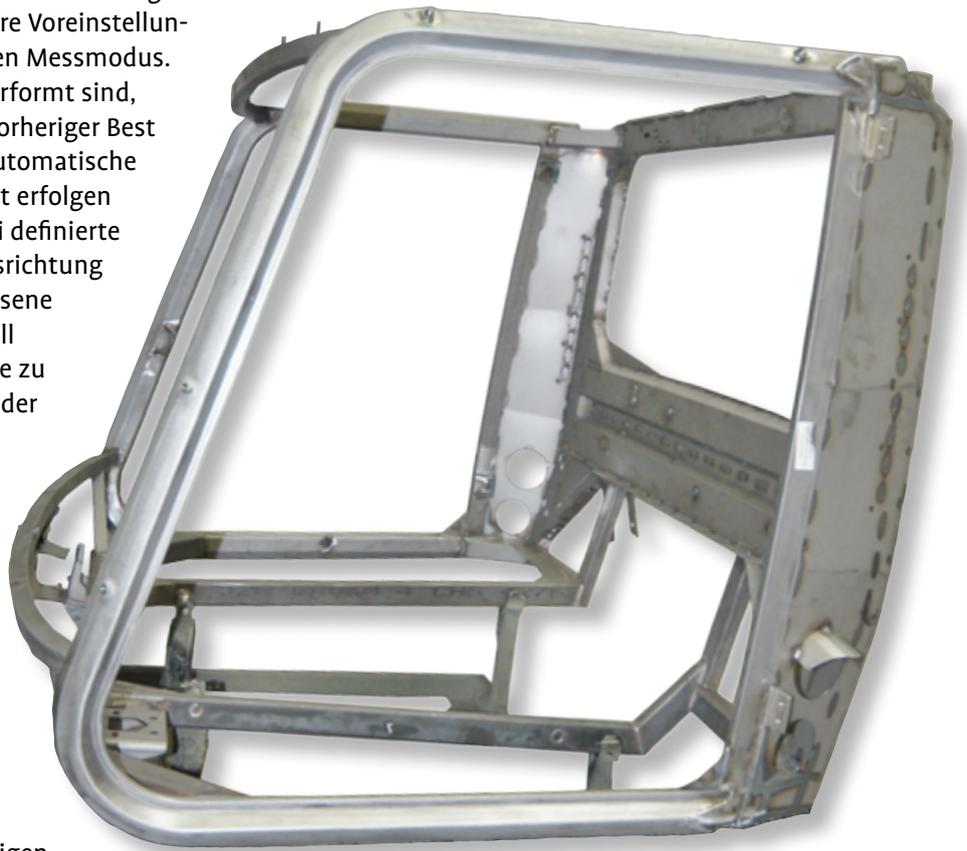
Das Fahrerhaus des Pistenbully PB 600 ist aufgrund von gesetzlichen und technischen Vorgaben in Stahl- GFK-

## Einzelteilprüfung

Von den Seitenwandgerippen wurde vor Ort beim Zulieferer fertigungsbegleitend eine Istaufnahme erstellt. Mittels eines Laserscanners wurde die Geometrie digitalisiert und mit PolyWorks® IMInspect analysiert. Schon vor dem eigentlichen Scanprozess bietet PolyWorks® die Möglichkeit, einen Filter für Linien-Scans zu aktivieren sowie Krümmungsbereiche optimiert zu mes-



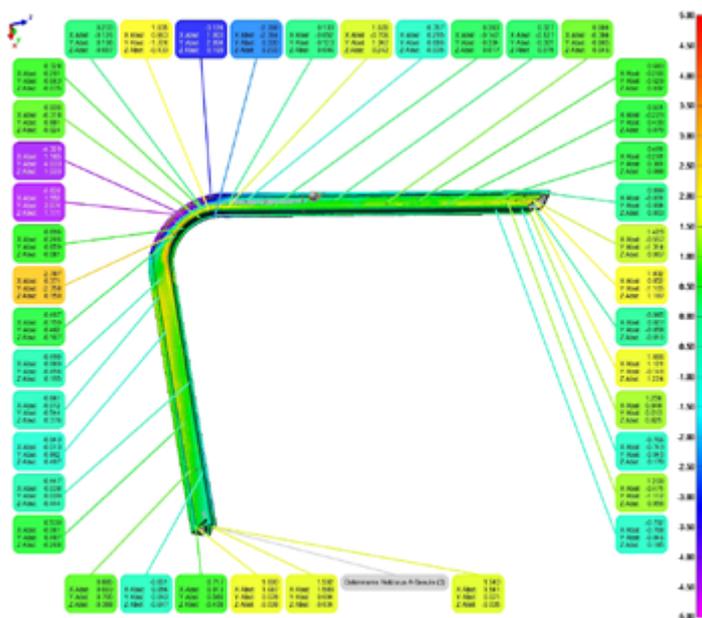
sen. Weiterhin ermöglicht PolyWorks® einen direkten Zugriff auf die Gerätesoftware und somit komplexere Voreinstellungen sowohl im taktilen als auch im optischen Messmodus. Da die Seitenwandgerippe 3-dimensional verformt sind, bietet sich eine Falschfarbanalyse anhand vorheriger Best Fit- Ausrichtung an. Wahlweise kann eine automatische Vorausrichtung mit anschließendem Best Fit erfolgen oder eine manuelle Vorausrichtung über frei definierte Passpunkte mit anschließender Best-Fit-Ausrichtung durchgeführt werden. Dabei wird die gemessene Punktwolke bestmöglich auf das CAD Modell gelegt, so dass der Abstand der Datenpunkte zu der entsprechenden CAD- Referenzfläche in der Quadratsumme minimiert wird. Eine Ausrichtung über Bohrungen und Ausschnitte ist auch über eine merkmalsbasierte 3-2-1-Ausrichtung möglich. Diese Ausrichtungen und ein anschließender Falschfarbvergleich ermöglichen es, eine anschauliche Analyse der Oberflächenabweichungen und Verdrehungen darzustellen. Hilfreich bei der punktgenauen Analyse sind frei zu setzende Fehlerbeschriftungen, die die Abstände zwischen Datenpunkten und CAD als frei definierbare Fähnchen mit der jeweiligen Falschfarbe darstellen.



Fahrerhaus des Pistenbully 600 im verschweissten und unlackierten Zustand.

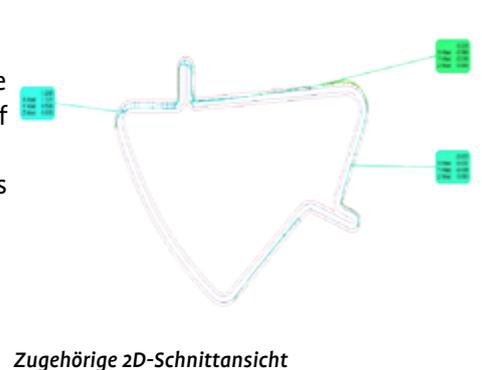
PolyWorks® bietet eine Reihe verschiedener Typen von Farbtabelle, die es unter anderem möglich machen, eine sogenannte Pass/Fail Kontrolle durchzuführen (Farbvergleich wird anhand der Toleranzen der CAD Referenz durchgeführt). Der Vergleich stellt alle Punkte innerhalb der Toleranz grün dar, alle Punkte außerhalb erscheinen rot. CAD Toleranzen können flexibel angepasst oder neu erzeugt und einzelne CAD Flächen oder Merkmale separat toleriert werden.

Beim Soll-Ist-Vergleich ist auf einfache Weise ersichtlich, wie viele der verglichenen Punkte die Toleranzkriterien nicht erfüllen. Anhand dieser Analyse wird sehr einfach und schnell festgestellt, ob das Bauteil die Prüfungskriterien erfüllt oder eine Nachbearbeitung nötig ist. Eine variable Schnitterstellung ermöglicht eine punktgenaue 2D-Analyse, die exakt den Wünschen des Nutzers entspricht. Beliebiger Schnitt-



Falschfarbendarstellung eines Einzelteils des Fahrerhauses in PolyWorks®

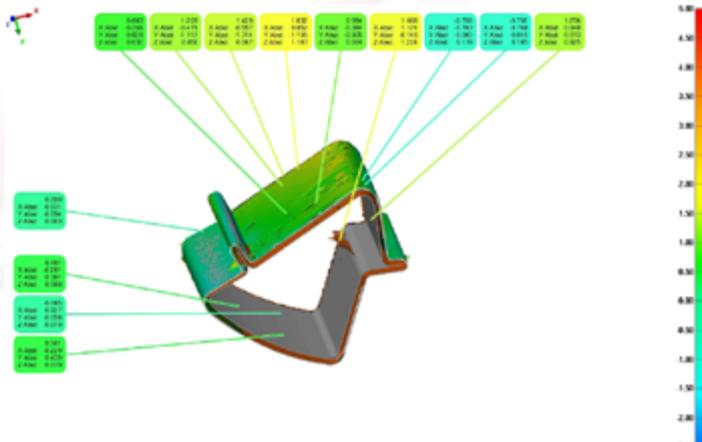
terstellung, bei der anhand eines Schiebereglers eine Schnittposition auf dem zu vermessenden Werkstück definiert werden kann, oder standardisierten Schnitterzeugungsmethoden (z.B. entlang den Koordinatenachsen oder Vektoren, bedingt durch CAD-Kurven oder radial von einer axialen Regelgeometrie ausgehend) variiert werden. Die Schnitte werden in einem Objekt sowohl als Referenz- als auch als Datenschnitt angelegt, die jederzeit miteinander verglichen werden können. Dieser Vergleich wird in 2D anhand von Fehlervektoren visualisiert. Auch hier können die Fehlerbeschriftungen variabel



Zugehörige 2D-Schnittansicht

eingesetzt werden, um die genaue Daten-Referenz-Abweichung zu verdeutlichen. Die Auswertung kann anschaulich in einem sehr einfach zu bedienenden und flexiblen Reporttool ausgegeben werden. Diese Vergleichsanalyse gibt der Firma Kässbohrer somit die Möglichkeit, die Zulieferer schnell und flexibel auf Fertigungsungenauigkeiten hinzuweisen und dabei auf hochgenaue und nachvollziehbare Fehlerberichte zurückzugreifen.

Mit Hilfe der in PolyWorks® ausgewerteten Projekte und den Toleranzvorgaben der Konstruktion wurde eine passgenaue



*Virtueller Schnitt durch ein Stangenprofil in PolyWorks mit Fehlerbeschriftung*

Prüflehre entwickelt. Die gelieferten Seitenwandgerippe werden in dieser Prüflehre serienbegleitend überprüft, dies bedingt eine Steigerung der Passgenauigkeit im Verbund. Die Nacharbeit kann reduziert werden oder entfällt gänzlich und führt somit zu den hohen Qualitätsansprüchen, die im Hause Kässbohrer Geländefahrzeug AG als eines der wichtigsten Unternehmensziele gelten.

### Zusammenbau und Analyse

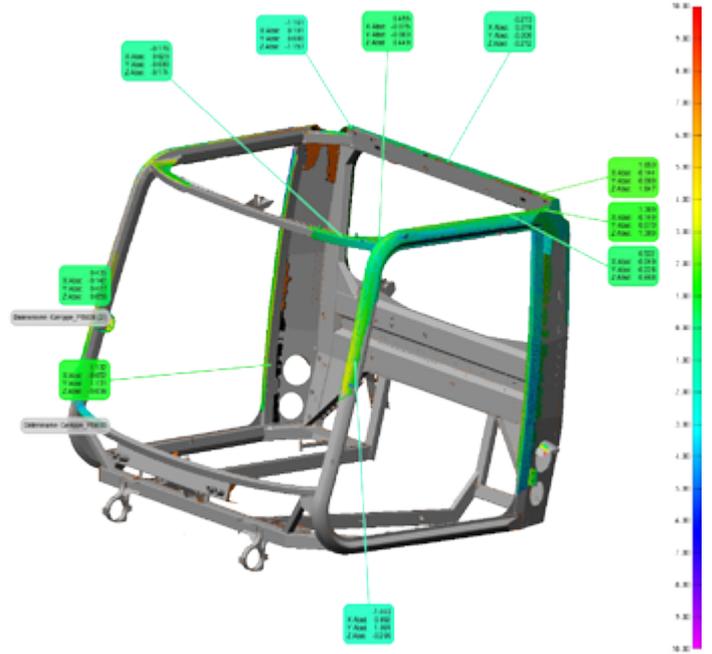
Die Komplettierung der Unterbaugruppen zu einem Gesamtgerippe erfolgt in der sogenannten Verbundvorrichtung. Dazu werden die Einzelteile hydraulisch gespannt und in Sollposition verschweißt. Zur Überprüfung der Maßhaltigkeit des Gesamtgerippes wird es über Referenzpunkte an vordefinierten Laserschnitten ausgerichtet. Funktionskritische Merkmale werden sowohl optisch als auch taktil ermittelt. Ebenso wäre in PolyWorks IMInspect auch eine Best-Fit-Ausrichtung auf Basis unterschiedlich tolerierter CAD-Flächen möglich. In beiden Fällen visualisiert ein Daten-/ Referenz-vergleich eventuelle Abweichungen des verschweißten Fahrerhausgerippes im globalen Koordinatensystem zum CAD. Diese Prüfung gewährleistet, dass das Gerippe den vorgegebenen Spezifikationen entspricht und sowohl Außenhaut als auch Interieur passgenau verbaut werden können.

*Die gelieferten Stangenprofile werden in die neue Prüflehre abgelegt, die mithilfe von PolyWorks® entwickelt wurde.*



**Fazit**

Die Kässbohrer Geländefahrzeug AG stand vor der Herausforderung, die komplexen Formen des Fahrerhausgerippes für ihren Pistenbully 600 verlässlich auf Abweichungen zu analysieren. Maßhaltigkeit ist für den weiteren Produktionsprozess unabdingbar. Aufgrund der Komplexität des Fahrerhausgerippes wurde im ersten Schritt eine Einzelteilprüfung aller Komponenten und Unterbaugruppen erforderlich. Der Einsatz optischer Messtechnik in Verbindung mit PolyWorks® erlaubt die schnelle und folgerichtige Interpretation der Messdaten. PolyWorks ist ein zuverlässiger Partner, der mit einer Vielzahl von Inspektionsvarianten und Konfigurationsmöglichkeiten den Nutzer bei allen anfallenden Aufgaben hervorragend unterstützt.



Falschfarbansicht des gesamten Fahrerhauses in PolyWorks®

Montiertes Fahrerhaus inklusive GFK-Anbauteilen



**Eine Veröffentlichung ohne schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.**

PolyWorks® ist eingetragenes Warenzeichen des Herstellers InnovMetric Software Inc. aus Québec, Kanada.  
www.innovmetric.com

Duwe-3d AG  
Peter-Dornier-Straße 3  
88131 Lindau (B)  
Tel. +49 (0) 8382 27590-0  
info@duwe-3d.de  
www.duwe-3d.de