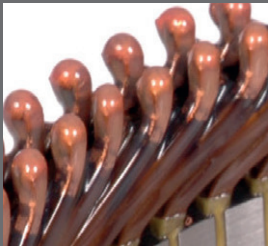




CASE STUDY ZUVERLÄSSIGKEIT VON HAIRPINS IN ELEKTROMOTOREN

VOID ANALYSIS BY X-RAY
COMPUTED TOMOGRAPHY



Aufgeschweißte
Hairpins

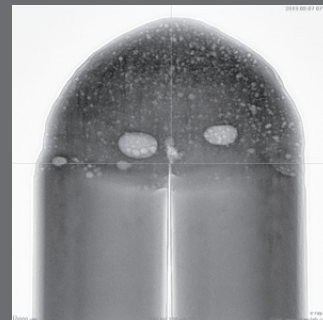
Durch die Elektrifizierung des Automobils erlebt die Technik des Elektromotors eine Renaissance. Um die Leistung bei reduzierter Bauteilgröße und reduziertem Gewicht zu erhöhen, setzen immer mehr Hersteller auf eine Laserschweißung der Kupfer Hairpins.

Dabei werden am Stator bis über 200 Hairpins auf die Enden der Wicklungen aufgesteckt und mittels Laserstrahl verschweißt.

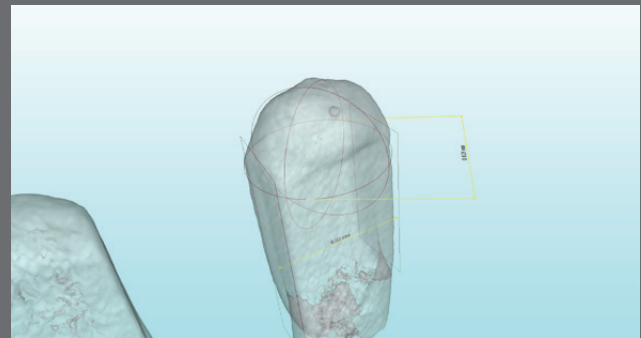
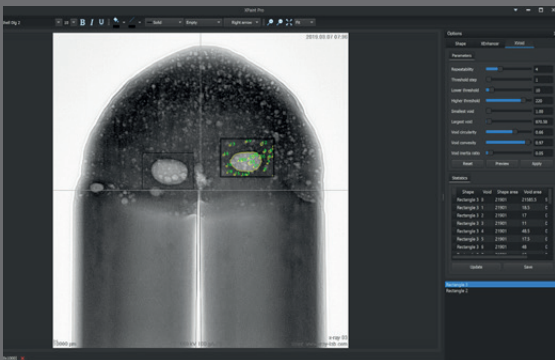
Der Schweißprozess dauert ca. 90 Sekunden um alle Hairpins zu verbinden. Dabei können beim schweißen Lufteinschlüsse oder Fehlverbindungen entstehen.

Diese Hairpins können per Röntgenverfahren 2D oder 3D vermessen werden um sicher zu sein, dass eine lunkerfreie Verbindung besteht und die optimale Geometrie eingehalten wurde.

Lunker (Lufteinschlüsse, Voids) wirken wie ein Isolator. Der elektrische Widerstand wird erhöht und es geht Leistung und Reichweite verloren.



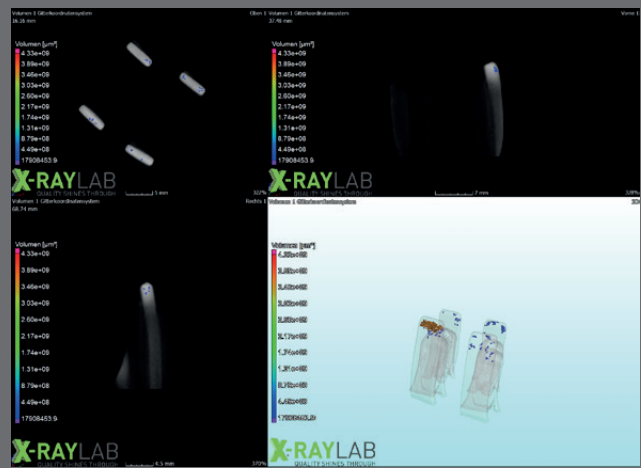
Die weißen Punkte sind die Lufteinschlüsse in der Laserschweißung



Vermessung der Geometrie.

Mit der Software XPaintPro können diese Lufteinschlüsse (Lunker) teil- oder vollautomatisch in 2D ausgewertet werden. Es wird der Luftanteil der einzelnen Poren prozentual zur Schweißfläche berechnet und ein Protokoll pro Hairpin erstellt.

Auswertung mittels Computertomographie



3D Untersuchung (CT) mit Lunkeranalyse. Es lässt sich das Defektvolumen sowie das Volumen des Objekts bestimmen. Jeder einzelne Einschluss kann separat in Volumen, Durchmesser und Geometrie ausgewertet werden.

Anhand der Kolorierung und der Farbskala kann das Volumen der Lufteinschlüsse (Lunker, Voids) visualisiert werden. Anhand dieser Auswertungen kann der Schweißprozess optimiert werden.

Alle Auswertungen können manuell unter Laborbedingungen erfolgen oder vollautomatisch in den Fertigungsprozess integriert werden.