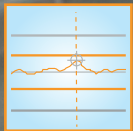


Differenzialgehäuse: Automatische Prozesssteuerung für Großserien-Drehteile



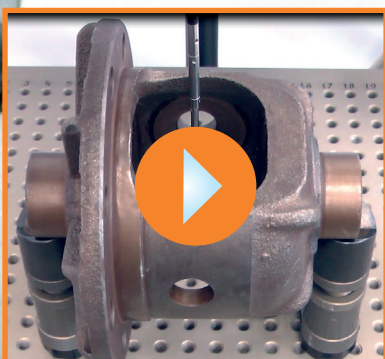
Inline-Kontrolle kritischer Details



Kompensation von Prozessabweichungen



Erhöhte Produktionsflexibilität



Übersicht

Hersteller von Differenzialgehäusen arbeiten mit extrem schnellen CNC-Bearbeitungs- und Drehzentren, wobei verschiedene Arbeitsgänge in der Produktion erforderlich sind, bis ein Gehäuse gefertigt wird, das bereit für die Montage des Zahnradsatzes ist.

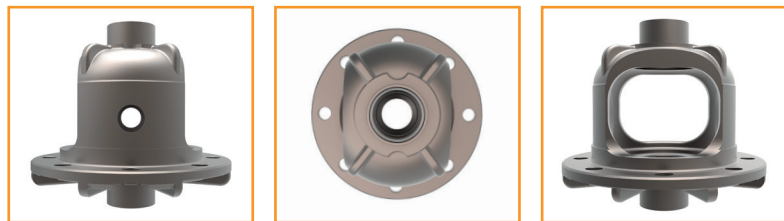
In der Regel kommen verschiedene Arten von Messgeräten an der Maschine zum Einsatz. Sie dienen der Qualitätsüberwachung des Differenzialgehäuses und bieten Technikern die Möglichkeit, Prozessabweichungen zu korrigieren. Derzeit konzentrieren sich die Hersteller aber darauf, die hohen Betriebs- und Investitionskosten zu reduzieren und gleichzeitig bessere Produktionszykluszeiten zu erzielen.

Dieser Kurzbericht untersucht einen typischen Prozess zur Herstellung eines Differenzialgehäuses. Er schildert die tatsächlichen Vorteile der Renishaw Technologie für Hersteller, die mit ihren Prozessen hochwertige Teile mit hoher Ausbeute erzielen und Fehlproduktionen vollkommen ausschließen wollen.

Typischer Fertigungsprozess für ein Differenzialgehäuse – ohne Equator™ Prüfgerät



 Maschinelle Bearbeitung eines Differenzialgehäuses



Herausforderungen

1

Prüfen verschiedener Teilevarianten auf demselben Gerät

Aktuelle Prüfverfahren verwenden Messmittel, die mit hohen Anschaffungskosten einhergehen und nur für einen Werkstücktyp verwendet werden können. Für die Prüfung aller Teilevarianten müssen viele gleichartige Messmittel erworben werden. Häufig müssen für neue Teile neue Messmittel beschafft werden, da die Anpassung und Wiederverwendung vorhandener Messmittel schwierig und kostenaufwändig ist.

2

Verbesserte Prozessausbeute und Qualität

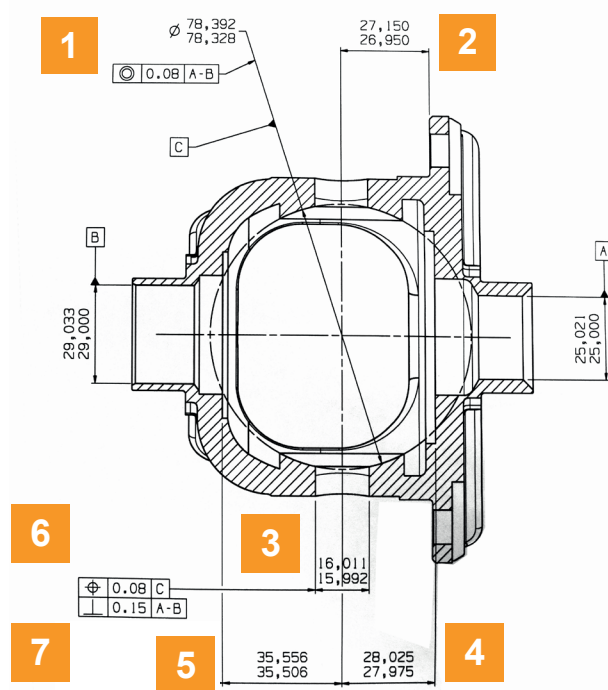
Der Drift an Werkzeugmaschinen ist ein Grund, warum Ausschussteile produziert werden. Das Ziel besteht darin, Fehlproduktionen durch eine bessere Prozesssteuerung vollkommen auszuschließen.




3

Prüfen kritischer Merkmale im Takt der maschinellen Bearbeitung

Durch die Prüfung kritischer Merkmale ist die korrekte Symmetrie und Ausrichtung der Kugelmittelpunkte zu den Bohrungen sichergestellt. Die Durchführung mehrerer Prüfschritte kann den Prozess verlangsamen. Es ist daher schwieriger, mit dem Tempo des Produktionszyklus Schritt zu halten.

Prüfanforderungen für ein Differenzialgehäuse



| Nr. | Messung | Toleranz | Welches Merkmal ist entscheidend für die Teilefunktion? | Active Werkzeugkorrektur |
|-----|--|-------------|---|---|
| 1 | Interner Kugeldurchmesser | ± 32 µm | Merkmale werden zu dieser zentralen Kugel ausgerichtet. Dieses Merkmal ist entscheidend für die Positionierung des Zahnradsatzes. | |
| 2 | Ausrichtung der Bohrungsachse des Antriebsritzels zur Montagefläche | 100 µm | Stellt den korrekten Zahnradengriff sicher. Fehlerhafte Ausrichtungen führen zu hohem Verschleiß. |  |
| 3 | ID der Bohrungsachse des Zahnrads | + 11/- 8 µm | Eine schlechte Passung erschwert den Zusammenbau des Differenzials mit den Zahnradsätzen und dem Außengehäuse. | |
| 4 | Abstand der Innenfläche (rechts) zur Kugelmitte | ±25 µm | Bei einem auf der Welle montiertem Ritzel führt eine fehlerhafte Ausrichtung zu hohem Verschleiß. |  |
| 5 | Abstand der Innenfläche (links) zur Kugelmitte | ± 25 µm | Bei einem auf der Welle montiertem Ritzel führt eine fehlerhafte Ausrichtung zu hohem Verschleiß. |  |
| 6 | Genaue Position der Bohrungsachse des Antriebsritzels zur Kugelachse | 80 µm | Stellt den korrekten Zahnradengriff sicher. | |
| 7 | Rechtwinkligkeit der Bohrungsachse Antriebsritzels zur Wellenachse | 150 µm | Stellt den korrekten Zahnradengriff sicher. | |



Die präzise automatisierte Kontrolle von Schrupp- und Schlichtwerkzeugen kann diese Eigenschaften positiv beeinflussen.

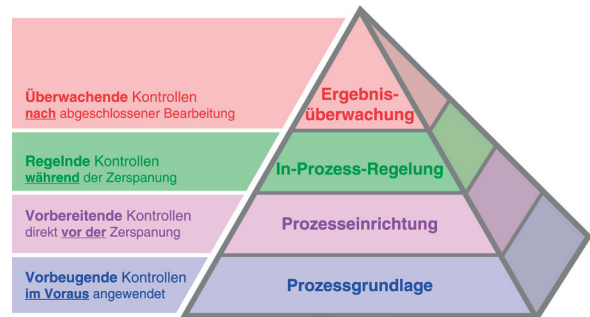


Genaue Steuerung des Werkzeugaustauschs – Aktualisierung von Korrekturwerten, um die Folgen von Werkzeugverschleiß für diese Merkmale zu minimieren.

Überlegungen zum Prozess

Renishaws Ingenieure beleuchteten wesentliche Elemente des Prozesses zur Herstellung von Differenzialgehäusen anhand des Renishaw Ansatzes der Produktionsprozess-Pyramide (**Productive Process Pyramid™**). Sie bietet das Grundgerüst zur Identifizierung und Überwachung von Abweichungen, die in den entscheidenden Schritten des maschinellen Bearbeitungsprozesses auftreten können.

Methoden, um Abweichungen in einem Prozess zu regeln, sind unter anderem Wartung und Kalibrierung von Maschinen, Werkzeugbrucherkennung und Messungen in der Fertigung für Prüfungen und automatische Rückmeldungen.



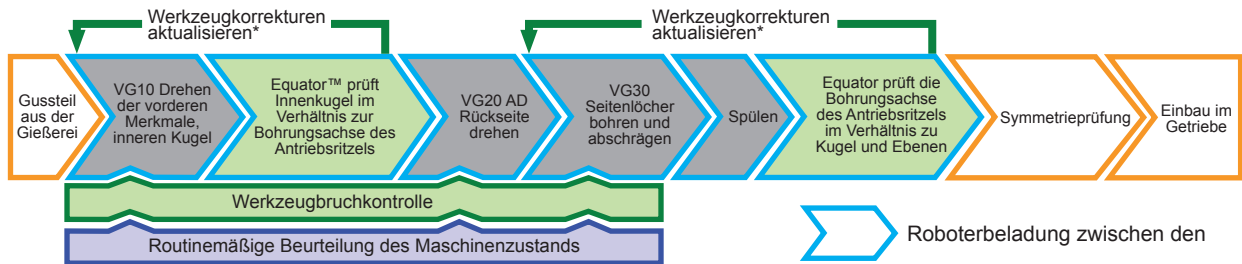
Produktionsprozess-Pyramide

Der Fertigungsprozess – Verbesserungsmöglichkeiten

Ursprünglicher Prozess



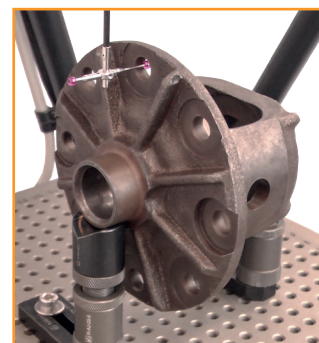
Verbesserter Prozess



*Aktualisierte Werkzeugkorrekturen können mithilfe einer IPC Software (IPC steht für Intelligent Process Control – intelligente Prozesssteuerung) automatisch angewandt werden. Die Software nutzt Bemaßungsdaten zur Rückführung von aktualisierten Werkzeugkorrekturdaten an die CNC-Steuerungen. Aktualisierungen können außerdem auf Grundlage der im Process Monitor angezeigten Messdaten manuell übernommen werden.

Typische Ergebnisse

Ein wesentlicher Vorteil für die Hersteller von Differenzialgehäusen bestand in der Installation des Equator™ Prüfgeräts. Dadurch konnten alle der in drei Prozessschritten vorgenommenen Messungen am selben Gerät durchgeführt werden. Die Investitionsausgaben und laufenden Kosten sind entsprechend gesunken. Die Qualitätsprüfung wurde damit rationalisiert; kritische Merkmale können nun direkt während laufender Bearbeitungsprozesse gemessen werden, ohne dass Verzögerungen entstehen. Dank der automatischen Rückmeldungen zur Werkzeugkorrektur konnten die Merkmale näher an den Sollmaßen gefertigt und die Ausbeute und Qualität verbessert werden.



Typische Ergebnisse

1

Prüfung aller Varianten in **einem Arbeitsgang**

Equator™ Prüfgeräte prüfen alle erforderlichen Abmessungen, einschließlich Positionen und geometrische Merkmalsformen, ohne weitere Messgeräte zu benötigen. Das Equator Prüfgerät prüft 6 kritische Merkmale und sendet 3 aktualisierte Werkzeugkorrekturwerte an die Werkzeugmaschinensteuerungen.

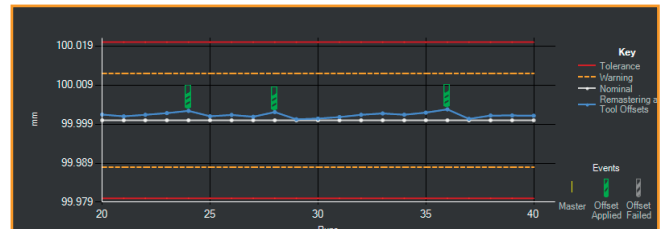
| # | Messung | Toleranz | Gauge R&R* | Range |
|---|---|-------------|------------|--------|
| 1 | Interner Kugeldurchmesser | ± 32 µm | 3.1 % | 1.4 µm |
| 2 | Ausrichtung der Bohrungsachse des Antriebsritzels zur Montagefläche | 100 µm | 1.7 % | 1.9 µm |
| 3 | ID der Bohrungsachse des Zahnrads | + 11/- 8 µm | 4.2 % | 0.4 µm |
| 4 | Abstand der Innenfläche (rechts) zur Kugelmitte | ± 25 µm | 8.8 % | 2.6 µm |
| 5 | Abstand der Innenfläche (links) zur Kugelmitte | ± 25 µm | 6.8 % | 1.9 µm |
| 6 | Genau Position der Bohrungsachse des Antriebsritzels zur Kugelachse | 80 µm | 6.7 % | 6.9 µm |
| 7 | Rechtwinkligkeit der Bohrungsachse Antriebsritzels zur Wellenachse | 150 µm | 1.6 % | 2.0 µm |

*Typ 1: Anhand von 20 Teilen ermittelte Messmittelfähigkeit

2

Verbesserte Prozess **ausbeute und Qualität**

Equator Prüfgeräte ermöglichen eine vollautomatisierte Werkzeugkompensation mittels IPC Software. Equator Messdaten zu kritischen Merkmalen werden konstant überwacht. Ist eine Aktualisierung der Werkzeugkorrekturwerte erforderlich, werden die aktualisierten Daten an die CNC-Steuerung übertragen. Die Bearbeitung der nächsten Werkstücke wird korrigiert, um die Merkmale wieder an die Sollvorgaben anzupassen. Die konstante Überwachung der Prozessdrift hat den CpK auf über 1,67 verbessert.

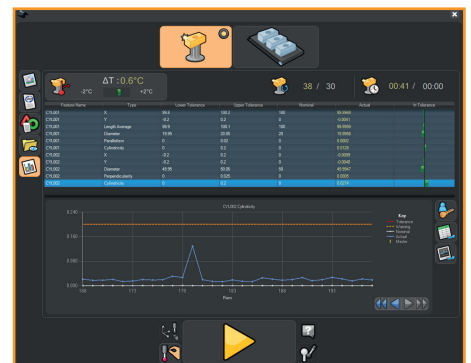


Beispiel für ein Process Monitor Fenster, das durch Werkzeugverschleiß bedingte Drift, korrigiert durch IPC, darstellt

3

Prüfung von kritischen Merkmalen innerhalb der **TaktzeitTaktzeit**

Dank hoher Scangeschwindigkeiten und der Möglichkeit, alle Merkmale messen zu können, werden die Taktzeiten eingehalten und alle Teile hundertprozentig geprüft. Das Equator Prüfgerät wurde für die Prüfung mehrerer Teiledesigns und -varianten programmiert. Die Investitionsausgaben und laufenden Kosten wurden reduziert, da nicht mehr mehrere verschiedene Messmittel benötigt werden. Die Teileauswahl dauert nur wenige Sekunden, sodass ein Wechsel zwischen Werkstücken schneller machbar ist als mit den früher eingesetzten Handmessgeräten. Die Fähigkeit des Equator Prüfgerätes, geometrische Merkmale prüfen zu können, hat KMG Kapazitäten für QS Aufgaben freigesetzt.



Über Renishaw

Renishaw ist ein weltweit marktführendes Unternehmen im Bereich Fertigungstechnologie und steht für Innovationen in Produktentwicklung und -fertigung. Seit der Gründung im Jahre 1973 liefert Renishaw Spitzenprodukte zur Steigerung der Prozessproduktivität und Erhöhung der Produktqualität und bietet kostengünstige Automatisierungslösungen an.

Ein weltweites Netzwerk an Tochtergesellschaften und Vertretungen bietet den Kunden vor Ort einen schnellen und kompetenten Service.

Produkte:

- Generative Fertigung und Vakuumgießen für Entwicklung, Prototypenbau und Kleinserienproduktion.
- CAD/CAM und Scanner für die Dentaltechnik.
- Messsysteme für hochgenaue Weg-, Winkel- und rotatorische Positionsbestimmung.
- Aufspannsysteme für Koordinatenmessmaschinen und Prüfgeräte.
- Fertigungsnahe Prüfgeräte für Serienteile.
- Hochgeschwindigkeits-Lasermessungen und Überwachungssysteme für den Einsatz in rauen Umgebungen.
- Laserinterferometer und Kreisformmesssysteme zur Prüfung der Genauigkeit von Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgeräten.
- Roboter für neurochirurgische Anwendungen.
- Messtastersysteme und Software zum automatischen Einrichten, Überwachen und Messen auf CNC-Werkzeugmaschinen.
- Raman-Spektroskopie-Systeme für zerstörungsfreie Materialanalyse.
- Sensoren-Systeme und Software für Messungen auf KMGs.
- Tastereinsätze für Messanwendungen auf KMGs und Werkzeugmaschinen.

Kontaktinformationen finden Sie unter www.renishaw.de/Renishaw-Weltweit



RENISHAW IST UM DIE RICHTIGKEIT UND AKTUALITÄT DIESES DOKUMENTS BEMÜHT, ÜBERNIMMT JEDOCH KEINERLEI ZUSICHERUNG BEZÜGLICH DES INHALTS. EINE HAFTUNG ODER GARANTIE FÜR DIE AKTUALITÄT, RICHTIGKEIT UND VOLLSTÄNDIGKEIT DER ZUR VERFÜGUNG GESTELLTEN INFORMATIONEN IST FOLGLICH AUSGESCHLOSSEN.

© 2018 Renishaw plc. Alle Rechte vorbehalten.

Renishaw behält sich das Recht vor, technische Änderungen ohne Vorankündigung vorzunehmen.

RENISHAW und das Messtaster-Symbol, wie sie im RENISHAW-Logo verwendet werden, sind eingetragene Marken von Renishaw plc im Vereinigten Königreich und anderen Ländern. **apply innovation** sowie Namen und Produktbezeichnungen von anderen Renishaw Produkten sind Schutzmarken von Renishaw plc und deren Niederlassungen.

Alle anderen Handelsnamen und Produktnamen, die in diesem Dokument verwendet werden, sind Handelsnamen, Schutzmarken, oder registrierte Schutzmarken, bzw. eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer.



H - 5504 - 8821 - 01

Artikel-Nr.: H-5504-8821-01-A

Veröffentlicht: 04.2018