

Magnetisch anhaftende Partikel zuverlässig entfernen

In Fertigungsprozessen bergen magnetisch anhaftende Partikel ein großes Fehlerpotenzial, denn die Prozesssicherheit des anschließenden Reinigungsverfahrens kann nicht gewährleistet werden. Durch die gezielte Erfassung des Restmagnetismus und Entmagnetisierung der Oberflächen können hohe Restschmutz-Anforderungen eingehalten werden.

Partikel sind in Produktion, Montage und Betrieb von hochwertigen Produkten seit längerem als eine wichtige Fehlerursache bekannt. Aus diesem Grund werden aufwendige Verfahren eingesetzt, um die Partikelbelastung so gering wie möglich zu halten. Ein Beispiel dafür sind die zunehmenden Restschmutz-Anforderungen aus dem Maschinenbau- und Automotive-Bereich.

Aus Sicht von Restschmutz-Risiko-urteilungen sind die harten, metallischen Partikel von besonderem Interesse, weil sie im Allgemeinen das größte Fehlerpotenzial in Fertigungsprozessen und Endprodukten haben.

Einige Beispiele veranschaulichen die resultierenden Probleme:

- Reinigungsverfahren können metallische Partikel nicht prozesssicher entfernen.
- Die Produktion mit zerspanenden Verfahren wird durch störende Späne-Anhaftung an Werkzeugen und Bauteilen beeinträchtigt.
- Oberflächenbeschichtungen haften schlecht oder platzen aufgrund von Verunreinigungen des Grundbauteils ab.
- Pulverpress- und Feinstanzverfahren werden durch Anhaftung von Sinterpulver beziehungsweise Stanzresten an Stempel und Matrize beeinträchtigt.
- Bei Pulverprozessen funktioniert die Füllung der Matrizen nicht, was zu Dichteschwankungen an den produzierten Teilen führt.
- Partikel, die beim Öffnen von gecrackten Pleueln entstehen, verhindern die anschließende passgenaue Montage.
- Elektrisch leitende Partikel verursachen Kurzschlüsse auf Elektronikplatinen.
- Die Anhaftung von harten Partikeln aus der Produktion und Montage führt zu einem frühzeitigen Ausfall von Gleit- und Wälzlagern.
- Metallische Partikel in hydraulischen Steuerkanälen blockieren die Funktion von Ventilen.
- Benzin- und Diesel-Einspritzsysteme werden im Betrieb durch kritische Partikel beschädigt.

Bei allen oben genannten Beispielen ist das Bauteil-Grundmaterial ferromagnetisch. Die Partikel sind in der Folge ebenfalls ferromagnetisch und werden bei genügend hohem Bauteil-Restmagnetismus magnetisch angezogen. Bei zu hohen magnetischen Haftkräften erfolgt eine ungenügende Reinigungswirkung der Waschprozesse beziehungsweise die Prozesssicherheit des Reinigungsverfahrens kann nicht gewährleistet werden.

Wie stellt sich Restmagnetismus auf der Oberfläche dar?

Als Restmagnetismus wird der aus einem Bauteil austretende magnetische Streufluss bezeichnet. Sehr oft ist die Ausprägung von Restmagnetismus

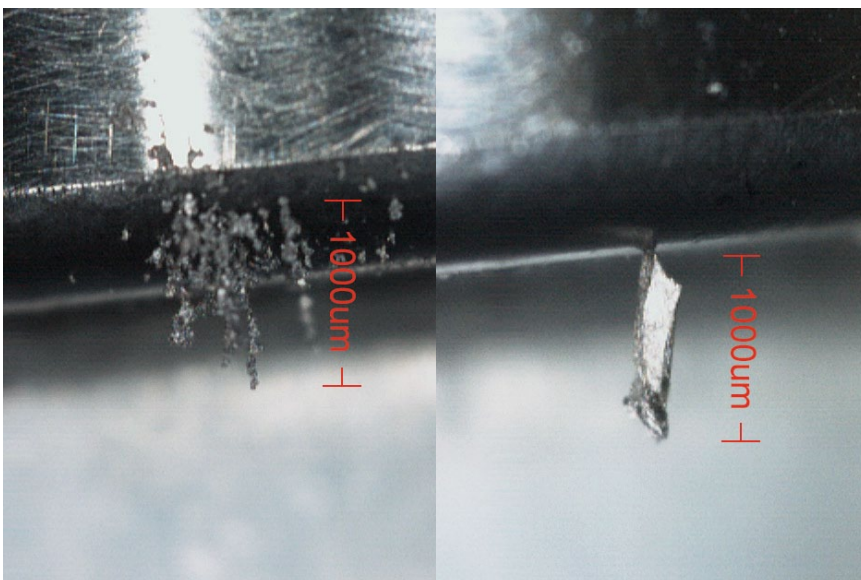


Bild 1: Magnetische Anhaftung von Partikeln an einer Wälzlager-Rolle

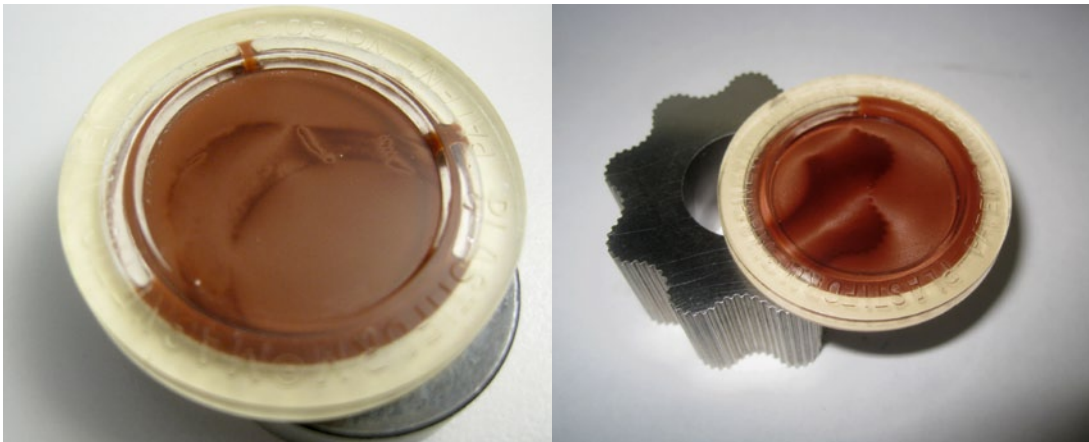


Bild 2: Bauteile mit Restmagnetismus (links Nocke einer Nockenwelle, rechts Sinterteil). Die hellen Linien zeigen die Poltrennung Nord-Süd, dunkle Felder einen erhöhten Restmagnetismus.

feinpoliger, chaotischer Natur (Bild 2) und nur selten ist ein Bauteil entsprechend einem Dipol Nord-Süd magnetisiert. Der Restmagnetismus entsteht hauptsächlich durch Fertigungsprozesse, Prüfverfahren, Montage und Handling. Bei zerspanenden und umformenden Verfahren hinterlässt der Direktkontakt zwischen Bauteil und Werkzeugen beziehungsweise Spannmitteln mit Restmagnetismus magnetische Abdrücke auf dem Bauteil.

Gewisse Fertigungsverfahren erzeugen aufgrund elektrischer Ströme Restmagnetismus auf den Bauteilen. Dazu gehören zum Beispiel Schweiß-, Niet-, Erodier- und galvanische Beschichtungsverfahren. Umformprozesse erzeugen oft durch Gefügeveränderungen und Kornorientierung Restmagnetismus. Zerstörungsfreie Prüfverfahren wie zum Beispiel Magnetpulver- oder Wirbelstrom-Prüfung magnetisieren die Bauteile prozessbedingt auf, weil ein induzierter magnetischer Streufluss an Rissen zur Prüfung der Bauteile ausgewertet wird. Heben und Spannen mit Lasthebe- beziehungsweise Spann magneten magnetisiert Bauteile mit besonders großer Wirkung auf.

Geeignetes Restmagnetismus-Messverfahren

Infolge zunehmender Anforderungen an die Bauteilsauberkeit geht die Industrie dazu über, kritische ferromagnetische Bauteile mit Restmagnetismus-Grenzwerten zu versehen. Dabei werden die Grenzwerte meistens zwischen 2...4A/cm (=2,5...5,0 Gauss) festgelegt. Gemessen wird Restmagnetismus vorzugsweise mit modernen

Hallelement-Messgeräten (Gauss- beziehungsweise Teslameter, wie zum Beispiel das Messgerät vom Typ M-Test LR von Maurer Magnetic) und handgeführten Sonden.

Damit der Restmagnetismus für die oben genannten Anforderungen mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden kann, müssen drei wichtige Punkte erfüllt sein:

- Der Abstand des aktiven Hallelements zur Bauteil-Oberfläche darf nicht zu groß sein, ansonsten können feinpolige Felder mit geringer Reichweite weder gemessen noch entdeckt werden. In der Praxis hat sich ein Abstand von circa 0,5 mm bewährt (Bild 3)
- Das Erdmagnetfeld induziert in ferromagnetischen Bauteilen ein magnetisches Feld, das sich dem Restmagnetismus des Bauteils überlagert. Je nach Geometrie des Werkstückes (Schlankheitsgrad) fällt die Induktion stärker oder schwächer aus. In der Praxis äußert sich dieses Phänomen als Schwankung des Messergebnisses abhängig von der Orientierung

und vom Standort im Raum. Abhilfe schafft hier ein Restmagnetismus-Messplatz mit Null-Gauss-Kammer zur Abschirmung des Erdmagnetfeldes.

- Restmagnetismus auf Oberflächen von Bauteilen ist sehr positionsabhängig. Die Messfläche eines typischen Hallelementes beträgt üblicherweise circa 0,2 mm x 0,2 mm, deshalb muss das Bauteil entweder ganzflächig oder innerhalb des zu bestimmenden Bereiches abgescannt werden. In der Praxis geschieht dies manuell durch die präzise Führung der Sonde auf der Oberfläche des Bauteils. Die Messung einer einzelnen Punktstelle auf einem Bauteil hat praktisch keinen Aussagewert über den magnetischen Zustand des Bauteils.

Der Industrie fehlt hier nach wie vor eine Norm, welche die Messung von Restmagnetismus geeignet definiert und vereinheitlicht. Erfahrungsgemäß schwanken die Messwerte deshalb je nach Messmethodik und ein-

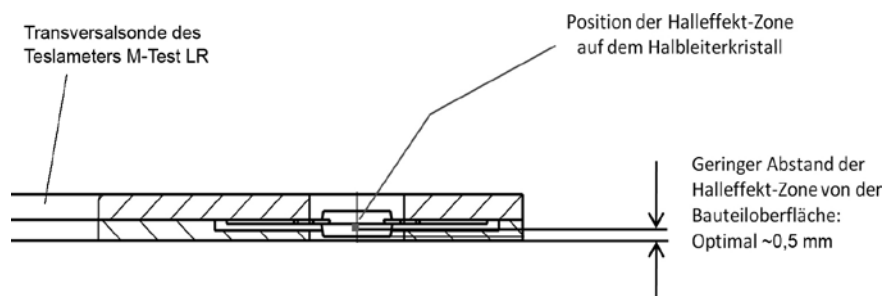


Bild 3: Um Restmagnetismus mit ausreichender Genauigkeit messen zu können, darf der Abstand der Halleffekt-Zone zur Bauteiloberfläche nicht zu groß sein

gesetzter Messtechnik erheblich und haben geringe Aussagekraft.

Magnetische Anziehungskraft auf Partikel

Die erschwerte Reinigung von ferromagnetischen Bauteilen ergibt sich wie zu Beginn erwähnt aus der magnetischen Anhaftung von Partikeln an der Oberfläche. Diese Anziehungskraft lässt sich heute modellhaft berechnen. Die magnetische Anziehung hängt nicht nur alleine von der Feldstärke ab, sondern auch maßgeblich von der Partikel-Form und vom Feldgradienten. Schlanke Partikel werden bei gegebenem Restmagnetismus stärker angezogen als kugelförmige Partikel. Ecken und vorspringende Kanten (zum Beispiel Gewinde) erzeugen aufgrund der Feldbündelung höhere Feldstärken und Feldgradienten, in der Folge werden an diesen Stellen magnetisierbare Partikel stärker angezogen. Aus diesen Gründen sind solche Stellen verstärkt auf Restmagnetismus zu prüfen.

Prozesssicher Entmagnetisieren

Die industriell bevorzugte Methode zum Entmagnetisieren ist das Verfahren mit niederfrequentem Wechselfeld. Prozesstechnisch sind die Parameter Feldstärke, Anzahl der Schwingungen, Frequenz, Präzision der Pulskurve



Bild 6: Beispielanwendung einer Entmagnetisiermaschine vor der Reinigungsanlage



Bild 4: Schwankungen der Messergebnisse werden durch einen speziellen Messplatz mit einer Null-Gauss-Kammer vermieden. Diese dient der Abschirmung des Erdmagnetfeldes.

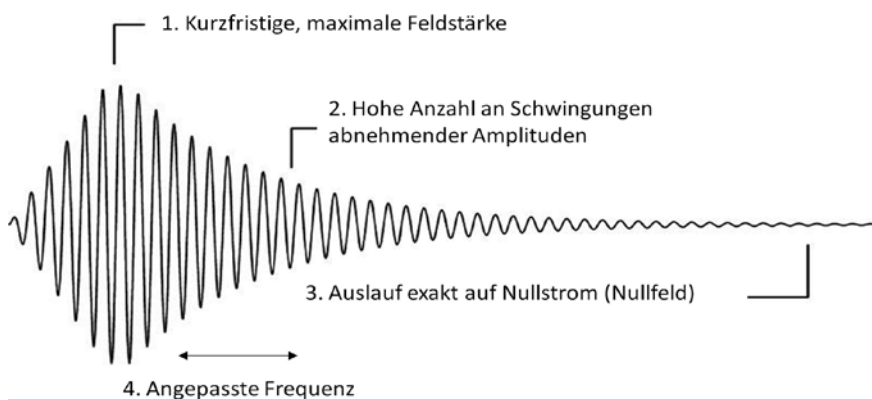


Bild 5: Puls-Entmagnetisierprozess mit Wechselfeld

und Auslauf auf Nullfeld entscheidend. Der erfahrungsgemäß wichtigste Parameter ist die Feldstärke. Damit diese Prozessparameter effizient in Entmagnetisiermaschinen umgesetzt werden können, hat Maurer Magnetic mehrere Technologien entwickelt. In den meisten Anwendungsfällen kommt die energieeffiziente Pulsentmagnetisierung zum Einsatz.

Die Reduktion des Prozesses auf physikalisch überprüfbare Parameter ist auch deshalb von besonderer Bedeutung, weil Entmagnetisiermaschinen verschiedener Hersteller nur auf diese Art miteinander verglichen werden können. Das Offenlegen der technologischen Leistungswerte soll gegenüber Anwendern Transparenz und Vertrauen schaffen und die Beschaffung von ungeeigneten Prozessen vermeiden.

Die Pulsentmagnetisierung eignet sich besonders, um Waschkörbe mit Schüttgut, Setz- oder Schichtgut auf Zuführbändern vor Reinigungsanlagen zu entmagnetisieren. Die benötigten Prozessparameter werden vor-

zugsweise in Vorversuchen im Technologiezentrum von Maurer Magnetic ermittelt. Danach wird in Abhängigkeit der Randbedingungen, wie zum Beispiel Wirköffnung Spule, Taktrate und Handling, eine optimal passende Entmagnetisiermaschine ausgelegt. ■



Marek Rohner
Head of Technology,
Magnetizing & Demagnetizing
Technology,
Maurer Magnetic AG,
CH-Grüningen
Tel. +41 (0)44 936 60 41,
m.rohner@maurermagnetic.ch
www.maurermagnetic.ch