

Nur völlig imprägnierte Sinterteile lassen sich fehlerfrei galvanisieren

Um bei galvanisierten Sintermetallteilen Schichtkorrosion zu vermeiden, müssen vor dem Beschichten alle Poren verschlossen werden. Beim konventionellen Imprägnieren ist die Ausbeute zu gering. Nun gibt es ein Verfahren, das dies ändert. Dazu ist die Anpassung aller Prozesse erforderlich, mit positiven Nebeneffekten.

MICHAEL IMMEL

Sinterwerkstoffe sind in der heutigen Industrie nicht mehr wegzudenken. Den technischen Vorteilen als Konstruktionswerkstoff stehen jedoch gravierende Nachteile bei der Oberflächenveredelung entgegen. Sintermetallurgisch hergestellte Konstruktionsteile neigen dazu, bei der Veredelung in wässrigen Prozessen die dort verwendeten Flüssigkeiten aufzunehmen und diese dann zeitverzögert wieder abzugeben. Das daraus entstehende Fehlerbild

Michael Immel ist technischer Berater bei der Holzapfel Group in 35764 Sinn, Tel. (0 27 72) 50 08-71, m.immel@holzapfel-group.com

wird als „Bleed out“ bezeichnet. Die Holzapfel Group, Sinn bei Herborn, hat nun ein Verfahren entwickelt, das die Fehlerursache beseitigt (Bild 1).

Bleed out behindert Prozess der Oberflächenveredelung

Bei galvanischen Beschichtungen, zum Beispiel Zink- oder Zinklegierungsverfahren, führt dieses Phänomen zu einer Salzablagerung auf der Oberfläche. Meist greift das Salz auch das Beschichtungsmaterial an. So kommt es auf den mit Zink oder Zinklegierung veredelten Oberflächen von gesinterten

Bauteilen zu einer lokalen Schichtkorrosion. Ursache dafür ist die porenartige Struktur der Sintermetalle, die mit einem Haufen Murmeln vergleichbar ist: Die Murmeln, respektive die Körner des Sinterwerkstoffes, liegen nicht vollflächig aufeinander, sondern berühren sich nur punktuell und bilden ein höhlenartiges Netzwerk aus Poren.

Die Größe dieser Poren ist abhängig von der Form und Größe des beim Sintern verwendeten Pulvers sowie der Press- und Sinterdichte des Werkstoffes. Sie beeinflusst unmittelbar das Ergebnis nachfolgender Beschichtungsprozesse. Denn dieser „Murmel-



Bild 1: Fehlerfrei galvanisierte Zahnräder aus Sintermetall. Für die Vermeidung lokaler Schichtkorrosion ist das Imprägnierverfahren Sinter Surface Solutions verantwortlich.



Bild: Holzapfel

Bild 2: Stark salzhaltige Flüssigkeiten in den Poren metallischer Sinterteile führen nach dem Galvanisieren zum Bleed out. Es kommt lokal zu Schichtkorrosion.

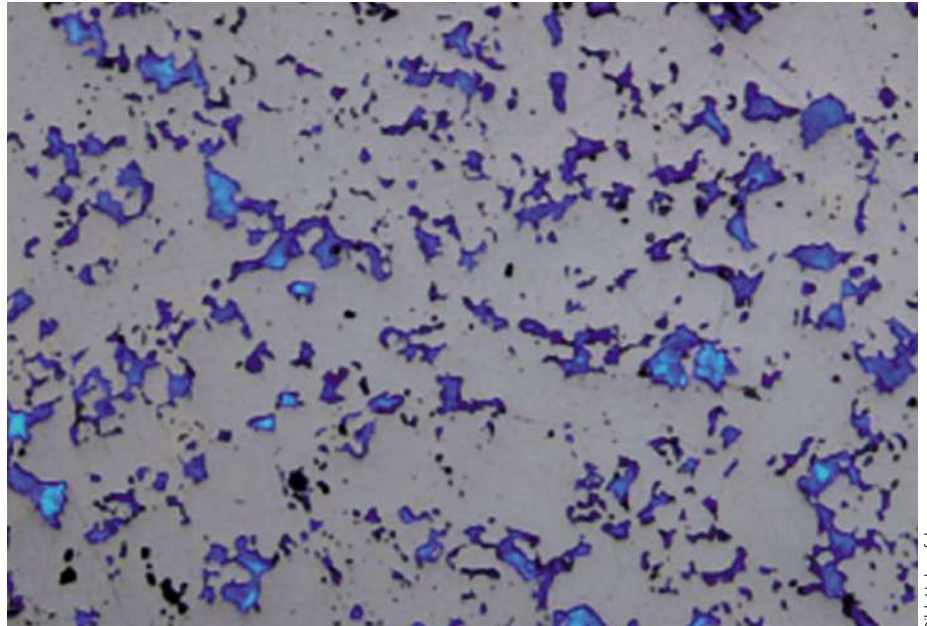


Bild: Holzapfel

Bild 4: Bei diesem Gefügeschliffbild ist der überwiegende Teil der Poren mit Harz verschlossen (UV-Licht, blau). Anderweitig geschlossene Poren sind als schwarze Stellen sichtbar.

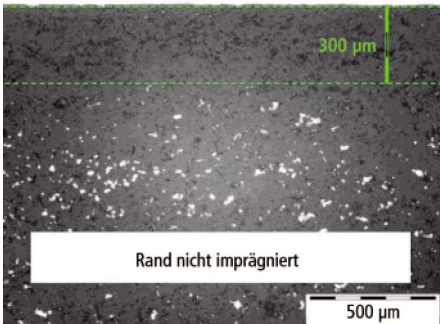


Bild: Holzapfel

Bild 3: Bei einer konventionellen Oberflächenimprägnierung werden 3 bis 5 % der Poren nicht mit Harz verschlossen. Man findet sie konzentriert im Oberflächenrandbereich.

haufen“ nimmt in wässrigen Medien, wie sie zum Beispiel in Bädern der Galvanotechnik zum Einsatz kommen, aufgrund von Kapillareffekten Flüssigkeiten auf. Diese meist stark salzhaltigen Flüssigkeiten, zum Beispiel Entfettungsbäder und Elektrolyte, diffundieren nach Prozessende aus den Porenöffnungen und lagern Salze sichtbar auf der Oberfläche ab. Die meist basischen Stoffe greifen die Überzugsmetalle an und hinterlassen dort lokal Korrosionsschäden am Überzugsmetall (Bild 2).

Um diesem Prozess der Flüssigkeitsaufnahme entgegenzuwirken, wird das Netz-

werk aus Poren vor dem Beschichten mit Kunstharz oder ähnlichen Stoffen verschlossen. Dieses Verfahren wird als Imprägnieren bezeichnet und hat seinen Ursprung in der Gussindustrie. Die dabei verwendeten Verfahren wurden im Zuge des immer mehr aufkommenden Bedarfs analog auch für die Imprägnierung von Sinterwerkstoffen verwendet. Der bisherige Erfolg beim Imprägnieren von Sinterbauteilen, die anschließend eine Oberflächenveredelung erhalten, ist jedoch nur gering und wechselhaft.

Die Untersuchungen der Holzapfel Group zeigen klar, dass bei Anwendung konventi-

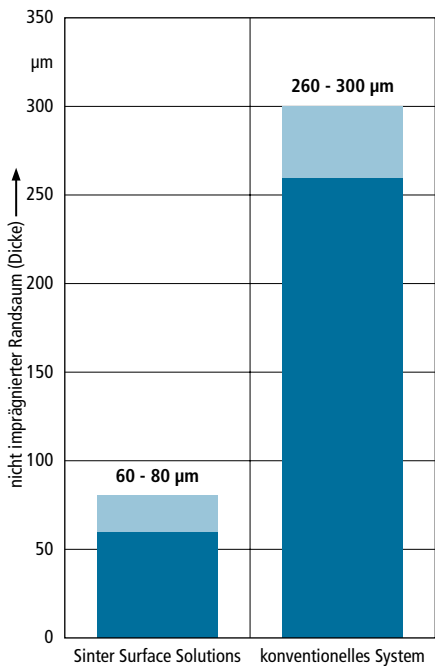


Bild 5: Das Imprägnierverfahren Sinter Surface Solutions reduziert die Breite des nicht imprägnierten Randsaums um 70 bis 80 %. Das Porenfüllvolumen steigt auf bis zu 99,8 %.

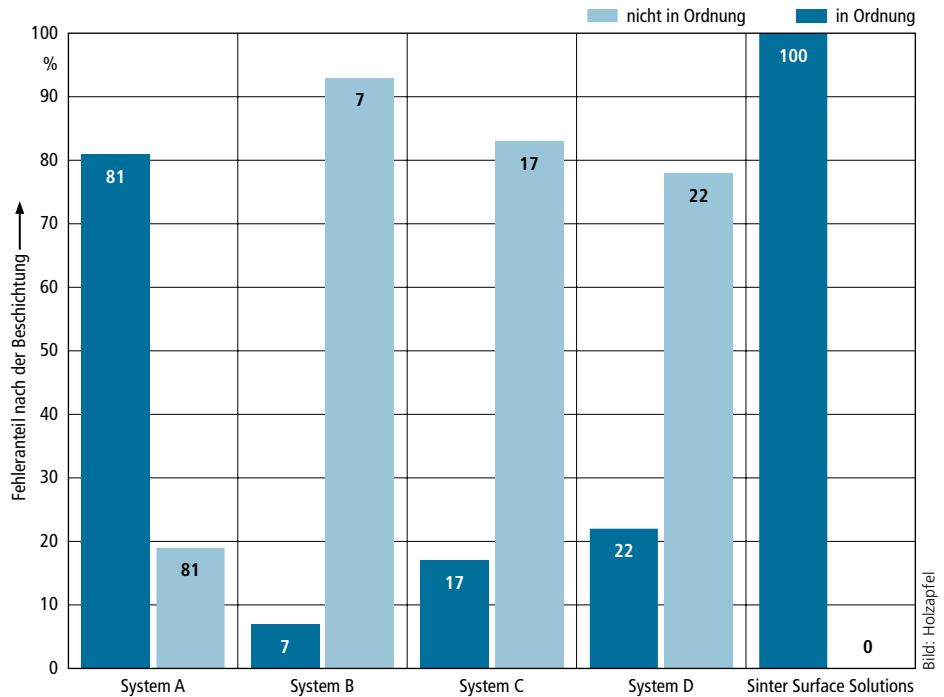


Bild 6: Der Vergleich der Beschichtungsergebnisse bei Anwendung unterschiedlicher Imprägniersysteme spricht für das Verfahren Sinter Surface Solutions. Alle Proben wurden unter Serienbedingungen imprägniert und galvanisiert (Testumfang rund 300 Teile).

oneller Verfahren zur Imprägnierung von Sinterwerkstoffen etwa 3 bis 5 % der Poren nicht gefüllt werden. Diese Poren sind im Randbereich der Bauteile konzentriert (Bild 3). Der ungefüllte Randsaum ist etwa 200 bis 400 µm breit und erklärt die schlechten Ergebnisse bei der Veredelung von konventionell imprägnierten Sinterwerkstoffen, vor allem bei der Veredelung mittels alkalischer Legierungsverfahren, zum Beispiel zur Zink-Eisen- und Zink-Nickel-Beschichtung.

Daraufhin wurde das Augenmerk auf die Untersuchung des Imprägnierprozesses gerichtet, um Ansätze für eine Prozessoptimierung zu finden. Es wurde schnell klar, dass die zurzeit angewendeten konventionellen Imprägnierverfahren zwangsläufig aufgrund von verfahrensbedingten Prozessanforderungen zu einem schlechten Beschichtungsergebnis führen.

Sinter-Surface-Solution-Verfahren passt sich dem Aushärtungsprozess an

Auf Basis dieser Erkenntnisse war es möglich, den Imprägnierprozess und die verwendeten Harze optimal auf die Notwendigkeiten einer beschichtungsgerechten Imprägnierung abzustimmen.

Es wurde das Verfahren Sinter Surface Solutions entwickelt. Die wesentliche Inno-

vation des Verfahrens besteht in der Anpassung des Aushärtungsprozesses, damit eine sichere Imprägnierung bis an den Rand der Bauteiloberfläche sichergestellt ist. Aufgrund der Anpassung des Aushärtungsprozesses ist es möglich, nahezu 100 % Porenfüllung prozesssicher und reproduzierbar bis an den Rand der Oberfläche zu erreichen, ohne störende Harzrückstände zu hinterlassen (Bild 4). Die Umsetzung erfolgt in einem Aushärtungsprozess, der das in die Pore eingebrachte Harz, beginnend von der „Interfacefläche“ am Poreneingang, nach innen aushärtet. Der am Porenausgang gebildete Pfropfen verschließt den Porenausgang und verhindert ähnlich einem Flaschenkorken das Austreten von Harz.

Der Reaktionsmechanismus, der dieser Entwicklung zugrundeliegt, unterscheidet



Bild 7: Nach dem Imprägnieren im Verfahren Sinter Surface Solutions hat das Sintermetallteil eine gleichmäßige, ebene Oberfläche.

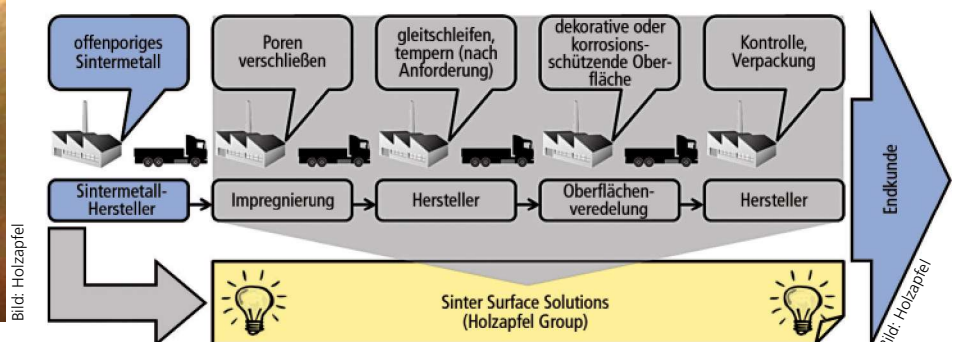


Bild 8: Direkt aufeinanderfolgende Prozesse an einem Standort reduzieren den Logistikaufwand. Zudem ist für eine erhöhte Prozesssicherheit gesorgt.

sich von den konventionellen Prozessen in der Eliminierung aller Faktoren, die zu einem Auswaschen des Harzes aus den Poren führen. Die Breite des nicht imprägnierten Randsaums wurde um 70 bis 80 % reduziert und beträgt nun im Mittel etwa 60 bis 80 µm. Das gesamte Porenfüllvolumen wurde auf bis zu 99,8 % gesteigert (Bild 5).

Dieser Entwicklungssprung in der Güte der imprägnierten Bauteile spiegelt sich in den Beschichtungsergebnissen wider (Bild 6). Eine Reduzierung der Ausfallquote von 19 auf 0 % bei einem laufenden Serienbauteil zeigt klar die Überlegenheit des Verfahrens im Vergleich zu konventionellen Imprägniersystemen (Bild 7).

Gesamte Prozesskette aufeinander abgestimmt

Für einen stabilen Prozess reicht eine alleinige Innovation im Arbeitsschritt Imprägnieren nicht aus. Vielmehr muss die gesamte Prozesskette, beginnend nach dem Sintern über die Imprägnierung bis zum Beschichtungsprozess, so aufeinander abgestimmt sein, dass die Anforderungen an das Werkstück und die Schicht erfüllt werden. In den meisten Fällen können alle zurzeit durchgeführten Bearbeitungsschritte beibehalten werden.

Manchmal ist es sinnvoll, die Bearbeitungsreihenfolge anzupassen, um das Ergebnis der Beschichtung deutlich zu verbessern. Allein die Umstellung der Prozessreihenfolge – mechanische Bearbeitung nach statt vor dem Imprägnieren – verbessert das Beschichtungsergebnis deutlich. Ein positiver Nebeneffekt ist eine signifikante Verlängerung der Werkzeugstandzeit bei der mechanischen Bearbeitung, zum Beispiel beim Zerspanen. Der Grund liegt in einer gleichmäßig und reproduzierbar imprägnierten Oberflächenstruktur.

Von entscheidendem Einfluss ist auch die Adaption der Beschichtungsprozesse an den Werkstoff Sintermetall. Der Erfolg des Verfahrens Sinter Sur-

face Solutions wird erst durch die Optimierung der Beschichtungsprozesse auf diese Werkstoffgruppe möglich. Alle gängigen Sinterwerkstoffe für technische Anwendungen lassen sich prozesssicher imprägnieren und beschichten. So können nach dem Imprägnieren Korrosionsschutzschichten aus Zink oder Zink-Legierungssystemen aufgebracht werden.

Es lassen sich jedoch auch dekorative Oberflächen erzeugen,

zum Beispiel mehrlagige Schichtsysteme aus Kupfer, Nickel und Chrom, aber auch andere Veredelungen. Bei der Holzapfel Group erfolgen die Imprägnierung und die Beschichtung „aus einer Hand“. Die Kombination an einem Standort bietet einen enormen Zeit- und Kostenvorteil, weil die Logistik zwischen beiden Arbeitsschritten entfällt. Zudem sorgt sie für mehr Prozesssicherheit, wenn beide Vorgänge „in einer Hand“ liegen.

Dadurch ist die Imprägnierung optimal auf das Sinterwerkstück und seine Legierungszusammensetzung abgestimmt (Bild 8). Darüber hinaus führt das Verfahren Sinter Surface Solutions zu den bereits erwähnten Vorteilen für nachfolgende mechanische Bearbeitungsschritte.

Das Verfahren von Holzapfel wurde vom Fraunhofer-Institut IPA auf der O&S 2012 mit dem Award „Oberfläche 2012“ in Silber ausgezeichnet. **MM**