



Abb. 1: PM Getrieberad [Bild: Profiroll Technologies]

Walzen von Sintermetall- PM-Räder im Elektrofahrzeug

Erleben die Sinterwerkstoffe im Elektrofahrzeug auf Grund ihrer Dämpfungseigenschaften eine Revolution? Kann ein Optimum aus Dauerfestigkeit und Dämpfungsgrad erreicht werden? Das Verdichtungswalzen soll diese Balance herstellen.

Allgemein

Neben den noch immer am meisten genutzten, schmelzmetallurgisch hergestellten Bauteilen wurde lange Zeit vermutet, dass Werkstücke aus Pulvermetall immer stärker Einzug in die Industrie halten.

Grund ist die endkonturnahe Herstellung auch von schrägverzahnten, evolventischen Laufverzahnungen mit speziellen Sinterpressen. Es war somit absehbar, dass aufwändige Weichbearbeitungen entfallen. Dennoch ist dieser Erfolg bisher fast ausschließlich auf den Bereich von Steuer- und Kettenrädern begrenzt, die allgemein geringeren Momenten und damit geringeren Flächenpressungen ausgesetzt sind.

Werkstücke aus Pulvermetall haben nach dem Sintern einen Nachteil: Eine verbleibende Porosität, die zu verringerten, aufnehmbaren Spannungen vor einem Versagen führt.

Es ergibt sich die Frage: Sind Werkstücke aus Pulvermetall gegenüber Dauerlast weniger haltbar?

Folgende Abbildung 2 zeigt anhand von Studien, dass sich die Festigkeit und generell mechanischen Eigenschaften von Sintermaterialien denen von Stahl mit zunehmender Dichte überproportional annähern.

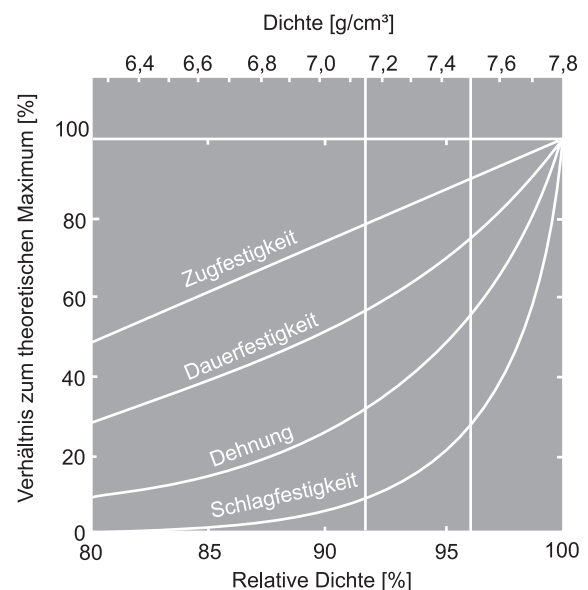


Abb. 2: Verhältnis PM Dichte zu Widerstandsfähigkeit

[Quelle: Vgl. Höganäs Handbook for sintered components]

Getriebeteile aus PM

Die Widerstandsfähigkeit und Verschleißresistenz von Verzahnungen pulvermetallurgisch hergestellter Bauteile kann durch ein Verdichtungswalzen entscheidend verbessert werden. Weisen diese Bauteile sonst eine Dichte von ca. 6,9 ... 7,4 g/cm³ auf, lässt sich diese Dichte in gewalzten Bereichen bis auf 99,99% der Dichte von Stahl also ca. 7,985 g/cm³ in einer Tiefe von bis 0,5mm ausgehend von der Oberfläche steigern. Diese Steigerung ist Ergebnis eines Verdichtungswalzprozesses. Ein gegenverzahntes Kaltwalzwerkzeug wird mit präzise gesteuerter Zustellung und unter ständigem Abwälzen gegen das Bauteil gepresst. Im Ergebnis werden Flanken sowie je nach Bedarf Fuß und Kopfansatz der Verzahnung verdichtet.



Abb. 3: PM-Laufverzahnung nach dem Verdichtungswalzen
[Bild: Profiroll Technologies]

Im Rahmen zahlreicher Forschungsprojekte namhafter Institute und Einrichtungen wurden Lebensdaueranalysen von Stirnradverzahnungen, hauptsächlich Gangräder im Automobilbau, durchgeführt. Ergebnis ist eine vergleichbare, oder nur geringfügig reduzierte Lebensdauer gegenüber Werkstücken aus Stahl. Dabei wurde jedoch im Rahmen von sogenannten NVH-Analysen eine erstaunliche, wenn auch nachträglich einleuchtende Eigenschaft erkannt: Bauteile aus pulvermetallurgisch hergestellten Stählen weisen ein deutlich verbessertes Dämpfungsverhalten auf. Das wirkt sich vor allem positiv auf das Geräuschverhalten aus. Ein logisches Ergebnis wenn man davon ausgeht, dass jede mit Luft gefüllte Pore im Werkstück einen Mini-Dämpfer darstellt.

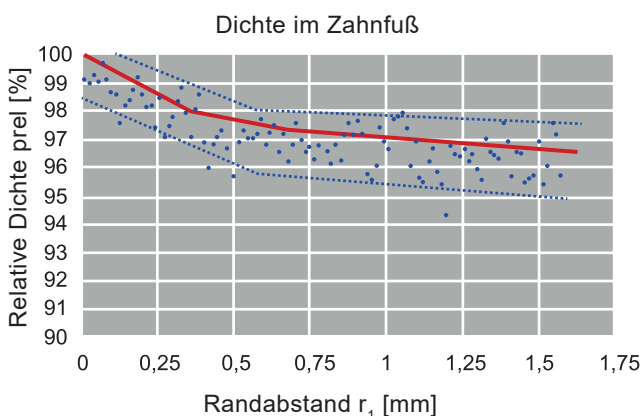


Abb. 4: Dichte in Materialtiefe nach dem Walzen
[Quelle: Vgl. Werner, M.: Kontaktzoneneinflüsse beim Verdichten von Sinterwerkstoffen durch Querwalzen und deren Umsetzung in der FEM-Simulation; Diplomarbeit; Chemnitz; 2012]

Durchbruch bei Hybrid und Elektro

Es stellt sich die Frage inwieweit die erkannten Dämpfungseigenschaften Vorteile im Bereich der Elektromobilität darstellen. Neben den Geräuschen, die durch das Abrollen der Räder ent-

stehen, ist der Fahrzeugmotor mitsamt Getriebe die Hauptquelle für Geräuschemission. Wenn jetzt der Fahrzeugmotor ausgeschaltet ist oder ganz entfällt wird dem Insassen das Geräusch aus dem zwingend auch bei reinen sowie unterstützenden Elektroantrieben erforderlichen Getriebe/ einzelnen Getriebestufen gegenwärtig sein. Der Ansatz für die Zukunft könnte sein, dass ein- oder zweistufige Getriebe nach einem Elektromotor aus PM-Rädern gefertigt werden, die vor der Wärmebehandlung durch einen Verzahnungswalzprozess verdichtet werden. Die Dauerfestigkeit und Verschleißseigenschaften wären mit denen von Stahl vergleichbar. Das Dämpfungsverhalten der Bauteile in sich wäre stark verbessert.

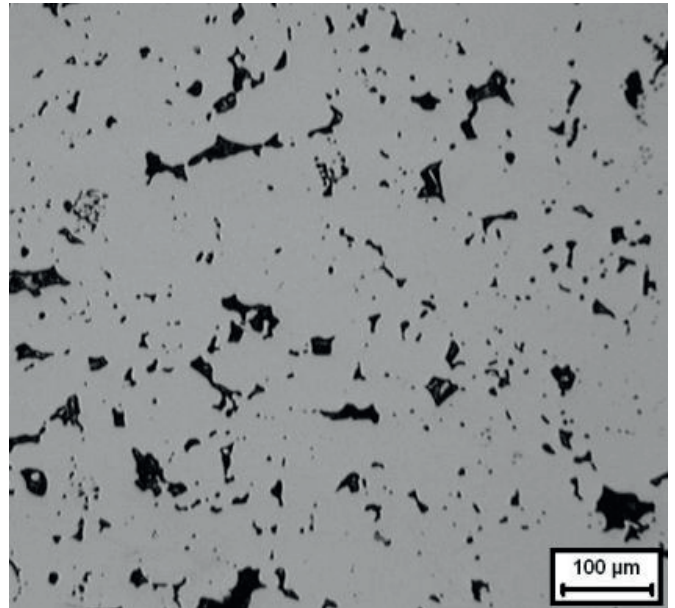


Abb. 5: Porosität von PM Material, ca 94%; Dämpfungsporen
[Quelle: Abschlusskolloquium BMBF-Projekt: PM-Zahnräder; Aachen; 2010]

Ziel der weitergehenden Forschung muss es sein ein Optimum an Dämpfung bei gleichzeitig hoher Dauerfestigkeit herzustellen. Zur besseren Vorhersagbarkeit von Ergebnissen in Bezug auf ein Walzwerkzeugdesign ist die unterstützende Simulation des Umformprozesses unverzichtbar. Gleichzeitig würden die günstige Prozesskette das übrige zum ökonomischen Nutzen beitragen.

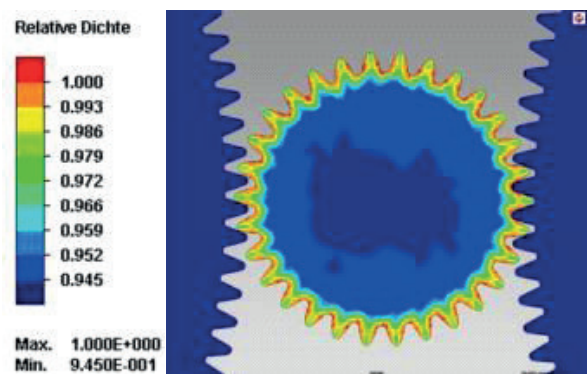


Abb. 6: Simulation des Verdichtungswalzprozesses
[Quelle: Werner, M.: Kontaktzoneneinflüsse beim Verdichten von Sinterwerkstoffen durch Querwalzen und deren Umsetzung in der FEM-Simulation; Diplomarbeit; Chemnitz; 2012]



Profiroll Technologies GmbH
PEE-WEE-Str.1
04849 Bad Dübren
Germany

Tel.: +49 34243 74-0
Fax: +49 34243 22159
E-Mail: profiroll@profiroll.de
Web: www.profiroll.de