

# Schwer auf Zack

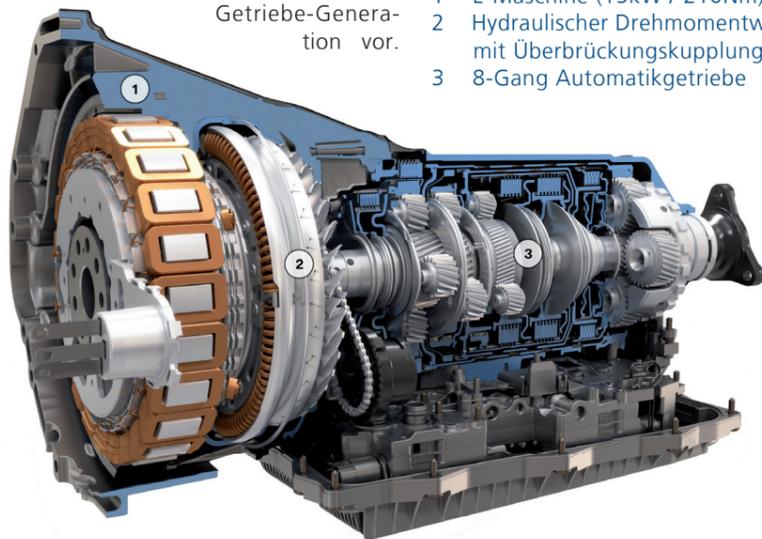
von Andreas Steiner, Stuttgart

Am Standort Saarbrücken kooperieren die weltweit führenden Experten für Wärmebehandlung von Stahl der Ipsen International GmbH mit der Zahnradfabrik Friedrichshafen, ZF AG. Dabei wurden einzelne Verfahrensschritte der Härteverfahren weiterentwickelt, um wesentliche Komponenten für das Acht-Gang-Automatikgetriebe von ZF herzustellen, das unter Fachleuten als derzeit modernstes Getriebe der Welt gilt.

In der Fertigung von ZF in Saarbrücken laufen Komponenten für das kürzlich mit dem PACE-Award ausgezeichnete Acht-Gang-Automatikgetriebe vom Band. Es hat einen besonders guten Wirkungsgrad (6 % Verbrauchsmin- derung allein durch die Getriebe-Aus- legung) und ist für ein breites Einsatz- spektrum vordefiniert. So ermöglicht das ZF-intern 8HP genannte Getriebe die Integration von Allradantrieb und Anfahrkupplung, Starter-Generator samt Stopp-Start-Funktion sowie Hybrid-Funktionen für die Fahrzeuge mehrerer Baureihen.

## Innovative Wärmebehandlungsanlage

Gemeinsam mit den Experten für Wärmebehandlung von Ipsen International GmbH bereitete ZF die Fertigung in Saarbrücken speziell auf die Belange der neuen Getriebe-Genera- tion vor.



Die Auslegung des 8HP-Automatikgetriebes von ZF als Träger für Hybridantriebe erfordert die sorgfältige Abstimmung auf besonders hohe Betriebs-Drehmomente.

Die innovativ gestaltete Anlage läuft mit dem Ipsen-Verfahren Nikotrieren®, einem Nitrocarburierverfahren unter Gas-Atmosphäre. Standardmäßig arbeitet die Anlage unter einer Atmosphäre aus Ammoniak und Endogas, wobei das Ammoniak den atomaren Stickstoff, und das Endogas den Kohlenstoff, für die Anreicherung in der Bauteiloberfläche zur Verfügung stellt. Optional ist auch eine Begasung unter Ammoniak, Stickstoff und Kohlendioxid möglich, die auch als „synthetische Gase“ bekannt sind. Die komplette Wärmebehandlungs-Anlage ist darauf ausgerichtet, Höchstleistungen in enger Toleranz-Spanne zu folgenden technischen Daten des Pflichtenhefts abzuliefern:

- Arbeitstemperatur 570-580 °C
  - Taktzeit pro Ofen unter 22,5 min
- 1 E-Maschine (15kW / 210Nm).
  - 2 Hydraulischer Drehmomentwandler mit Überbrückungskupplung.
  - 3 8-Gang Automatikgetriebe

- Chargengewicht > 630 kg/Stunde (nach komplettem Ausbau auf acht Bahnen)
- die Werkstücke (feinverzahnte Hohlräder aus niedrig legiertem Werkzeugstahl) sollen nach der Wärmebehandlung nachbearbeitungsfrei sein
- Maßgenauigkeit und Oberflächengüte folgen allerhöchsten Standards der Fertigungsindustrie für Zahnräder im Getriebebau
- gesicherte Prozess-Schritte für die vier Verfahrens-Segmente Voroxidieren, Nikotrieren / Nitrocarburieren, Schutzgaskühlen und Nachkühlen.

Ein maßgeschneidertes Anlagen-Layout von Ipsen sieht die Kombination von vier Durchstoßöfen mit je zwei Durchlaufbahnen für die Werkstücke vor (Stand 2011). Als Heizelemente für alle acht Durchstoßbahnen kommen spezielle Recon®III - Gasbrenner zum Einsatz, die extrem enge Temperatur-Toleranzen für eine optimale Reproduzierbarkeit der einzelnen Verfahrensschritte bieten. Neben einem Voroxidationsofen, der für je zwei doppelbahnige Nitrocarburieröfen alle Chargen vorbehandelt, besteht die Anlage aus den eigentlichen Nitrocarburieröfen. Diese haben einen Nitrocarburier- und einen Kühlbereich, die eine Tür voneinander trennt. Am Eingang zum Nitrocarburier-Bereich, sowie am Ausgang des Kühlbereiches, sind Vakuumschleusen installiert. Sie dienen sowohl der Anlagensicherheit als auch einer Verkürzung der Prozesszeit, da eine langwierige Stickstoffspülung durch das Evakuieren und Stickstoff-Fluten der Schleusen entfällt. Nach dem Verlassen des Nitrocarburier-Ofens werden die Chargen auf Kühlplätzen bis zur gewünschten Endtemperatur abgekühlt.

Bild: BMW



Heizkammer eines doppelbahnigen Ipsen-Nitrier-Durchstoßofens.

## Reduktion des Ammoniakverbrauchs

Im Nitrocarburierprozess misst ein Ipsen HydroNit®-Sensor permanent den Wasserstoffgehalt der Ofenatmosphäre direkt im Ofenraum. Mit diesem Wert sowie den Daten der Ofenbegasung wird die aktuelle Nitrierfähigkeit der Ofenatmosphäre berechnet. Bei Bedarf kann diese über die Massendurchflussregler in den einzelnen Gassträngen der Mischbatterie variiert werden. So ist es möglich, den Ammoniakverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren und die Betriebskosten deutlich zu senken.

Die exakte Kenngrößen-Aufnahme mit der Prozesssteuerungs-Software Ipsen Nitro-Prof® erlaubt eine sehr präzise

Reproduzierbarkeit sämtlicher Verfahrensschritte. Zusätzlich fließen die Prozessdaten in eine umfassende Zyklus- und Chargen-Dokumentation ein, die alle Anforderungen der AMS 2750 D, 2759 6B, 2759 10A sowie der CQI9 erfüllt.

## Verzugsarmes Verfahren für komplexe Werkstücke

Als Ergebnis des Nikotrier-Prozesses erreicht die Oberfläche der Werkstücke (je nach Werkstoff) einen Härte- wert von 550 bis 650 HV1 und die gewünschten Verschleiß- sowie Laufei- genschaften und Festigkeitswerte. Im Gegensatz zum Einsatz-Härten erzeugt die Nitrocarburier-Behandlung keine oder nur minimale Verzüge, da es we-

der zu einer Gefüge-Umwandlung noch zu extremen thermischen Spannungen innerhalb der Werkstücke kommt. So entfällt ein aufwändiges Nacharbeiten oder Waschen der Bauteile und sie stehen sofort im weiteren Fertigungsprozess zur Verfügung. Daher eignet sich das verzugsarm arbeitende Verfahren besonders für komplexe, dünnwandige Bauteile wie die Hohlräder für das 8HP. Dank hoher Präzision und schmaler Toleranzbänder kann die Ipsen-Anlage filigrane Werkstücke in großer Serie bearbeiten. Die genaue Überwachung aller Parameter der Prozesssteuerung führt zu einer hohen Reproduzierbarkeit der Wärmebehandlungsergebnisse. So kann über tausende von Bearbeitungs-Zyklen das immer gleiche Profil aller Werkstück-Eigenschaften annähernd deckungsgleich eingehalten werden. Auf diese Weise setzt die neue Fertigungsanlage in Saarbrücken zukünftig neue Maßstäbe in Bezug auf Laufruhe, Geräuscharmheit und Haltbarkeit der Getriebe.

## Positives Fazit

Im Gesamten fiel die Auslegung der 8HP-Kraftübertragung so verfeinert und zugleich vorteilhaft aus, dass der Technik-Vorstand von ZF, Dr. Michael Paul, einige Argumente für das Acht-Gang-Automatikgetriebe auflisten kann: „Mehr Gänge, aber nicht mehr Gewicht. Mehr Beschleunigung, aber weniger Verbrauch. Mehr Drehmoment, aber nicht mehr Kosten.“ Peter Lankes, CEO von Ipsen International GmbH, schaut positiv in die Zukunft: „Die Tendenz der Fahrzeug-Industrie, immer höhere Drehmomente über immer zierlichere Zahnräder zu transferieren, wird das Know-how von Ipsen definitiv zu weiteren Projekten fördern. Wir sind jedenfalls ausgesprochen stolz über die Lektionen, die wir Seite an Seite mit den Experten von ZF erlernen konnten.“

Auch die Fachpresse lobt das Resultat der Kooperation: „Das Beste (am ZF 8HP-Getriebe) ist die Tatsache, dass es gar nicht auffällt, so schnell und sanft jongliert es mit den Zahnradern.“ (auto motor und sport, 13. Januar 2011, Test Range Rover TD 4.4 V8)



Kontinuierliche Ipsen-Anlage zur Getriebeteilehärtung im ZF-Werk Saarbrücken.