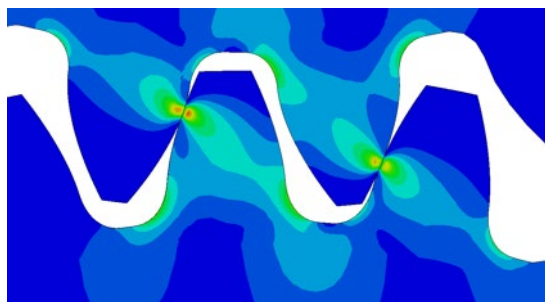


Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnräder

Das Forschungsvorhaben FVA 856 I „Auslegung spritzgegossener Kunststoffzahnräder“ beschäftigte sich mit der Berechnung von faserverstärkten Kunststoffzahnradern. Untersucht wurden umfangreiche mechanische und tribologische Materialeigenschaften des faserverstärkten Kunststoffes. Mittels Zylinder-auf-Ring-Versuche wurden Reibungszahlen im ölgeschmierten und trockenen kontraformen Kontakt, abhängig von Temperatur, Belastung, und Geschwindigkeit, ermittelt. Zur Übertragbarkeit der im Zugversuch ermittelten mechanischen Materialkennwerte auf die Zahnradsimulation sind in diesem Projekt vor allem Unterschiede in der Faserorientierung und –länge aufgefallen, die einen starken Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften aufweisen können. Die aktuelle Materialcharakterisierung umfasst Spannungs-Dehnungs-Kurven und daraus ermittelte Kennwerte in Abhängigkeit von Feuchtegehalt, Temperatur und Dehnrates. Um eine bessere Übertragbarkeit der Kennwerte auf das Zahnradmodell zu ermöglichen wurden mittels einer mikromechanischen Simulationsmethode die E-Module aus den Zugversuchen vom Einfluss ihres 3-Schicht-Aufbaus gelöst. Weiterhin wurde ein aufwendiges multiphysikalisches Simulationsprogramm entwickelt, welche die Berechnung und Analyse der Beanspruchung und der Schädigung von (faserverstärkten) Kunststoffzahnradern über der Laufzeit ermöglicht. Hierzu wurde eine Reibungs-, Temperatur-, Verschleiß- und Schädigungsberechnung mit der Finiten-Elemente-Methode gekoppelt. In der FEM wurde ein Materialmodell verwendet, welches das komplexe Materialverhalten berücksichtigt. Hierbei werden Temperatur- und Dehnratenabhängigkeiten sowie anisotrope Materialeigenschaften berücksichtigt. Weiterhin wurde zur Berücksichtigung der lokalen Inhomogenität aufgrund der Kurzfasern eine geometrische Segmentierung im Simulationsmodell durchgeführt. Die Temperaturberechnung und die Verschleißberechnung des Simulationsmodells wurden anhand von Getriebeversuchen mit einer Stahl-Kunststoff Stirnradpaarung validiert.



Zur Untersuchung des Verschleißes wurden Zeitfestigkeitsuntersuchungen und für die Untersuchung der thermischen Belastbarkeit Laststeigerungsversuche durchgeführt. Die Versuche wurden trocken und mit Sumpfschmierung durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass die Temperaturberechnung sehr gute Übereinstimmung mit den experimentellen Versuchen zeigte. Die Verschleißberechnung zeigt für hohe Belastungen gute Vorhersagen des Materialverlusts aufgrund abrasiven und adhäsiven Verschleißes. In Versuchen wurde jedoch gezeigt, dass außerhalb des abrasiven und adhäsiven Verschleißes weitere Verschleißmechanismen vorliegen. Weiterhin wurden vorhandene Methoden zur Berechnung

der Zahnfußnennspannung, Flankenpressung und Linienlast mit der vorgestellten Multiphysik-Simulation, welche deutlich mehr Effekte berücksichtigt, verglichen. Dies gibt dem Anwender Hinweise, die Ergebnisse seiner Auslegung mit analytischen Methoden zu bewerten und einzuordnen. Die mittels der MPS ermittelte Zahnfußnennspannung zeigte im Vergleich zu analytischen Berechnungsmethoden deutlich höhere Werte, welche auf die Inhomogenität des Materials zurückzuführen sind. Ebenfalls wurden Flankenpressungen und Linienlasten gegenübergestellt, wobei für die Berechnung der Flankenpressung Vorschläge zur Auswahl der Materialkennwerte gemacht wurden um die Berechnung der Flankenpressung nach VDI 2736 an das Simulationsmodell anzunähern.

Autoren: **Dipl.-Ing. Andreas Gebhard, Stefan Schmidt**
Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe Verbundwerkstoffe GmbH
Wassiem Kassem
TU Kaiserslautern Lehrstuhl für Maschinenelemente, Getriebe und Tribologie

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Eva Robens
T 069 66 03 18 88

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20379-N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik.

Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.