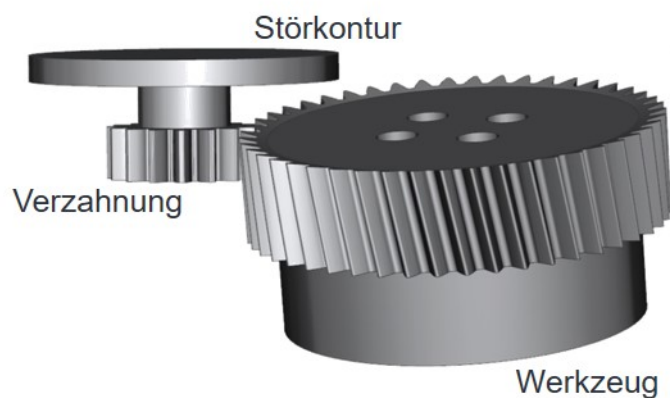


„Wälzschälens von Innenverzahnungen“

Untersuchung der Wirtschaftlichkeit und der technologischen Einsatzgrenzen des Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln

Getriebebauteile weisen an Querschnittsübergängen oft Störkonturen in Form von Wellenschultern auf, sodass der Werkzeugauslauf bei der Verzahnungsbearbeitung stark eingeschränkt ist. Um den Werkzeugauslauf beim Wälzschälens möglichst gering zu halten und somit Verzahnungen neben Störkonturen fertigen zu können, soll der verfahrensbedingte Achskreuzwinkel reduziert werden. Allerdings führt die Verringerung des Achskreuzwinkels vom konventionellen Bereich zwischen 20 und 30° auf 5 bis 15° zu ungünstigen Eingriffsbedingungen, sodass die Auslegung wirtschaftlicher Prozesse eine Herausforderung darstellt. Ziel des Vorhabens war die Untersuchung der technologischen Grenzen und der Wirtschaftlichkeit des Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln (siehe Abbildung).



Zu Beginn des Vorhabens wurde ein Berechnungsprogramm entwickelt, welches die Ermittlung des Abstands des Werkzeugs zur Störkontur beim Werkzeugauslauf ermöglicht. Dadurch kann der Anwender Kollisionsanalysen durchführen und somit eine kollisionsfreie Bearbeitung sicherstellen. In der Kollisionsanalyse für das Demonstratorbauteil (siehe Abbildung oben) konnte gezeigt werden, dass sowohl der Achskreuzwinkel als auch eine außermittige Bearbeitung, zur Erzeugung eines Freiwinkels den Abstand zur Störkontur positiv beeinflussen können. Bei konstantem Achskreuzwinkel führt die außermittige Bearbeitung zu einem größeren Abstand zur Störkontur. Allerdings führt dies auch zur Verringerung des effektiven Achskreuzwinkels und zur Verschlechterung der resultierenden lokalen Prozesskenngrößen, die die Werkzeugbelastung bestimmen. Im Rahmen des Projekts wird das Spannungsfeld der Auslegung zwischen Abstand zur Störkontur und lokalen Schnittbedingungen bei der Auswahl einer geeigneten Kombination von Achskreuzwinkel und Positionswinkel dargestellt.

In Analogieversuchen an einer Außenverzahnung aus 16MnCr5 mit Einzahnwerkzeugen wurden dann die Einflüsse unterschiedlicher Prozessparameter für Achskreuzwinkel zwischen 5° und 15° auf den Prozess, das Werkzeug und das Werkstück dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass Achskreuzwinkel kleiner als 10° zu einem engen Parameterfenster führen. Die Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und lokalen Spannungskenngrößen deuten auf eine Grenze hinsichtlich des minimalen effektiven Spanwinkels hin und dieser wurde als wichtigste Auslegungskenngröße für kleine Achskreuzwinkel identifiziert. Hierbei wurde gezeigt, dass der Werkzeug-Kopfspanwinkel und eine Mehrschnittaufteilung den negativen effektiven Spanwinkeln entgegenwirken und dadurch die Standmengen deutlich verbessert werden können.

Anschließend erfolgte die Validierung der Ergebnisse anhand von Realversuchen mit Vollwerkzeug. Hierbei wurden eine zweite Verzahnungsgeometrie und der gleiche Werkstoff eingesetzt. Trotz kürzerer Standwege können die Ergebnisse mit denen aus den Analogieversuchen korreliert werden. Die gleichmäßige Verschleißbildung und eine ähnliche Verschleißausprägung deuten auf einen stabilen Prozess hinsichtlich des Verschleißverhaltens hin. Dieser konnte durch eine Mehrschnitt-Prozessauslegung, die auf dem minimalen akzeptablen Spanwinkel aus den Analogieversuchen basiert, sichergestellt werden. Abschließend erfolgte die Übertragung der Ergebnisse der Versuche an 16MnCr5 auf einen zweiten, vorvergüteten Werkstoff 30CD12. Die instabilen Prozesse und sehr kurzen Standwege deuten darauf hin, dass die identifizierte Prozessgrenze stark materialabhängig ist.

Die bei kleinen Achskreuzwinkeln benötigte hohe Anzahl an Zustellungen und die niedrigen Spannungsdicken wirken sich negativ auf die Hauptzeiten aus. Diese werden durch die hohen erforderlichen Drehzahlen zur Erzielung einer Mindestschnittgeschwindigkeit zum Teil kompensiert. Die Hauptzeiten liegen zwei bis sechsfach über der Hauptzeit mit konventionellen Achskreuzwinkeln, können jedoch noch immer zwei bis dreifach geringer sein als beim Referenzverfahren Stoßen, das beim Verzahnen mit Störkontur den Stand der Technik darstellt.

Die erzielten Ergebnisse zeigen die Herausforderungen der anspruchsvollen Eingriffsbedingungen beim Wälzschälen mit kleinen Achskreuzwinkeln auf. Gleichzeitig bieten sie Ansatzpunkte für das enge Prozessfenster, ermöglichen den Anwendern eine Beurteilung, welche Verzahnungen mit Störkonturen durch das Wälzschälen bearbeitet werden können und bilden somit die Basis für die Auslegung wirtschaftlicher Prozesse.

Autoren: Bruno Vargas
Karlsruher Institut f. Technologie (KIT) Institut für Produktionstechnik

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dirk Arnold
T 069- 66 03- 16 32

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19053 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 Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Hintergrundinformationen zur FVA

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

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.