

Asymmetrisch Wälzfräsen

Untersuchung des Wälzfräsens von Verzahnungen mit asymmetrischen Profilen

Die Fertigung von asymmetrischen Zahnrädern bietet große Potentiale für die Erhöhung der Leistungsdichte von Getrieben mit Vorzugs-lastrichtung. Das in diesem Vorhaben behandelte Verfahren des Wälzfräsens ist eine der produktivsten Fertigungsvarianten für Zahnräder dieser Art. Um die Prozessauslegung, gerade bei kleinen bis mittleren Losgrößen, zu verbessern, wurde zunächst ein Versuchsplan ausgearbeitet. Ziel war eine möglichst umfassende Betrachtung des Einflusses der Asymmetrie des Werkzeugprofils auf das Verschleißverhalten der Werkzeuge. Dazu wurden sieben verschiedene Werkzeuge mit einer Variation des Eingriffswinkels gefertigt. Diese umfassten einen Bereich der Eingriffswinkel von $\alpha_{n,l/r} = 10^\circ/25^\circ$ bis $\alpha_{n,l/r} = 25^\circ/10^\circ$. Die Varianten $\alpha_{n,l/r} = 22,5^\circ/12,5^\circ$ und $\alpha_{n,l/r} = 12,5^\circ/22,5^\circ$ verfügten zusätzlich über eine Protuberanz. Um ausschließlich den Einfluss des Eingriffswinkels auf das Verschleißverhalten zu untersuchen, wurde die Summe der Eingriffswinkel der rechten und der linken Flanke mit $\Sigma\alpha_{n,l,r} = 35^\circ$ konstant gehalten. Somit konnte der Kopfrundungsradius mit $\rho_{aP0} = 0,85$ mm für alle asymmetrischen Varianten konstant gehalten und vergleichbare Eingriffsbedingungen zwischen allen Varianten am Werkzeugkopf sichergestellt werden.

Verzahnung

Werkstoff: 20MnCr5

$Z_2 = 39$

$\beta_2 = 23^\circ / -23^\circ$

$d_{a2} = 116,2$ mm

Werkzeug

Schneidstoff: S390

Beschichtung: AlCrN

$m_{n0} = 2,557$ mm

$\alpha_{n,l/r} =$ variabel

$\rho_{aP0} = 0,85$ mm

$Z_0 / n_{10} = 17 / 2$

$d_{a0} = 80$ mm

Prozess

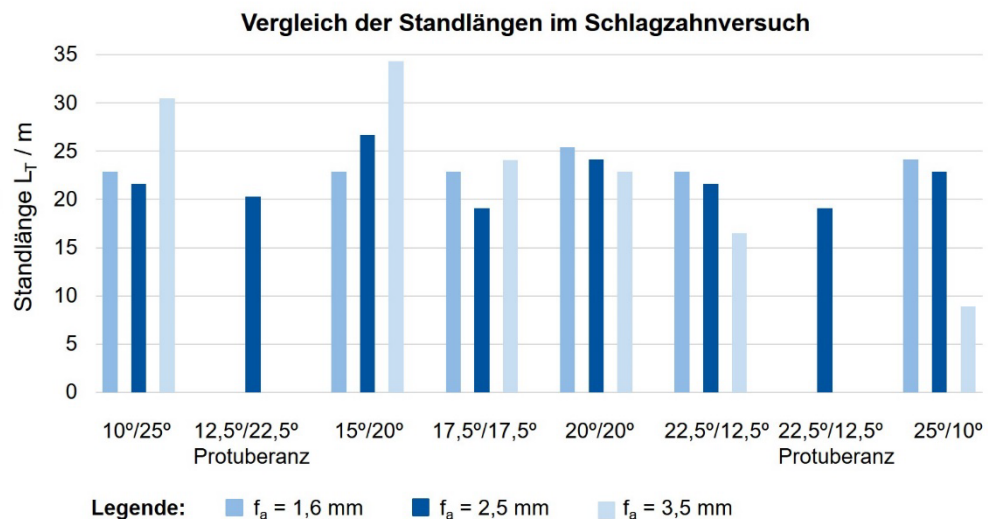
Gleichlauf, trocken

$T = 8,1$ mm

$v_c = 200$ m/min

$f_a =$ variabel

$h_{cu,max} =$ variabel



Die Ergebnisse der Schlagzahnversuche ließen eine vom Werkzeugprofil unabhängige Korrelation des Verschleißes mit dem Vorschub erkennen. Für Vorschübe von $f_a = 1,6$ mm und $f_a = 2,5$ mm war kein signifikanter Einfluss der gewählten Eingriffswinkel auf den Verschleiß der erkennbar. Bis auf einen Ausreißer bei $\alpha_{n,l/r} = 15^\circ/20^\circ$ lagen für $f_a = 2,5$ mm die Standlängen in einem Bereich um $L_T = 22$ m. Bei einem Vorschub von $f_a = 1,6$ mm lagen die Werte in einem Bereich von L_T

= 22,88 m bis $L_T = 25,42$ m. Im Gegensatz dazu ließ sich durch eine Steigerung des Vorschubs auf $f_a = 3,5$ mm ein deutlicher Zusammenhang zwischen Eingriffswinkel und Verschleiß feststellen. Während sowohl für $\alpha_{n,l/r} = 10^\circ/25^\circ$ und $\alpha_{n,l/r} = 15^\circ/20^\circ$ die für diese Werkzeuge höchsten Standlängen erreicht werden konnten, wurden für alle anderen Werkzeuggeometrien deutlich geringere Standlängen festgestellt als bei kleineren Vorschüben. Die Standlänge der Werkzeuge mit $\alpha_{n,l/r} = 22,5^\circ/12,5^\circ$ und $\alpha_{n,l/r} = 25^\circ/10^\circ$ war im Vergleich zur Variante mit $f_a = 2,5$ mm mit $L_T = 16,6$ m um 23,5% beziehungsweise mit $L_T = 8,9$ m 61% geringer. Als Ursache für die Entstehung von kritischen Verschleißerscheinungen konnte eine Überlagerung von geringen effektiven Freiwinkeln mit einem lokalen Maximum der Anzahl an Schnitten identifiziert werden. Dieses Phänomen wurde vorwiegend bei Varianten mit einem kleinen Eingriffswinkel auf der einlaufenden Flankenseite beobachtet.

Autor: **Christopher Janßen**
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen Lehrstuhl für
Technologie der Fertigungsverfahren

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Henrik Schenk
T 069- 66 03- 11 27

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20315-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.