

Digitales Expertensystem zur Analyse und Ursachenfindung geräuschanregender Welligkeiten auf Zahnflanken

In kontinuierlich abwälzenden Verzahnprozessen können durch Abweichungen im Fertigungsprozess Welligkeiten auf den Zahnflankenoberflächen entstehen. Diese periodischen Abweichungen tragen signifikant zur Geräuschanregung im Getriebe bei, schon bei kleinsten Amplituden im Submikrometerbereich. Eine frühestmögliche Detektion dieser Welligkeiten sowie das Erkennen und Abstellen der Ursachen sind in der Serienfertigung von zentraler Bedeutung.

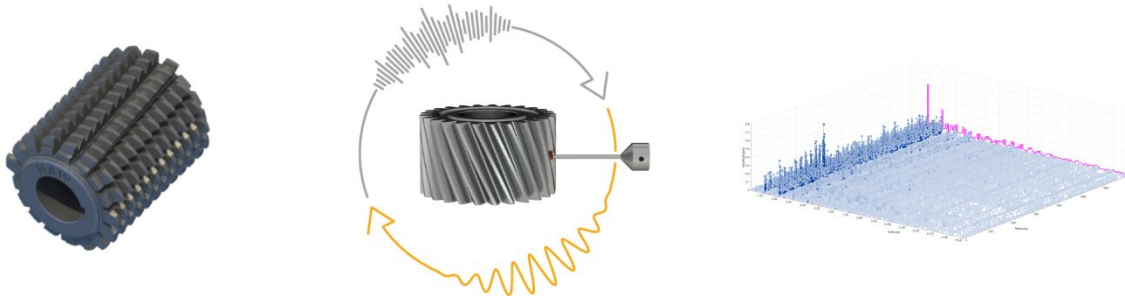
Da der Entstehungsmechanismus als überwiegend deterministisch anzusehen ist, können die Welligkeiten als Fingerabdruck der Fertigungsabweichungen verstanden werden. Im Vorhaben wurden für das Wälzfräsen und das kontinuierliche Wälzschleifen analytische Ansätze entwickelt, um die Entstehung periodischer Abweichungen möglichst universell beschreiben zu können. Darüber hinaus konnte die Methodik erfolgreich erweitert werden, um auch die Abweichungsentstehung beim Wälzschälen von Innenverzahnungen in ähnlicher Weise zu beschreiben.

Die entwickelte Beschreibung der Abweichungsentstehung eignet sich in der rückwärtigen Anwendung ebenso zur Bestimmung möglicher Ursachen für gemessene Welligkeiten. Die Ursachenfindung gelingt, wenn die relevanten Prozess- und Geometrieparameter genau bekannt und in der systematischen Rückrechnung eingesetzt werden. Im Abgleich mit Simulation und Bauteilmessungen aus früheren Schleifversuchen konnte dies validiert werden. Mit dem Ziel der Durchgängigkeit und Konsistenz der Daten und einer einfachen Anwendbarkeit wurde die Ursachensuche in ein digitales Expertensystem überführt, welches das GDE-Format als zentrale Schnittstelle verwendet.

Mit einer serienbegleitenden Verzahnungsmessung und integrierter Welligkeitsanalyse liegen große Datenmengen mit hohem Informationsgehalt über den Prozess und die eingesetzten Maschinen vor. Zur statistischen Betrachtung dieser Datensätze der Welligkeitsanalyse existierten bisher keine veröffentlichten Methoden und Betrachtungsweisen, um diese Information über die reine Qualitätsbewertung in iO niO hinaus zu nutzen. In das Expertensystem wurde aus diesem Anlass ein Modul zur statistischen Analyse der Welligkeitsspektren integriert, gespeist ebenfalls über die GDE-Schnittstelle. Dieses Modul unterstützt sowohl bei der Festlegung von Toleranzkurven für die Serienüberwachung als auch bei der explorativen Datenanalyse, um geeignete Betrachtungsweisen für individuelle Problemstellungen abzuleiten. Hierzu wurden unter anderem ein schneller Cluster-Algorithmus sowie klassische statistische Methoden zur Erkennung von Verteilungen und zeitlichen Trends integriert.

Mit einer serienbegleitenden Verzahnungsmessung und integrierter Welligkeitsanalyse stehen große Datenmengen mit hohem Informationsgehalt über den Prozess und die eingesetzten Maschinen zur Verfügung. Zur statistischen Auswertung dieser Datensätze existierten bisher keine veröffentlichten Methoden und Werkzeuge, um diese Informationen über die reine Qualitätsbewertung hinaus zu nutzen. Aus diesem Anlass wurde in das Expertensystem ein

Modul zur statistischen Analyse der Welligkeitsspektren integriert, das ebenfalls über die GDE-Schnittstelle angebunden ist. Das Statistikmodul des Expertensystems unterstützt sowohl bei der Festlegung von Toleranzkurven für die Serienüberwachung als auch bei der explorativen Datenanalyse, um geeignete Betrachtungsweisen für individuelle Problemstellungen abzuleiten. Hierzu wurden unter anderem ein schneller Cluster-Algorithmus sowie klassische statistische Methoden zur Erkennung von Verteilungen und zeitlichen Trends integriert.



Autor: **Matthias Fath**
Laborzentrum Produktionstechnik – HAW Hamburg

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

Das Projekt 733 IV der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über Eigenmittel finanziert.

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.