



Energieeffiziente
Produkt- und
Prozessinnovationen in
der Produktionstechnik

Ein sächsischer
Spitzentechnologiecluster

PRODUKTIONSSYSTEME CFK-METALL-HYBRIDBAUWEISE

Hybrider Kugelgewindetrieb in Ultraleichtbauweise

Die Leistungsfähigkeit moderner Produktionssysteme wird maßgeblich durch das dynamisch-mechanische Verhalten der Vorschubachsen bestimmt. Bei einem Großteil dieser Vorschubachsen kommen als zentrales Übertragungselement Kugelgewindetriebe (KGT) zur Übersetzung der rotatorischen Antriebsbewegung in die translatorische Bewegung der Strukturelemente zum Einsatz. Dabei limitiert das Eigenschaftsprofil konventioneller KGT die resultierende Systemdynamik, was eine geringe Prozess- und Energieeffizienz zur Folge hat. Durch signifikante Reduktion der Massenträgheiten und thermischen Dehnungen von KGT als zentrales Übertragungselement lässt sich das dynamische Verhalten der

Vorschubachsen optimieren, was im hohen Maße zur Steigerung der Produktivität und Energieeffizienz beiträgt.

Auslegung und Realisierung des HYBRID-CFK-Kugelgewindetriebs

Die Überführung eines KGT in Stahlbauweise zu einer Leichtbaulösung mit identischen geometrischen Dimensionen bedingt den Einsatz von Hochleistungsmaterialien. Nur auf diese Weise sind vergleichbare mechanische Eigenschaften realisierbar. Die entwickelte Lösung bedient sich eines kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffkerns, wobei sich die Faserarchitektur nach den entsprechend vorherrschenden Belastungen richtet. Bedingt durch die geringe



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ



Fraunhofer
IWU

Handlungsfeldleiter:

PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel
Tel.: 0371-531-23500
wzm@mb.tu-chemnitz.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Uwe Friess
Tel.: 0371-5397-1393
uwe.friess@mb.tu-chemnitz.de

Dipl.-Ing. Frank Schubert
Tel.: 0371-5397-38799
frschu@hrz.tu-chemnitz.de

Dipl.-Ing. Gerd Paczkowski
Tel.: 0371-5397-37887
gerd.paczkowski@mb.tu-chemnitz.de

www.eniprod.eu



Europa fördert Sachsen.
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST



PRODUKTIONSSYSTEME

CFK-METALL-HYBRIDBAUWEISE

Verschleißfestigkeit von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) sind insbesondere für hochdynamische Anwendungen metallische Kugellaufbahnen vorzusehen. Als zielführende Technologie zum Applizieren der Laufflächen wurde das Hochgeschwindigkeitslichtbogenspritzen (HVAS) identifiziert. Aufgrund der erforderlichen Metallschichtrohdicke (>4 mm), in welche die

Kugelbahnen spanend eingebracht werden, ist ein sequentieller metallischer Lagenaufbau erforderlich. Die Auslegung der Leichtbau-Komponente erfolgte mittels umfangreicher Bauteilsimulationen. Neben wichtigen Steifigkeitsbetrachtungen wurde dem Festigkeitsverhalten infolge thermischer und mechanischer Lasten Rechnung getragen. Aufgrund

des stark negativen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Kohlenstofffasern können an der Grenzfläche zwischen FKV und Metall versagenskritische Schubspannungen resultieren. Diese wurden über einen gradierten Verbundaufbau – sowohl im FKV, als auch im Metall – derart optimiert, dass sich die erforderliche Betriebsfestigkeit gewährleisten lässt.

Unidirektionaler CFK-Kern



CFK-Wickelstruktur



Lasteinleitung



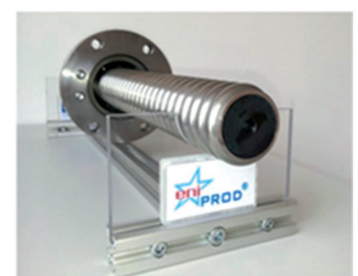
HV-Lichtbogenspritzen



span. Bearbeitung



Bauteil



Ergebnisse

Das entwickelte Zieldesign weist im Vergleich zum Referenzbauteil eine Massereduktion von 50% auf. Darüber hinaus konnte die thermische Längsdehnung um 90% vermindert werden. Dies ermöglicht den Einsatz von Fest-Fest-Lagerungen in hochdynamischen WZM-Vorschubachsen. In Folge dessen verbessert sich das dynamisch-mechatronische Systemverhalten und die Produktivität der WZM signifikant. Der neuartige Hybrid-CFK-KGT ist in der Lage, ähnliche dynamische Parameter wie lineare Direktantriebe in WZM-Vorschubachsen zu realisieren und verfügt dabei über eine wesentlich günstigere Energiebilanz.