

Fahren von Lastkollektiven mit dem Gelenkwellen-Verspannprüfstand



Schmelter, R.

Gelenkwellen sind im Betrieb ständig wechselnden Belastungen ausgesetzt, welche bei der Berechnung nicht immer im ausreichendem Maße berücksichtigt werden können. Daher ist es vor allem bei Neuentwicklungen sinnvoll Lebensdauertests an Prototypen mit geeigneten Lastkollektiven durchzuführen. Dazu gibt es seit diesem Jahr am Institut für Maschinenwesen (IMW) der TU-Clausthal einen Verspannprüfstand, der das automatisierte Fahren vollständiger Lastkollektive für Lebensdaueruntersuchungen an Gelenkwellen im KFZ und NFZ-Bereich ermöglicht.

Under real life conditions, cardan shafts are loaded with several forces that cannot always be considered in the calculation. Therefore, it is essential to test prototypes endurance. For this reason, the Institute of Mechanical Engineering (IMW) at the University of Technology in Clausthal has a test bench that can drive load configurations automatically on cardan shafts for automobile and small truck applications.

1 Gelenkwellenprüfstand – Stand der Dinge

Am Institut für Maschinenwesen (IMW) der TU-Clausthal gibt es drei Gelenkwellen-Verspannprüfstände verschiedener Größenordnung. Das bisherige Einsatzfeld dieser Prüfstände war es, Verschleiß in den verschiedenen Maschinenelementen (z.B. den Schiebeseiten) von Gelenkwellen unter verschiedenen Parametern wie Schmierfilm und Werkstoffpaarung zu untersuchen. Ziel dabei ist z.B. die Optimierung des Zahnwellenprofils, der Oberflächenbehandlung sowie der Schmierfette um die Lebensdauer zu erhöhen. Dazu ist es für gewöhnlich ausreichend, die Gelenkwellen bei einer konstanten Drehzahl mit einer künstlichen gleichbleibenden Last zu verspannen und die Auslenkung zyklisch zu ändern.

Die Veränderung der Auslenkung wurde dabei mit einem Exzenterantrieb mit Schubstange realisiert. Das Verspannmoment, realisiert

durch einen hydraulischen Verspannmotor, wurde durch ein Druck-einstellventil festgelegt. Die Drehzahl bei den Versuchen wurde konstant gehalten.

1.1 Alter Prüfstand – neue Aufgabe

Im Fahrzeugbau, dem Haupteinsatzfeld von Gelenkwellen, ist in erster Linie nicht der Verschleiß an einzelnen Stellen der Gelenkwelle interessant. Wichtiger ist die Aussage, ob die Gelenkwelle die angedachte Lebensdauer erreicht. Für solche Lebensdaueruntersuchungen reicht es nicht mehr aus, zyklisch die Auslenkung bei konstanter Last zu ändern. Vielmehr ist gefordert, vollständige Lastkollektive aus Drehzahl, Verspannmoment und Auslenkung abzufahren um den realen Betriebsbelastungen möglichst nahe zu kommen. Um zukünftig dieser Anforderung gerecht zu werden, wurde ein Gelenkwellenprüfstand am IMW komplett überarbeitet und umgebaut.

1.2 Erweiterung der Leistungsfähigkeit



Bild 1: Gelenkwellenprüfstand nach Umbau

Lastkollektive für Gelenkwellen bestehen im Allgemeinen aus Drehmoment, Drehzahl und Auslenkung der Gelenkwelle.

Der Forderung nach einer variablen Drehzahl wird in der neuen Konfiguration durch einen Frequenzumrichter gesteuerten Hauptantrieb realisiert. Damit lassen sich jetzt Drehzahlen der Prüflinge von

450min⁻¹ bis 1500 min⁻¹ einstellen. Der Leistungsstarke Antrieb ermöglicht dabei ein Beschleunigen der Prüflinge von 0 auf Maximaldrehzahl innerhalb 15s.

Das Verspannmoment wird weiterhin durch einen hydraulisch beaufschlagten Verspannmotor erzeugt. Jedoch werden beide Zuläufe des Verspannmotors aktiv, durch jeweils ein Servoventil geregelt, mit Druck beaufschlagt. Derzeit erreichen wir einen Maximaldruck am Motor von 75bar, was ein Maximales Verspannmoment von ca. 2000Nm an den Prüflingen bedeutet. Durch die aktive Beaufschlagung beider Flügelzellen im Verspannmotor kann eine Spannweite von -2000Nm bis +2000Nm vollständig eingestellt werden. Um Schwankungen des Verspannmoments innerhalb einer Laststufen zu vermeiden, wird es über einen eingebauten PI-Regler ständig nachgeregelt.

Der Exzenterantrieb am Schwenktisch wurde durch ein Spindelhubgetriebe ersetzt, welches ein genaues Anfahren verschiedener Auslenkungen ermöglicht. Im derzeitigen Aufbau können damit Auslenkungen der Gelenkwellen von 0° bis über 10° bei einer maximalen Einbaulänge von 650mm angefahren werden.

Ergänzt wird der Prüfstand mit einer zuschaltbaren Fahrtwindkühlung der Gelenke.

Art des Prüfstandes	Verspannprüfstand
Umlaufende Leistung	derzeit 330kW
Drehzahl Prüflinge	450min ⁻¹ – 1500 min ⁻¹
Verspannmoment	derzeit -2000 bis 2000Nm, max. -4460 bis 4460Nm
Anzahl / Einbaulänge Prüflinge	2x bis 650mm
Gelenkauslenkung	derzeit bis über 10°
Genauigkeit Verspannmoment	±5%
Steuerung	Siemens Simatic S200

Tabelle 1: Technische Daten Verspannprüfstand

Die Steuerung und Regelung des Prüfstandes erfolgt mit einer SPS. Diese übernimmt auch die Notabschaltung im Fehlerfall und das geregelte Herunterfahren des Prüfstandes bei Versuchende. Der Prüfzyklus wird dabei anhand der Umdrehungen der Prüflinge abgefahren. Die Eingabe neuer Prüfprogramme erfolgt in Form einer Tabelle, so-

mit können innerhalb kürzester Zeit neue Lastkollektive eingepflegt und abgefahren werden.

2 Zusammenfassung

Im Prüfstand können rund um die Uhr zwei Gelenkwellen gleichzeitig geprüft werden. Durch die Möglichkeit Lastkollektive zu fahren, kann der Konstrukteur prüfen ob die Lebensdauer der Gelenkwellen der geforderten Lebensdauer entspricht und wo Schwachstellen bei der Konstruktion zu finden sind. Ergänzend können am IMW auch verschiedene Schadensindikatoren, wie Materialverschleiß und Knickspiel gemessen und identifiziert werden. Somit steht ein sinnvolles Portfolio zur Untersuchung der Haltbarkeit von Gelenkwellen im Betrieb zur Verfügung.