

FORSCHUNGSVEREINIGUNG AUTOMOBILTECHNIK EV

# FAT

ISSN 0933-050 X

## SCHRIFTEN REIHE NR. 110

**Schädigungsmechanismen  
bei kreuzverzahnten  
Flanschverbindungen**

# **Schädigungsmechanismen bei kreuzverzahnten Flanschverbindungen**

Auftraggeber:

Arbeitsgemeinschaft  
Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF)  
Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT)

Auftragnehmer:

Fachgebiet Konstruktionslehre und  
Fördertechnik  
Universität – GH – Duisburg

Verfasser:

Dipl.-Ing. J. Hauhoff  
Prof. Dr. D. Wunsch

Schlichtungsmethoden  
bei Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen

Verfahren  
Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen

Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen

Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen  
Konfliktlösungen

Postanschrift:  
Postfach 17 05 63 · 60079 Frankfurt  
Telefon (069) 75 70 - 1  
Drahtanschrift: Autoverband  
Telex 4 11 293

Druckerei Henrich GmbH  
Schwanheimer Straße 110  
60528 Frankfurt am Main

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur  
mit ausdrücklicher Genehmigung der FAT

## V O R W O R T

Die Entwicklung in der Gelenkwellentechnik ist gekennzeichnet durch stetige Zunahme des übertragenen Drehmoments bei gleichbleibenden äußeren Abmessungen der Gelenkwelle und ihrer Bauelemente. Diese Entwicklung war nur möglich durch Einführung von formschlüssigen Flanschverbindungen mit einer speziell auf diesen Anwendungsfall zugeschnittenen Planverzahnung.

Bei schweren Nutzfahrzeugen mit Antriebsleistungen von 300 kW und mehr haben sich kreuzverzahnte Flansche, die inzwischen nach ISO 8667 und 12557 genormt sind, für die Übertragung von Drehmomenten bis 42 kN als besonders gut geeignet erwiesen. Allerdings gab es bisher für eine optimale Auslegung der Verbindungselemente keine ausreichend abgesicherten Berechnungsregelwerke, vor allem auch nicht für die Auslegung in Abhängigkeit von der Größe des Beugungswinkels von Gelenkwellensystemen.

Zur Klärung dieser Fragen wurden die Versagensmechanismen ermittelt, die bei Belastungen, wie sie unter extremen Einsatzbedingungen bei Lastkraftwagen auftreten können, wirksam werden.

In experimentellen Untersuchungen mit reiner Torsions- wie auch mit überlagerter Axialkraft und in theoretischen Untersuchungen wurde der Einfluß der schädigenden Faktoren in Abhängigkeit vom Beugungswinkel ermittelt und anhand der Kriterien Schraubenbruch, Flanschbruch und Nachlassen der Vorspannung der Verbindung bewertet.

Im vorliegenden Bericht werden Untersuchungsmethode und Ergebnisse des Forschungsvorhabens, das von den im Anhang namentlich genannten Mitgliedern des FAT-AK 8 'Drehmomentwandlung und Kraftübertragung' betreut und begleitet wurde, dargestellt und erläutert.

Es zeigte sich, daß die Anteile an hohen betrieblichen und konstruktionsbedingten Belastungen für die Haltbarkeit der kreuzverzahnten Flanschverbindungen bestimmend sind. Weniger Einfluß hat die Verzahnungsqualität. Die in dieser Verbindung auftretenden komplexen Verspannverhältnisse und Belastungsarten sind durch die VDI-Richtlinie 2230 zur Dimensionierung von Schraubverbindungen nicht abgedeckt. Daher ließ sich ein einfaches analytisches Berechnungsverfahren für die betriebssichere Auslegung dieser Flanschverbindungen nicht finden.

FORSCHUNGSVEREINIGUNG AUTOMOBILTECHNIK EV (FAT)

Frankfurt am Main, im Juni 1994

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	3
2	Gelenkwellen	5
2.1	Aufbau der Kardangelenkelle	5
2.2	Kinematik der homokinetischen Kreuzgelenkwelle	6
3	Experimentelle Ausstattung	10
3.1	Servohydraulischer Gelenkwellenprüfstand	10
3.1.1	Aufbau des servohydraulischen Gelenkwellenprüfstandes	10
3.1.2	Regelung der Servohydraulikzylinder	12
3.2	DMS-Meßschrauben	13
3.2.1	Kalibriereinrichtung	14
3.2.2	Einfluß der verwendeten DMS-Typen	15
4	Langzeitversuche	18
4.1	Versuchsdurchführung	18
4.2	Grundlagen der Versuchsauswertung	20
4.3	Versuchsauswertung	21
4.4	Bruchmerkmale und Schadensanalyse	24
4.4.1	Brüche in Bereich des Muttergewindes	24
4.4.2	Brüche am Gewindeauslauf	28
4.4.3	Brüche am Übergang Schaft-Kopf	28
4.4.4	Anriß des Flanschmitnehmers	29
4.4.5	Zusammenfassende Betrachtung	29
5	Analyse der Schraubenbelastung	31
5.1	Messung der maximalen Schraubenlängskräfte	31
5.2	Messung der Biegemomente im Schraubenschaft	33
5.3	Untersuchungen der Verzahnungseigenschaften	36
5.3.1	Gleiten an den Zahnflanken	36