

Institut für Konstruktions- und Antriebstechnik der TU Chemnitz

Das 1996 gegründete Institut für Konstruktions- und Antriebstechnik an der TU Chemnitz umfasst die Professuren Konstruktionslehre (Prof. Dr.-Ing. E. Leidich), Maschinenelemente (Prof. Dr.-Ing. P. Tenberge) und Mechatronische Antriebstechnik (Prof. Dr.-Ing. M. Berger). Prof. Leidich und Prof. Tenberge sind Mitglieder der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Maschinenelemente, Konstruktionstechnik und Produktentwicklung e.V. (WGMK).

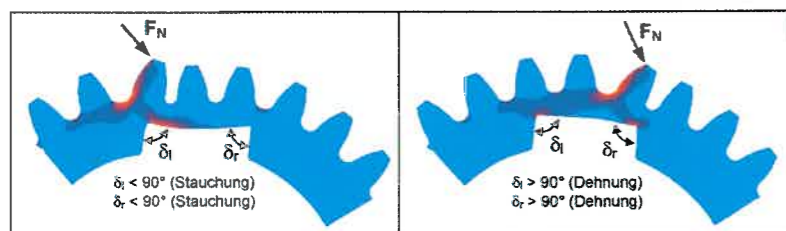


Bild 1
Deformationen einer dünnwandigen verzahnten Nabe mit Passfedernut

Professur Konstruktionslehre

Die Professur Konstruktionslehre wird von Prof. Leidich seit 1993 geleitet und beschäftigt zurzeit 9 wissenschaftliche Mitarbeiter. Zentrale Themen der Professur sind die Verbesserung der Berechnungsmethoden für gefügte Konstruktionselemente (z.B. Welle-Nabe-Verbindungen) und die Unterstützung der kostenorientierten Produktentwicklung durch effektive Methoden, Strategien und Werkzeuge. Die Ergebnisse fließen im Lehrfach Konstruktionslehre unmittelbar in die Grundausbildung und innerhalb der Studienrichtung Kon-

struktions- und Antriebstechnik in die branchenneutrale methodenorientierte Konstrukteursausbildung ein.

Aktuelle Forschungsprojekte sind experimentelle und numerische Untersuchungen von form- und kraftschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen (Bild 1), Reibkontakte mit reibungserhöhenden Beschichtungen, neue Festigkeitskonzepte zur Dimensionierung reibdauerbeanspruchter Bauteile und die Kostenschätzung in den frühen Konstruktionsphasen. Im Aufbau befinden sich die Forschungsgebiete schnelllaufende Gleitlager, Wissensmanagement – vorzugsweise im Bereich der Dimensionierung von Konstruktions-

elementen- und last but not least E-Learning. Enge Kontakte zur Industrie wie auch moderne Berechnungsprogramme (z.B. PressFit®) sichern den schnellen Wissenstransfer in die Praxis.

Projekte

Zur dauerhaftesten und zunehmend zeitfesten Dimensionierung reibbeanspruchter Bauteile sind die bekannten Festigkeitshypothesen nur bedingt geeignet. Basierend auf bekannten Spannungsmodellen und Versuchsergebnissen soll in einem laufenden DFG-Projekt ein neues Festigkeitskonzept entwickelt werden, um weitgehend auf teure Versuche verzichten zu kön-

nen. Die Wirkungen von Oberflächenbeschichtungen und Fertigungsabweichungen werden dabei in die Betrachtungen einbezogen.

Ein weiteres Themengebiet, mit dem sich die Professur befasst, sind die technischen unrunder Profile. Diese Profile sind vor allem im Bereich der formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen von großer Bedeutung. Aufgrund der komplexen mechanischen Zusammenhänge in derartigen Profilen wurden numerische Methoden zur Tragfähigkeitsuntersuchung der Profile eingesetzt. Darüber hinaus wurden auch experimentelle Untersuchungen zur Kalibrierung/Verifizierung der FE-Strukturen durchgeführt.

Durch Anwendung der Methode der konformen Abbildungen und durch eine komplexe elastische Formulierung des Profilproblems im krummlinigen Koordinatensystem ist es erstmalig gelungen, geschlossene Lösungen für zahlreiche unrunder Profile und speziell für die

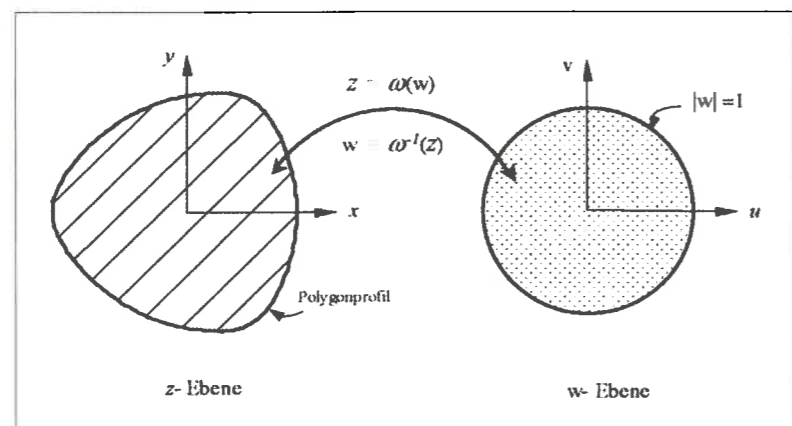


Bild 2
Konforme Abbildung für ein unrunder Profil

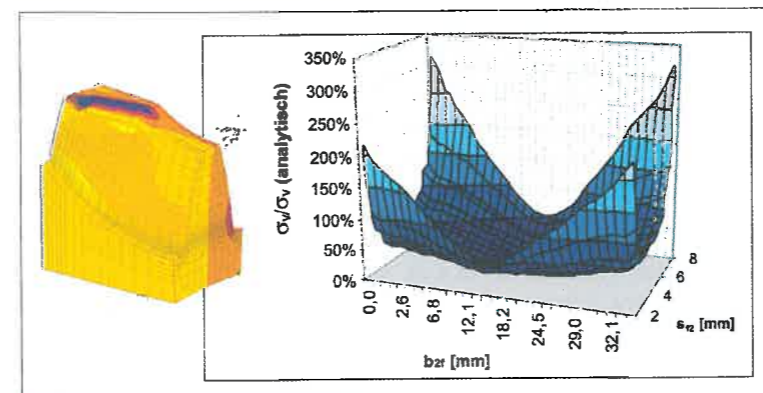


Bild 3
Zahnfuß-Vergleichsspannung, aufgetragen über der Zahnfußfläche



Bild 4
Prüfstand für die Untersuchung von Pressverbindungen bei Torsion und Umlaufbiegung

genomten P3G-Polygonprofile zu ermitteln (Bild 2).

Auf Basis der konformen Abbildungen wurden weitere zahlreiche neue Profile für technische Anwendungen entwickelt. Diese neuartigen Profile weisen einerseits eine kontinuierliche Kontur auf und andererseits besteht die Möglichkeit, die analytischen Lösungen für viele Anwendungsfälle zu ermitteln. Dies erhöht die Zuverlässigkeit der Profilauslegung bei erheblicher Reduzierung der Berechnungskosten. Die neuen Profile könnten die herkömmlichen Keil- und Zahnprofilwellen vorteilhaft ersetzen.

Tragfähigkeit von Schneckenrädern

Seit über 10 Jahren beschäftigt sich die Professur Konstruktionslehre mit dem Themengebiet der Tragfähigkeit von Schneckenrädern. Dabei werden die Übertragungsfähigkeit der Verzahnung sowie der Verbindung zweigeteilt ausgeführter, aus Stahlnabe und Bronzestrahlschweißen bestehender Schneckenräder – hierfür hat sich das Elektronenstrahlschweißen als sehr wirtschaftliches und ressourcenschonendes Verfahren durchgesetzt – experimentell und theoretisch untersucht. Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse wurde ein Berechnungskonzept für elektronenstrahlschweißte Schneckenräder ent-

wickelt. Eine Erweiterung dieses Ansatz erbrachten bruchmechanische Untersuchungen, in denen Rissentstehung und -wachstum in der Schweißnaht genau analysiert wurden.

Die Tragfähigkeit der Verzahnung wird durch den sukzessiven Verschleiß der Bronze begrenzt. Bisher sind die Aspekte Verschleiß und demzufolge Verlagerung der Beanspruchungsmaxima nur unzureichend in die Bestimmung der Zahnfußbeanspruchung eingeflossen. Ein neuer Ansatz, basierend auf der Zahnfußschädigungshypothese, berücksichtigt die kontinuierliche Verringerung des Zahnquerschnitts und die einhergehende Beanspruchungserhöhung. Mit Hilfe dieses neuen Berechnungskonzeptes können die Schneckenräder nunmehr mit größerer Ausnutzung des angewendeten Materials und höherer Zuverlässigkeit ausgelegt werden.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die mehrere Fachgebiete überspannenden Themenstellungen erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Daher bestehen enge Kontakte mit Kollegen der Werkstofftechnik, der Mechanik und Fertigungstechnik sowie mit Informatikern. Zusammen mit Kollegen der Wirtschaftswissenschaften berät die Professur

Unternehmen bei der kostenoptimierten Produktentwicklung. Einige erfolgreiche Industrieprojekte, wie auch Forschungsvorhaben (z. B. fuzzybasierte Kostenschätzung) konnten bereits realisiert werden. Die Ergebnisse fließen direkt in die Ausbildung der Wirtschaftsingenieure ein. Dort wie auch bei der angewandten Konstruktionsmethodik im Maschinenbau müssen studentische Zweierteams Industriearbeiten innerhalb eines Semesters bearbeiten und anschließend in der Gruppe die Entwicklungsergebnisse verteidigen. Die Studierenden werden so frühzeitig mit Problemstellungen aus der Industrie konfrontiert und lernen zugleich den Umgang mit Präsentationstechniken.

Professur Maschinenelemente

Die Professur Maschinenelemente beschäftigt sich in einem Forschungsschwerpunkt seit über 35 Jahren mit Welle-Nabe-Verbindungen und hier insbesondere unter der Leitung von Prof. Gropp mit der experimentellen Erforschung von Pressverbindungen. Für die Kraftübertragung in Pressverbindungen und deren Anwendungsgrenzen bei dynamischer Belastung gibt es bis heute keine allgemeingültigen Reibwertgesetz und Berechnungsalgorithmen.

Der sicherste Weg für die Auslegung kritischer Fälle führt deshalb immer noch über das Experiment an einer praxisnahen Modellverbindung (Bild 4).

Berechnung der Reibzone

Erst im letzten Jahr gelang der Professur ein neuer vielversprechender Berechnungsansatz mit der Modellierung der Reibzone als Schubelastischer Verband. Die örtliche Reibungszahl hängt dabei von den örtlichen Verschiebungen zwischen Welle und Nabe ab, die sich aus den Steifigkeiten der Bauteile und den Belastungen errechnen lassen. Die örtlichen Verschiebungen führen über die Lastwechsel zu Glättungen der Oberflächen, die nach dem Modell wiederum Auswirkungen auf die Reibungszahlen haben. Im Laufe vieler Lastwechsel bilden sich dann Gleitzonen aus. Derzeit wird dieses Modell anhand von experimentell bestimmten Gleitzonenlängen und gemessenen Verläufen der Kraftübertragung über den Fugenlängen verifiziert.

Tribologie

In das weite Fachgebiet der Tribologie fallen auch die Forschungsprojekte der Professur zur Kraftübertragung in Traktionsgetrieben und Umschlingungsgetrieben. Basierend

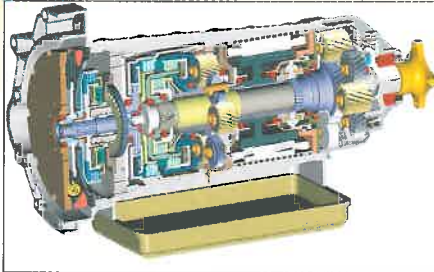


Bild 5

Vorschlag eines 7-Gang
Automatikgetriebes
mit nur 3 Lastschalte-
menten und optimal
integrierter E-Maschine

auf den Modellen von Johnson und Tevaarwerk und der ETHD-Theorie entstand ein detailliertes Modell für die Kraftübertragung in Reibradgetrieben mit Längs-, Quer- und Bohrschlupf. Mit Hilfe dieser Arbeiten wurden neue toroidale Traktionsgetriebe mit besseren Wirkungsgraden gebaut und erfolgreich getestet. Derzeit arbeitet die Professur auch an einer Prüfvorrichtung und Prüfvorschrift für Traktionsfluide.

Für stufenlose Umschlingungsgetriebe entwickelte die Professur ein neues, iteratives Berechnungsmodell, mit dem sich sogar Verstellvorgänge simulieren lassen. Der Kraftverlauf im Umschlingungsorgan wird erst einmal geschätzt. Mit den Elastizitäten der Scheiben erhält man die Scheiben- und Kettenverformungen und damit die ra-

dialen Verlagerungen der Kette in der Keilrille. Abhängig von der Trumgeschwindigkeit, der Verstellbewegung und der Scheibendrehzahl erhält man die Gleitwinkel in den Reibkontakten und damit einen genaueren Kraftverlauf. Eine Trumgeschwindigkeit und eine Trumkraft können dann iterativ sehr schnell so verändert werden, bis bei Vorgabe der Scheibenanpressung das geforderte Drehmoment übertragen wird. Dieser Algorithmus rechnet ca. 100 mal schneller als bisher bekannte Algorithmen.

Kfz-Getriebe

In einem sehr industrienahen Arbeitsgebiet befasst sich die Professur dann noch mit neuen Getriebestrukturen für die Anwendung in Fahrzeu-

gen. So entstanden in den letzten Jahren Vorschläge für neue Rolleraufhängungen in Reibradgetrieben, für leistungsverzweigende Getriebe mit elektrischem oder mechanischem Stellantrieb, für neue Automatikgetriebe und Windungsgetriebe mit bis zu 9 Gängen und für Doppel- und Dreifachkupplungsgetriebe sowie für stufenlos formschlüssige Satellitengetriebe. Seit 10 Jahren wirbt die Professur auch mit vielen Getriebevorschlägen für eine Hybridisierung der Fahrzeugantriebe. Das Fahrzeuggetriebe soll danach zu einem elektromechanischen Leistungsknoten zwischen Verbrennungsmotor, elektrischem Booster und den angetriebenen Achsen werden. Mittelfristig lassen sich nur mit einem besseren Energiemanagement die künftigen Verbrauchs- und Emissionsvorgaben in Fahrzeugen erreichen (Bild 5).

Analog zu den Forschungsschwerpunkten bietet die Professur Lehrveranstaltungen zu den Gebieten Konstruktionslehre/Maschinen-

elemente, Grundlagen der Tribologie, Fahrzeugmotoren, Fahrzeuggetriebe und stufenlose Getriebe an.

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Institut für Konstruktions- und
Antriebstechnik
Reichenhainer Str. 70
09107 Chemnitz
www.tu-chemnitz.de

Professur Konstruktionslehre
Prof. Dr.-Ing. Erhard Leidich
Tel.: 03 71/5 31 46 47
E-Mail:
e.leidich@mb.tu-chemnitz.de

Professur Maschinenelemente
Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge
Tel.: 03 71/5 31 37 19
E-Mail:
peter.tenberge@mb.tu-chemnitz.de

Hannover Messe Halle 2; C 39