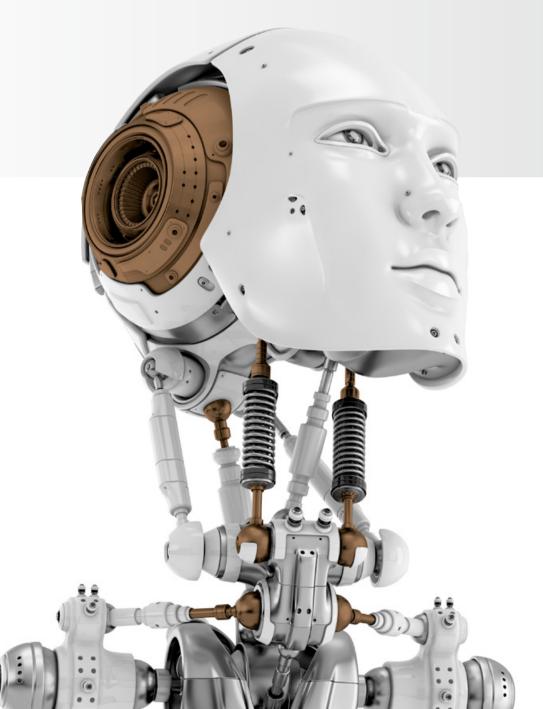
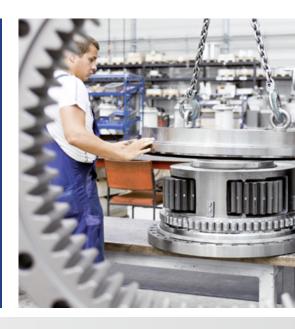


# Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. Geschäftsbericht 2017



vorgelegt anlässlich der Mitgliederversammlung am 30. November 2017 in Würzburg Berichtszeitraum 30.11.2016 bis 30.11.2017

## Inhalt



VOI WOLL	7	
Die FVA-Strategie – Gemeinsam in die Zukunft	8	
50 Jahre Gemeinschaftsforschung – Erfolg durch Zusammenarbeit	14	
Mehrwert durch Mitarbeit in den Gremien	16	
Die Arbeitskreise der FVA – Gemeinsam forschen für die Praxis	20	
Hans-Winter-Preis für Spitzenforschung	28	
Elektrische Antriebstechnik und Elektromobilität in der FVA	32	
Schneller Kenntnistransfer und hochwertige Weiterbildung		
Software & Service	46	
Finanzierung der Gemeinschaftsforschung		
ANLAGEN		
Anlage 1 Mitgliederverzeichnis	52	
Anlage 2 FKM-Forschungshefte	57	
Bildquellenverzeichnis	57	
Impressum	58	

### Vorwort



Dr. Arbogast Grunau
.....
Vorsitzender
des Vorstands



Hartmut Rauen
......
Geschäftsführer



Dr. Harald Naunheimer
Vorsitzender des
Wissenschaftlichen
Beirats

Liebe Mitglieder und Freunde der Forschungsvereinigung Antriebstechnik,

"Man muss etwas vom Wesen der Bewegung verstehen, um einen Sinn für die Zukunft zu erhalten." Aristoteles

Die Antriebstechnik ist eine faszinierende Branche. Sie bringt Bewegung in die Industrie und in unser Leben, sie ist Grundlage für Entwicklung, Fortschritt und Zukunft. Für viele bedeutet Antriebstechnik eine große Leidenschaft. So auch für acht Unternehmen aus der Antriebstechnik, die sich vor 50 Jahren im Jahr 1967 zusammengeschlossen haben. Ihr Ziel war es, Ressourcen zu vereinen und gemeinschaftlich die Grundlagenforschung und die Entwicklung von Innovationen voranzutreiben. Mehr Wissen, mehr Effizienz und mehr Innovation sollten den technischen Fortschritt beschleunigen. Das war eine gute Idee und die Geburtsstunde der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA).

### Gemeinsam an die Spitze

2017 feiert die FVA ihr fünfzigjähriges Bestehen und wir blicken stolz zurück auf 50 Jahre erfolgreiche Gemeinschaftsforschung in der Antriebstechnik. Das sind auch 50 Jahre Fortschritt in der mechanischen, elektromechanischen und elektrischen Antriebstechnik. Dies spiegelt sich auch wider in beeindruckenden Zahlen: In den vergangenen fünf Jahrzehnten hat die FVA insgesamt 1467 Forschungsprojekte erfolgreich realisiert – mit einem finanziellen Volumen von rund 230 Millionen Euro. Tausende junger Nachwuchswissenschaftler wurden mithilfe dieser Projekte anwendungsnah und zukunftsorientiert ausgebildet.

Heute ist die FVA das weltweit führende und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk für Antriebstechnik. Die FVA hat einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, dass Deutschland heute die führende Antriebstechnik-Nation der Welt ist. Denn gemeinsames Forschen zwischen Industrie und Wissenschaft ist die Grundlage für die Technologieführerschaft.







### Gut aufgestellt für die Zukunft

Als gemeinnütziger Verein hat es sich die FVA zur Aufgabe gemacht, die Antriebstechnik durch vorwettbewerbliche, gemeinschaftliche Forschung und Vernetzung weiterzuentwickeln und so die Basis für firmenspezifische Innovationen zu schaffen. Die FVA steht heute hervorragend da: 210 Mitgliedsunternehmen mit über 2000 Industrieexperten und 100 Forschungsinstitute mit über 300 wissenschaftlichen Mitarbeitern bilden die Grundlage unseres erfolgreichen Netzwerks und profitieren von der erfolgreichen Zusammenarbeit. Diesen Erfolg wollen wir auch für die Zukunft sicherstellen. Zum Jubiläum haben wir einen intensiven Strategieprozess abgeschlossen, den wir gemeinsam mit Ihnen erarbeitet haben.

Die Welt verändert sich rasant, Herausforderungen wie Digitalisierung, Vernetzung, Elektrifizierung und Internationalisierung kommen auf uns zu. Nur durch Veränderung kann die FVA auch weiterhin als weltweit führendes Forschungs- und Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik die Zukunft erfolgreich gestalten – zum Nutzen aller Mitglieder. Mehr über die Strategie der FVA erfahren Sie im folgenden Kapitel des Geschäftsberichts.

### Kompetenz entfaltet Stärke

Die FVA versteht sich als moderne, flexible und kraftvolle Organisation, mit dem Mut und Willen zur permanenten Erneuerung. So wurde 2017 als ein Ergebnis der Strategie-initiative mit der Einführung der Fachbeiräte die Organisation der FVA und damit verbunden der Prozess der Projektbewilligungen reformiert, um in Zukunft noch stärker und schneller auf die richtigen Themen zu setzen. Die Fachbeiräte setzen sich aus Themenexperten zusammen und bewerten die Forschungsprojekte anhand gemeinsam entwickelter Kriterien bezüglich ihres Nutzens.

### Vernetzung schafft Synergie

Die FVA verzahnt die besten Köpfe aus Industrie und Wissenschaft, sie sorgt dafür, dass das Forschungswissen schnellstmöglich bei den Mitgliedsfirmen zur Anwendung kommt und schafft so Synergien für alle Beteiligten. Wenn es um Vernetzung und Wissenstransfer geht, spielen Veranstaltungen eine wichtige Rolle. 2017 konnte die FVA mit ihren Kongressen GETPRO und E-MOTIVE, mit der Informationstagung und zahlreichen Seminaren zur Antriebstechnik insgesamt über 1400 Menschen zusammenbringen.





Die guten Teilnehmerzahlen und die Rückmeldungen zu unseren Veranstaltungen zeigen: Nicht nur die digitale und virtuelle Vernetzung ist wichtig, auch der reale, persönliche Austausch wird sehr geschätzt. Dabei gewinnt für unsere Mitglieder auch die globale Vernetzung immer mehr an Bedeutung. Deshalb wird die FVA 2018 ihre Kongressaktivitäten weiter internationalisieren und öffnet nach der BEARING WORLD auch die Kongresse E-MOTIVE und GETLUB dem internationalen Publikum.

### Wissen gestaltet Erfolg

Auch die fortschreitende Digitalisierung der Gesellschaft treibt die FVA an, sich neu auszurichten. Vernetzung und Know-how-Transfer erfolgen zunehmend auch digital. Die FVA hat erkannt, dass sie deshalb ihre Netzwerkstrukturen weitreichend digitalisieren muss. Im Mittelpunkt steht hierbei die Weiterentwicklung der Kommunikations- und Wissensplattform der FVA, THEMIS, die schon heute in der Antriebstechnik weltweit einzigartig ist. Über 6000 Nutzer profitieren von dieser zweisprachigen Plattform. FVA-Mitglieder können mit THEMIS, passend zu ihren Fragestellungen, das gesamte Wissen aus 50 Jahren Forschung abfragen und sich miteinander vernetzen. 2017 wurde planmäßig

das THEMIS 3.0-Release mit einem vollständig neuen Navigationskonzept ausgerollt. Eine aufgeräumte und modernisierte Oberfläche und eine deutlich verbesserte Suche zeigen, dass Benutzerfreundlichkeit im Mittelpunkt steht.

Die FVA-Workbench ist ein weiteres mächtiges Werkzeug für einen effizienten, schnellen und nachhaltigen Wissenstransfer in die Industrie. Als wegweisende Berechnungsund Simulationsplattform bündelt sie 50 Jahre Forschung und Wissen aus dem FVA-Netzwerk, wird laufend mit den neuesten Forschungsergebnissen aktualisiert und macht diese direkt für die industrielle Praxis anwendbar. Mit dem 2017 erfolgten Release 4.6 ist die FVA-Workbench noch leistungsstärker geworden. Die Berechnungsmethoden wurden konsequent weiterentwickelt und zudem können erstmals Modelle aus der FVA-Workbench direkt in verschiedene CAD-Formate exportiert und nahtlos in vielen Konstruktionsprogrammen weiterverarbeitet werden.

### Ein starkes Jubiläumsjahr

In ihrem Jubiläumsjahr konnte die FVA 14,3 Millionen Euro in Forschung investieren und damit 262 laufende Projekte betreuen – so viele wie noch nie. Möglich wurde dieser Rekord-









wert, weil der Haushaltsausschuss des Bundestags im November 2016 die Mittel für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) für das Jahr 2017 um 30 Millionen Euro aufgestockt hatte. Davon konnte die FVA mit 17 zusätzlichen AiF-Projekten profitieren. Ohne eine konzertierte Aktion aller Netzwerkpartner innerhalb und außerhalb der FVA wäre es nicht zu diesem erfreulichen Ergebnis gekommen. Wir werden uns weiter stark machen für die Förderung der IGF, denn sie stärkt nicht nur die Innovationskraft im Mittelstand, sondern leistet auch einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Fachkräftenachwuchses – zwei zentrale Anliegen der FVA.

### Unser Dank gilt Ihnen!

Gemeinschaftliche Forschung bedeutet nicht nur die Vereinigung von finanziellen Mitteln. Sie erfordert darüber hinaus ein großes Engagement der Mitgliedsunternehmen und vieler einzelner Personen sowie eine enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit der Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Der Erfolg der Vergangenheit basiert auf diesem großen und starken Zusammenhalt der Gemeinschaft - und er ist auch die Basis für eine erfolgreiche Zukunft. Für diese weltweit einzigartige und erfolgreiche Zusammenarbeit möchten wir all den vielen Mitarbeiterinnen

und Mitarbeitern in unseren Mitgliedsunternehmen, in den Forschungsstellen, unseren Förderern, vor allem dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), sowie der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) ganz herzlich danken. Und nicht zuletzt danken wir dem VDMA für die vielfältige Unterstützung seit den Anfängen der FVA.

Das herausragende Engagement jedes Einzelnen und die wirtschaftliche Unterstützung sind die Grundpfeiler unseres gemeinsamen Erfolgs der Vergangenheit und für die Zukunft. Wir freuen uns auf 50 weitere gemeinsame und erfolgreiche Jahre, mit Ihnen und einer starken FVA. Mit vereinten Kräften gestalten wir die Zukunft!

unau

der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V

## Die FVA-Strategie – Gemeinsam in die Zukunft





"Intelligenz ist die Fähigkeit, sich dem Wandel anzupassen." Unsere Welt verändert sich schneller als je zuvor. So auch die Branche der Antriebstechnik, die vor der Aufgabe steht, die zunehmende Komplexität, die hohe Dynamik und den beschleunigten Wandel als Chance zu verstehen und erfolgreich zu meistern. Deshalb haben wir uns auf den Weg gemacht, die aktuelle Lage und die bevorstehenden Herausforderungen der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) vor diesem Hintergrund zu analysieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind die Basis für die Bestimmung unserer zukünftigen strategischen Ausrichtung.

Damit wir auch in Zukunft immer einen Schritt voraus sind!

### DIE STRATEGIEINITIATIVE FVA 50+ Mit vereinten Kräften die Zukunft gestalten

Unsere Strategieinitiative basiert auf einer differenzierten Auseinandersetzung mit dem gesamten FVA-"Universum". Das Fundament bildete dabei eine Befragung unserer Mitglieder und unserer Forschungspartner. Die daraus resultierenden Ergebnisse führten zu einer weiteren Differenzierung unserer Analyse in die folgenden Säulen:

Die Initiative wurde 2014 vom Vorstand initiiert, um zum 50. Jubiläum der FVA im Jahre 2017 eine solide Grundlage für die künftige strategische Ausrichtung zu schaffen. Über 3 Jahre wurden in verschiedenen Workshops mit Mitgliedern, Beirat und Vorstand über 1.700 Manntage investiert. Allein im Roadmapping-Prozess wurden in 16 Workshops mit den 25 Arbeitskreisen mit 240 Teilnehmern aus 70 Unternehmen Zukunftsthemenfelder identifiziert und über 600 Seiten Workshop-Dokumentation generiert.

### TECHNOLOGIE-ROADMAPPING

**<**······

Über ein Technologie-Roadmapping wurden eine umfassende Portfolioanalyse des Forschungsspektrums durchgeführt, Synergien und neue Forschungsfelder identifiziert und gleichzeitig Prozess und Werkzeug geschaffen, um Transparenz und bessere Priorisierung der Themen zu erreichen und damit die Effizienz deutlich zu erhöhen.

### WERTEPROZESS

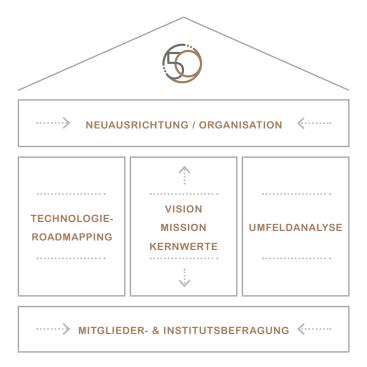


In einem Werteprozess wurden Kernwerte identifiziert und ausformuliert sowie Vision und Mission der FVA als zentraler Orientierungsrahmen der Strategieentwicklung definiert.

### **UMFELDANALYSE**



In einer Umfeldanalyse wurden die FVA-Leistungsbausteine analysiert und vermittels einer Positionsbestimmung im Markt externe Chancen und Risiken, alternative Anbieter und Angebote betrachtet.



Auf diesem Fundament und den drei entscheidenden Säulen bauen wir die Neuausrichtung unserer Forschungsvereinigung auf. FVA 50+ heißt, unsere Erfolgsgeschichte auf einer soliden Basis fortzuschreiben, mit vereinten Kräften.



### Strategische Implikationen

Ausgehend von dem im Werteprozess herausgearbeiteten Mindset der FVA, verbunden mit den Erkenntnissen des Technologie-Roadmappings und der Umfeldanalyse, wurden 9 strategische Implikationen identifiziert, die uns auch zukünftig erfolgreich machen:

### **UNSERE VISION**

Wir begeistern Menschen für das Zusammenwirken von Industrie und Wissenschaft.

**<**······

**.....** 

### **UNSERE MISSION**

Wir transformieren unser gemeinsam generiertes Wissen in anwendbaren Nutzen für die Antriebstechnik.



## UNSERE KERNWERTE & STRATEGISCHEN STOSSRICHTUNGEN



### ·> Kraftvoll - Kompetenz entfaltet Stärke.

- 1) Wir setzen gemeinsam die richtigen Themen.
- 2 Wir optimieren Leistungen, Prozess und Projekt-Performance, wir managen geballtes Know-how effizient.
- 3 Wir zeigen unsere Kompetenzen und Stärken.

### Verbindend – Vernetzung schafft Synergie.

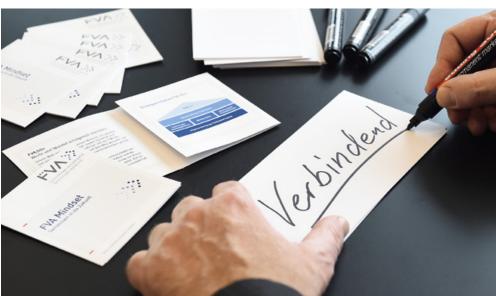
- 4 Wir verzahnen die besten Köpfe aus Wissenschaft und Industrie.
- (5) Wir binden internationale Akteure in interaktiven Plattformen digital ein.
- (6) Wir leben Austausch & Zusammenarbeit.

### Nutzengenerierend – Wissen gestaltet Erfolg.

- 7 Wir schaffen klare Nutzenorientierung bei allen Projekten.
- 8 Wir machen Wissen durch bestens ausgebildete Wissenschaftler, Werkzeuge & Services direkt anwendbar.
- Wir schaffen Lösungskompetenz durch effektive und effiziente Wissensvermittlung.

Für die erfolgreiche Umsetzung der von uns identifizierten strategischen Stoßrichtungen ist eine Neuausrichtung unserer Forschungsvereinigung erforderlich. Diese umfasst unter anderem auch unsere Organisations- und Personalstruktur. Nur durch den Mut und Willen zur Veränderung kann die FVA auch weiterhin als weltweit führendes Forschungs- und Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik im Sinne seiner Mitglieder die Zukunft erfolgreich gestalten.





Strategische Programme – Bündelung der Aktivitäten

Um die Neuausrichtung zu forcieren, haben wir 3 Strategische Programme formuliert. So wird es einfacher, die zukünftigen Aktivitäten der FVA zu bündeln und themenbezogen zu reflektieren.

### **GESUND WACHSEN**



- Segmentvertrieb:
   Zielgruppengerechte Ansprache von Unternehmen eines Technologieclusters, etwa Automobilindustrie oder Windenergieindustrie
- Internationalisierung:
   Verstärkte Zweisprachigkeit als Grundlage
   für die Einbindung internationaler Technologieführer
- > Weitere Erschließung alternativer Förderprogramme: Initiierung neuer Verbundprojekte bzw. Wertschöpfungsnetzwerke

### **EXZELLENT SEIN**



- > Operational Excellence: Optimierung und Beschleunigung von Prozessen
- » "ValueSelling": Schaffen von Bewusstsein für die Kompetenzen der FVA
- > Relationship-Management: Effiziente und passgenaue Vernetzung und Bedienung unserer Mitglieder und Forschungspartner
- > Veranstaltungsformate: Verstärkte Einbindung von Führungskräften und Experten über agile, zukunftsweisende Formate



**<**······

### **ZUKUNFT SICHERN**

- Digitalisierung des FVA-Netzwerks:
   Ausbau digitaler Community-Aktivitäten,
   Online-Seminare und Problemlösungskompetenz
- Anwendungsgerechte Forschungsergebnisse & Tools: Gewährleistung einer direkten Nutzung bzw.
   Anwendung von Forschungsergebnissen
- > Trend- & Zukunftsprojekte: Identifikation zukunftsweisender Projekte durch Technologie-Roadmapping und Foresight, Einbindung entsprechender Unternehmen
- > Aus- und Weiterbildungsmanagement: Gewinnung und Ausbildung aktueller und zukünftiger Leistungsträger, etwa über einen FVA-Master of Gear Technology

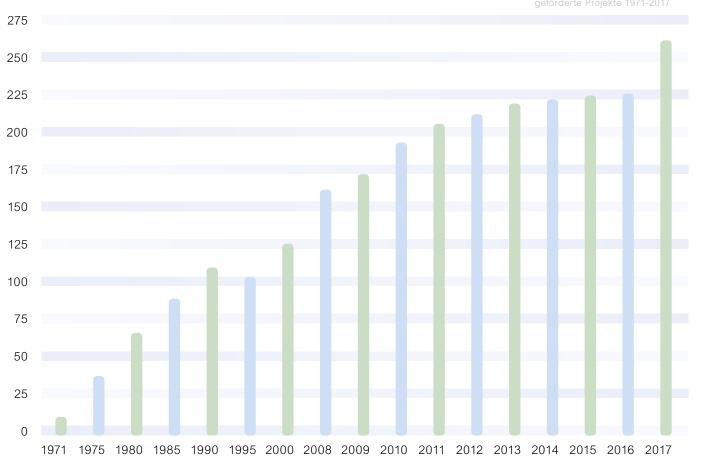
FVA50+ - Garant für nachhaltigen Erfolg

Im Zentrum von FVA 50+ steht die Weichenstellung für weitere 50 erfolgreiche Jahre. Ganz im Sinne unserer Mitglieder. Nun geht es darum, die gewonnenen Erkenntnisse konstruktiv zu nutzen, unsere strategischen Stoßrichtungen als gemeinsamen Richtungssinn zu verstehen und konkret im Rahmen der von uns definierten strategischen Programme umzusetzen. Dies setzt den Mut und den Willen zur permanenten Erneuerung unserer Forschungsvereinigung voraus. So gilt es, nun auch zukünftig kontinuierlich den Status quo zu hinterfragen, nach innovativen Alternativen zu suchen und die drei zentralen strategischen Programme fortwährend mit neuen, optimalen Lösungen zu füllen.

# 50 Jahre Gemeinschaftsforschung – Erfolg durch Zusammenarbeit







### Dr. Harald Naunheimer

Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der FVA Leiter Forschung und Entwicklung der ZF Friedrichshafen AG



"50 Jahre FVA, das sind 50 erfolgreiche Jahre für die Branche und die Mitglieder der FVA. Die Herausforderungen der Zukunft machen es wichtiger denn je, in Forschung und Entwicklung zusammenzuarbeiten und sich zu vernetzen, auch international. Das gilt gleichermaßen für kleine und für große Unternehmen. Die FVA bringt die richtigen Experten zusammen und schafft so die Grundlage für eine erfolgreiche Zukunft ihrer Mitglieder und den Fortschritt in der Antriebstechnik."

### FVA: 50 Jahre Fortschritt durch Zusammenarbeit

Die Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) steht für 50 Jahre Know-how und technologischen Fortschritt in der Antriebstechnik. Sie ist das weltweit führende Forschungs- und Innovationsnetzwerk der Branche. Seit ihrer Gründung im Jahr 1967 verfolgt die FVA das Ziel, die Antriebstechnik durch vorwettbewerbliche, gemeinschaftliche Forschung und Vernetzung weiterzuentwickeln und die Grundlage für firmenspezifische Innovationen ihrer Mitglieder zu schaffen.

Die Aufgabe der FVA ist es, das gemeinsam generierte Wissen in praktisch anwendbaren Nutzen für ihre Mitglieder zu transformieren und Menschen für das Zusammenwirken von Wissenschaft und Industrie zu begeistern. Das verbindet 210 vorwiegend mittelständische Unternehmen, davon 15 europäische Firmen, rund 2000 Industrieexperten und 300 Wissenschaftler aus über 100 Top-Forschungsinstituten, die unter dem Dach der FVA zusammenkommen.

Im Zentrum des FVA-Engagements steht die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF). Sie bringt die Industrie-experten entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit den besten Forschungsinstituten und wissenschaftlichen Einrichtungen der Antriebstechnik zusammen.

Die vorwettbewerbliche Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) liefert nicht nur die Grundlage für firmenspezifische Produktinnovationen der FVA-Mitglieder, sondern sie treibt auch die ganze Branche voran.

### Rekordförderung im Jubiläumsjahr

2017 war ein außerordentlich erfolgreiches Jahr für die FVA, mit einer deutlichen Steigerung gegenüber dem Vorjahr. In ihrem Jubiläumsjahr konnte die FVA eine Gesamt-

summe in Höhe von rund 14,3 Millionen Euro in die Forschung investieren (2016 12,7 Millionen Euro) und damit 262 laufende Projekte betreuen – so viele wie noch nie. Möglich wurde dieser Rekordwert, weil der Haushaltsausschuss des Bundestags im November 2016 die Mittel für die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) für das Jahr 2017 um 30 Millionen Euro aufgestockt hatte. Davon konnte die FVA mit 17 zusätzlichen AiF-Projekten profitieren. Insgesamt wurden im Geschäftsjahr 46 AiF-und 23 Eigenmittel-Projekte gestartet.

Zu den Finanzmitteln kamen 2017 Personal- und Sachleistungen der Mitglieder in Höhe von über 6 Millionen Euro – ein starker Beleg für das große Engagement der Unternehmen und vieler einzelner Personen. Seit ihrer Gründung realisierte die FVA insgesamt 1467 Projekte mit einem finanziellen Volumen von rund 230 Millionen Euro.

## Wir begrüßen unsere neuen Mitglieder im Netzwerk der FVA

Eintritt	Firmenname			
01.01.2017	KTM Industries AG			
01.03.2017	General Dynamics European			
	Land Systems-Mowag GmbH			
01.07.2017	Bockwoldt Getriebemotorenwerk GmbH&Co.KG			
01.08.2017	Danfoss GmbH			
	ESM Energie- u. Schwingungstechnik Mitsch GmbH			
	ZF Industrieantriebe Witten GmbH			
01.10.2017	FEV Europe GmbH; AVL Deutschland GmbH			
01.11.2017	BPW Bergische Achsen KG			

## Mehrwert durch Mitarbeit in den Gremien – Praktische Forschung in der FVA





Ihren Erfolg und ihre Stärke als weltweit führendes Forschungs- und Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik verdankt die FVA dem großen und starken Zusammenhalt ihrer Gemeinschaft – seit nunmehr 50 Jahren.

Mehr als 2000 Mitarbeiter aus 210 Mitgliedsfirmen engagieren sich in den Gremien der FVA und führen mit rund 300 Wissenschaftlern aus ca. 100 Forschungsinstituten – den besten in ihrem Fachgebiet – laufend über 200 Forschungsprojekte und Studien durch. Diese Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) ist vorwettbewerblich, branchenübergreifend und praxisnah und sie schafft Mehrwert für alle Beteiligten. Sie dient den Unternehmen als Basis für firmenspezifische Innovationen und als ideale Ausbildungsmöglichkeit für den Branchennachwuchs. Mit der Arbeit an den Forschungsprojekten bildet die FVA die hochqualifizierten Nachwuchskräfte aus, die für die Forschung in der Wissenschaft und für die Umsetzung von Forschungsergebnissen in der Industrie benötigt werden.

Das Engagement der Mitgliedsunternehmen in den Gremien der FVA bringt viele Vorteile. Mitmachen lohnt sich: über die verschiedenen Gremien der FVA bieten sich viele Möglichkeiten, die Forschungsinteressen der Unternehmen einzubringen und damit die Forschungsagenda mitzugestalten. Gleichzeitig profitieren die beteiligten Unternehmen durch die Mitarbeit an den Forschungsprojekten von einem direkten und schnellen Wissenstransfer von der Forschung in die industrielle Anwendung.

### Wissenschaftlicher Beirat

Der Wissenschaftliche Beirat setzt sich zusammen aus den Forschungs- und Entwicklungsleitern beziehungsweise den technischen Geschäftsführern der FVA-Mitglieds- unternehmen. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Forschungsprojekte nach der Relevanz für die Mitgliedsunternehmen zu bewerten und Empfehlungen für die Aufteilung der Budgets auf die Fachbeiräte zu geben. Die ein-



Dr. Arbogast Grunau

Vorsitzender des Vorstandes der FVA Senior Vice President Corporate R&D Competence & Services der Schaeffler AG

"50 Jahre vorwettbewerbliche Forschung in der FVA sind 50 Jahre gewinnbringendes Wissen für die Unternehmen und den Fortschritt in der Antriebstechnik sowie eine wichtige Basis für Innovationen. Hier können gleichermaßen kleine und große Unternehmen gemeinschaftlich Themen behandeln und technische Probleme lösen, die für die ganze Antriebstechnik-Community bedeutsam sind. Die FVA ist eine starke Gemeinschaft, von der alle Mitglieder profitieren. Sie ist der Antrieb für den Fortschritt, der die einzelnen Unternehmen und die gesamte Branche voranbringt."

gebrachten Forschungsanträge werden nach übergreifenden Gesichtspunkten ausgewählt. Die Tätigkeit dieses Gremiums stellt sicher, dass die Forschungsarbeit in der FVA anwendungsnah und auf die Bedürfnisse der Mitgliedsfirmen ausgerichtet ist. Der Wissenschaftliche Beirat hat in seinen beiden Sitzungen des Jahres 2017 insgesamt 62 Eigenmittelanträge diskutiert umd bewertet. Außerdem wurde der Beirat über 38 Anträge informiert, die bei der AiF eingereicht wurden. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats ist Dr. Harald Naunheimer von der ZF Friedrichshafen AG.

### Fachbeiräte:

Die Fachbeiräte wurden 2017 als ein Ergebnis der FVA-Strategieinitiative eingeführt. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Organisation der FVA und damit verbunden den Prozess der Projektbewilligungen für Eigenmittelprojekte zu reformieren, um in Zukunft noch stärker und schneller auf die richtigen Themen zu setzen. Die Fachbeiräte setzen sich aus Themenexperten zusammen und werden vom Wissenschaftlichen Beirat gewählt. Sie erstellen Roadmaps für ihre Fachgebiete und priorisieren die Forschungsprojekte anhand gemeinsam entwickelter Kriterien bezüglich ihres Nutzens für die Praxis. Diese Bewertungen dienen als Grundlage für die Projektentscheidungen des Wissenschaftlichen Beirates und des Vorstandes. Die Fachbeiräte tagen zweimal im Jahr in Verbindung mit dem Wissenschaftlichen Beirat. Folgende fünf Fachbeiräte haben sich auf der Frühjahrssitzung konstituiert: E-Antriebssysteme, Tribologie, Werkstoff, Mechanik und Fertigung. 2017 haben die Fachbeiräte 62 Forschungsanträge beraten und priorisiert.

### Arbeitskreise und Arbeitsgruppen

25 Arbeitskreise koordinieren die fachliche Arbeit der FVA nach übergeordneten Themengebieten der Antriebstechnik. In ihren Frühjahrs- und Herbstsitzungen kommen die Mitarbeiter der FVA-Mitgliedsfirmen mit den Vertretern aus den Forschungsinstituten zusammen. In den Arbeitskreisen stellen die Firmenvertreter sicher, dass die Hochschulinstitute das erforschen, was den Firmen konkret nutzt. Darüber hinaus erarbeiten Vertreter aus Industrie und Forschungsinstituten in rund 150 projektbegleitende Arbeitsgruppen Ergebnisse zum Nutzen der Mitglieder und der gesamten Branche. Über die Jahrzehnte hat sich diese Art gemeinsam zu forschen bewährt. Sie ermöglicht einen kontinuierlichen und wertvollen Wissenstransfer auf höchstem Niveau, aus der Forschung direkt in die Unternehmen.

#### Die Arbeitskreise der FVA

auf den Seiten 20 bis 27 finden Sie eine ausführliche Beschreibung der Tätigkeitsfelder der einzelnen Arbeitskreise

- 1. Berechnung und Simulation
- 2. Dichtungstechnik
- 3. Elektrische Energie-Speichertechnik
- 4. Fertigungstechnik
- 5. Freiläufe
- 6. Geregelte Elektro-Antriebe
- 7. Gleitlager
- 8. Innovationsmanagement
- 9. Kegelräder
- 10. Kostenmanagement
- 11. Kunststoffe in der Antriebstechnik
- 12. Mechatronik
- 13. Messtechnik
- 14. NHV Noise, Vibration, Harshness
- 15. Nichtschaltbare Kupplungen
- 16. Schaltbare Kupplungen und Bremsen
- 17. Schmierstoffe und Tribologie
- 18. Schneckengetriebe
- 19. Sensorik für Antriebssysteme
- 20. Stirnräder
- 21. Synchronisierungen
- 22. Wälzlager
- 23. Welle-Nabe-Verbindungen
- 24. Werkstoffe
- 25. Workbench

Alle laufenden Projekte der Arbeitskreise siehe unter www.fva-net.de/aktuelle-Projekte





Der Vorstand bestimmt das FVA-Forschungsprogramm unter strategischen Gesichtspunkten. Wichtige Beurteilungskriterien sind dabei die fachlichen Begutachtungen und die finanzielle Machbarkeit unter Berücksichtigung des Proporzes der Mitgliederstruktur und der Schwerpunkte unserer Forschungspartner. Außerdem bringt der Vorstand wichtige Aspekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung in den politischen Raum ein und platziert diese in der Öffentlichkeit.

Dr.-Ing. Arbogast Grunau, Schaeffler AG, ist der gewählte Vorsitzende des 15-köpfigen FVA Vorstands. Sein Stellvertreter ist Dr.-Ing. Harald Naunheimer, ZF Friedrichshafen AG.



Mitglieder des Vorstands der FVA

- > Dr.-Ing. Arbogast Grunau, Schaeffler AG, Vorsitzender des Vorstandes der FVA
- > Dr.-Ing. Harald Naunheimer, ZF Friedrichshafen AG, Stellv. Vorsitzender des Vorstandes der FVA
- > Dr. Bernhard Buck, Heidelberger Druckmaschinen AG
- > Klaus Deleroi, Reintjes GmbH
- > Dipl.-Ing. (BA) Klaus Heber, Volkswagen AG
- > Martin Kapp, Kapp GmbH
- > Dr. Uwe Keller, Daimler AG
- > Dr.-Ing. Andreas Klein, Flender GmbH/Siemens AG
- > Dr.-Ing. Lutz Lindemann, FUCHS SCHMIERSTOFFE GmbH
- > Dipl.-Ing. Frank Maier, Lenze SE
- > Dr. Michael Nikolaides, BMW AG
- > Dr.-Ing. Burkhard Pinnekamp, RENK AG
- > Dr.-Ing. Bernd Schimpf, WITTENSTEIN alpha GmbH
- > Dipl.-Ing. Johann Soder, SEW-Eurodrive GmbH & Co. KG
- > Dipl.-Ing. Rüdiger Sontheimer, SKF GmbH

Die Arbeitskreise der FVA
Gemeinsam forschen für die Praxis –
mitmachen heißt mitbestimmen





"Zusammenkunft ist ein Anfang. Zusammenhalt ist ein Fortschritt. Zusammenarbeit ist der Erfolg."

Die Arbeitskreise der FVA sind das Herz der Forschungsgemeinschaft. Jedes Mitgliedsunternehmen kann mitmachen und so über die Mitarbeit seiner Fachleute Einfluss auf die Forschungsarbeit ausüben. Hier werden Ideen für Forschungsprojekte eingebracht, gemeinsam zu Themen entwickelt und über die Projektlaufzeit betreut. Die Bandbreite und Expertise der im Arbeitskreis vertretenen Fachleute unserer Mitgliedsunternehmen gewährleisten einen fachlichen Dialog auf höchstem Niveau und stellen ein ziel- und nutzenorientiertes Arbeiten sicher.

Die 25 projektbegleitenden Arbeitskreise decken das ganze Themenspektrum der Antriebstechnik nach übergeordneten Themenfeldern ab und koordinieren die fachliche Arbeit der FVA. Aus dem Teilnehmerkreis gewählte Obleute leiten die Frühjahrs- und Herbstsitzungen der Arbeitskreise, zu denen die Mitarbeiter der FVA-Mitgliedsfirmen mit Vertretern aus der Wissenschaft zusammenkommen.

Alle laufenden Projekte der Arbeitskreise siehe unter www.fva-net.de/aktuelle-Projekte



Berechnung und Simulation Obmann: Dirk Leimann, ZF Wind Power Antwerpen NV

In der modernen Produktentwicklung kommen zunehmend virtuelle, das heißt rechnerunterstützte Methoden zum Einsatz. Ziel der Industrie ist es, bereits erste Produktentwürfe möglichst perfekt zu gestalten. Der Arbeitskreis gibt FVA-Mitgliedern Werkzeuge an die Hand, um die immer komplexer werdenden Aufgaben bei der Produktentwicklung rechnerisch zu lösen. Das "Ritzelkorrektur-Programm" zum Beispiel berechnet die Lastverteilung, verbessert Stirnradverzahnungen und beurteilt bzw. korrigiert Graufleckigkeit. Das Programm "STIRAK" eignet sich für die Auslegung von Stirnradgetrieben, das Programm "WT plus" zeigt den Wärmeaustausch dazu an. Auch für Planetengetriebe gibt es entsprechende Programme.



Dichtungstechnik Obmann: Dr. Tim Leichner, Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG

Hier geht es um Fragestellungen zur Abdichtung von bewegten und unbewegten Maschinenelementen. Untersucht werden zum Beispiel Wellendichtsysteme und Gehäuseabdichtungen. Forschungsprojekte zeigen auf, wo die Einsatzgrenzen von Dichtungswerkstoffen und bestehenden Dichtsystemen liegen, erarbeiten Gestaltungsund Auslegungsempfehlungen und entwickeln Grundlagen für neue Dichtungskonzepte. Die branchenübergreifende Zusammenarbeit von Fachleuten aus der Maschinenbauund Automobilindustrie mit Schmierstoffexperten und Spezialisten von Dichtungsherstellern schaffen in diesem Arbeitskreis Synergien, die Innovationen auf dem Gebiet der Dichtungstechnik unterstützen.



Elektrische Energiespeichertechnik Obmann: Manfred Herrmann, Opel Automobile GmbH

Stationäre und mobile Energiespeichersysteme für die Antriebstechnik von Fahrzeugen und mobilen Maschinen sind die Themen dieses Arbeitskreises. Dazu zählen zum Beispiel Batterien, Supercaps und elektromechanische Kreiselspeicher. Im Mittelpunkt stehen die Sicherheit, Lebensdauer und Robustheit von Speichersystemen und deren Nebenaggregaten sowie von Steuer- und Regelungskomponenten und deren Software. Der Arbeitskreis forscht im Bereich Batterie-Zellverständnis und untersucht die Speicherintegration und Schnittstellenanbindung. Er entwickelt Berechnungstools bzw. Simulationsmodelle zum Verhalten im Gesamtsystem. Und er entwirft Systeme, Modelle und Standards für den gesamten Zyklus – von der Produktion bis zum Recycling der elektrischen Speichersysteme.



Fertigungstechnik Obmann: Hans-Josef Peters, Flender GmbH / Siemens AG

Die Fertigung antriebstechnischer Komponenten steht aufgrund wachsender Qualitätsanforderungen und kontinuierlich zunehmendem Kostendruck vor großen Herausforderungen. Der Arbeitskreis leistet einen Beitrag zur Verbesserung etablierter Produktionsprozesse und liefert die Basis für die Einführung neuer Fertigungstechnologien. Ziel ist es, die Produktivität zu steigern, die Prozesssicherheit zu erhöhen und die Ressourceneffizienz zu verbessern.

Bei der Einführung neuer Fertigungstechnologien bewertet die wissenschaftliche Forschung Bearbeitungsverfahren und untersucht deren Einfluss auf fertigungsbedingte Bauteileigenschaften und das Einsatzverhalten.



Freiläufe Obmann: Volker Ploetz, Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Ziel dieses Arbeitskreises ist die weitere Optimierung von Freiläufen. Gegenstand der Forschungsprojekte sind vor allem der Verschleiß von Klemmkörpern und die Abhängigkeit der Lebensdauer von Belastung und Schaltanzahl.

Während eines Vorhabens wurde ein Prüfstand entwickelt, der nach Beendigung des Vorhabens an verschiedenen Instituten für weitere Versuche zur Verfügung steht. In dem Vorhaben FVA 137/I-IV wurde zum ersten Mal ein Lebensdauermodell für Klemmkörperfreiläufe erarbeitet. Die allgemeine Gültigkeit wurde durch Experimente bestätigt. Auf dieser Grundlage ist es möglich, schon in der Entwurfsphase Aussagen über die zu erwartende Lebensdauer zu machen. Neuere Projekte beschäftigen sich mit Freilaufbeschichtungen, Freilaufschmierung und mit dem Freilaufdrehmoment.



Geregelte Elektroantriebe Obmann: Dr. Peter Zwanziger, Siemens AG

Dieser Arbeitskreis befasst sich anwendungsneutral mit allen Aspekten der elektromechanischen Energiewandlung (Motor- und Generatortechnik) und Leistungselektronik (Umrichtertechnik), insbesondere für industrielle Anwendungen. Hierbei geht es zum Beispiel um Verbesserungen der Verfügbarkeit, Kosten-Nutzenrelation, Lebensdauerverlängerung, Energieeffizienz, EMV, Steuer- und Regeltechnik sowie dazu hilfreiche Simulationswerkzeuge. Auch der Einsatz neuer Materialien und Fertigungsverfahren wie zum Beispiel dem 3D-Druck werden untersucht. Die erste Machbarkeitsstudie 3D-Druck Elektromotoren zeigt beispielsweise vielversprechende Ergebnisse für den Elektromaschinenbau, die ansonsten in dieser Güte für nichtwirkende KMUs nur schwer erreichbar wären.



Gleitlager Obmann: Albert Schmitz, RENK Aktiengesellschaft

Der Trend zu immer größerer Leistungsdichte sowie zu neuen, verbesserten Werkstoffen und Schmierstoffen werfen Fragen auf, die zur Bildung dieses Arbeitskreises Gleitlager geführt haben. Die bisher durchgeführten Arbeiten befassten sich im Wesentlichen mit hydrodynamisch arbeitenden Gleitlagern. Hierbei wurden Untersuchungen durchgeführt, die das gesamte Tribosystem (Schmierstoff, Gleitlagermaterial und Wellen) umfassten. So betreute der Arbeitskreis beispielsweise Untersuchungen, die sich mit der chemischen Verträglichkeit verschiedener Mineralöl-Lagerwerkstoff-Kombinationen und dem Einfluss von Wellen aus nicht rostendem Stahl auf die Tragfähigkeit befassten.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit im Arbeitskreis ist die stetige Verbesserung der Berechnungsgrundlagen, um sichere Vorausberechnungen zu ermöglichen.



Innovationsmanagement Obfrau: Sonja Goris, ZF Wind Power Antwerpen NV

Der Arbeitskreis erarbeitet Methoden und Werkzeuge des Innovationsmanagements aus technischer, betriebswirtschaftlicher und organisationspsychologischer Sicht. Ziel ist es, diese für die Mitgliedsunternehmen der FVA zugänglich und nutzbar zu machen. Dabei werden zwei Themenfelder betrachtet: Unter dem Leitgedanken Exploration werden in der Phase der Identifikation kontinuierlich Trends und Technologien mit den Methoden der "Strategic Foresight" analysiert, bewertet und in Form von Studien angearbeitet.

Um eine Anwendbarkeit und Verwertung zu ermöglichen, werden im zweiten Themenfeld die Methoden und Prozesse des Innovationsmanagements kontinuierlich weiterentwickelt. Ausgehend von den Bedürfnissen der Mitgliedsunternehmen, werden aus Wissenschaft und Praxis neu diskutierte Konzepte aufgenommen und anschließend branchenspezifisch adaptiert.



Kegelräder Obmann: Dr. Christo Braykoff, MAN Truck & Bus AG

Der Arbeitskreis erstellt Richtlinien und Softwarewerkzeuge für Entwicklungsingenieure, um die Kegelradverzahnung in Getrieben anforderungsgerecht auszulegen. Dies umfasst Fragestellungen aus allen Bereichen der Produktentstehung und des Produktlebenszyklus eines Kegelrads, darunter Herstellsimulation, Tragfähigkeitsnachweis, Wirkungsgradoptimierung und Geräuschverhalten. Die spezifischen Anforderungen an Werkstoff und Schmierstoff sind ebenfalls Forschungsgegenstand des Arbeitskreises. Die Klärung grundlegender Einflussgrößen und Schadensmechanismen auf Kegelradverzahnungen bildet die Basis für eine spätere Standardisierung.



Kostenmanagement Obmann: Stephan Walter, GETRAG B.V. & Co. KG

Instrumente zur Kosteninformation und Kostengestaltung sind das Themengebiet des Arbeitskreises Kostenmanagement. Es werden Techniken entwickelt, die in der Produktund Prozessentwicklung zum Einsatz kommen. Da dies überwiegend die frühen Phasen der Entwicklung betrifft, werden erhebliche Einsparpotenziale realisiert. In den Forschungsvorhaben der vergangenen Jahre wurden Kostenwachstumsgesetze, umfangreiche Relativkostenkataloge, Kurzkalkulationsformeln und Gestaltungsregeln für das kostengünstige Konstruieren erstellt. In jüngerer Zeit wurden mit Forschungsprojekten zur verursachungsgerechten Kostenrechnung, zur Prozesskostenrechnung, zum Target Costing, zum Benchmarking und zum konstruktionsbegleitenden Beschaffungscontrolling Meilensteine gesetzt. Die Vorhaben unterstreichen den Anspruch des Arbeitskreises, rechtzeitig und effektiv unnötige Kosten zu vermeiden.



Kunststoffe in der Antriebstechnik Obman: Andreas Laage, Konzelmann GmbH

In der Antriebstechnik kommen immer mehr Lösungen zum Einsatz, die Polymerwerkstoffe verwenden. Der Arbeitskreis Kunststoffe in der Antriebstechnik erarbeitet über Forschungsprojekte werkstoffliches Grundlagenwissen für die Auslegung von Antriebselementen aus Polymerwerkstoffen. Die werkstoffspezifische Auslegung von Bauteilen für die Antriebstechnik erfordert zum Teil veränderte Lösungswege und Methodiken. Mit den für diese Werkstoffgruppe verfügbaren Verarbeitungsverfahren ergeben sich neue Lösungsansätze, um Bauteile und deren Funktionen zu realisieren. Die enge Verknüpfung von Material-, Verarbeitungs- und Auslegungswissen wird im Arbeitskreis durch die vertretenen Fachleute repräsentiert und findet in der dort vorangetriebenen vorwettbewerblichen Grundlagenforschung seinen Ausdruck.



Mechatronik Obmann:Michael Schwab, ZF Friedrichshafen AG

Der Arbeitskreis Mechatronik hat das Ziel, die Funktionalität eines technischen Systems durch eine enge Verknüpfung von mechanischen, elektronischen und datenverarbeitenden Komponenten zu steigern und Kostenvorteile zu realisieren. Neben einer robusten Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) mit dem Ziel einer räumlichen und funktionalen Integration werden Entwurfsverfahren und Betriebsstrategien entwickelt, die die Energieeffizienz und Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme steigern. Bedingt durch die zunehmende Elektrifizierung von Antriebssystemen die fortschreitende Entwicklung der E-Mobilität, spielen Leistungshalbleiter und die daraus aufgebauten, komplexen Systeme wie zum Beispiel Wechselrichter auch in der Mechatronik eine zunehmend größere Rolle. Die hierfür eingesetzten Technologien, Topologien und Betriebsalgorithmen erfahren hierbei eine dynamische Weiterentwicklung.



Messtechnik Obmann: Frank Descher, GETRAG B.V. & Co. KG

Dieser Arbeitskreis erforscht innovative Messtechnologien, die von allgemeinem Nutzen sind und bei denen es erfolgversprechend erscheint, sie in die industrielle Anwendung zu überführen. Messen dient dabei der Informationsgewinnung und -absicherung in Forschung, Entwicklung und Fertigung. Themenschwerpunkte des Arbeitskreises sind die Fertigungs- und die Versuchsmesstechnik. Folgende Forschungsschwerpunkte werden verfolgt: die Erforschung neuer Technologien und Verfahren; die Ermittlung und Reduzierung der Messunsicherheit; die Beherrschung von Komplexität; die Erstellung von Normen und Standards; die Absicherung des geistigen Eigentums an Messtechnik und ihren Methoden.



NHV Noise, Vibration, Harshness Obmann: Dr. Thomas Bischof, ZF Friedrichshafen AG

Ein Getriebe soll im Idealfall so leise wie möglich laufen. Um das zu gewährleisten, befasst sich dieser Arbeitskreis mit Schallentstehung, Schallübertragung und Schallabstrahlung von Getrieben und Antriebssystemen. Die Schwerpunkte der Forschungsarbeit zielen darauf, die Geräuschund Schwingungsanregung zu vermindern und die maschinenakustischen Eigenschaften in Richtung "Leises Getriebe" zu optimieren.

Zudem untersucht der Arbeitskreis das akustische Systemverhalten von Motor und Getriebeeinheiten und deren gegenseitige Beeinflussung. Um den Schall zu dämpfen, werden darüber hinaus Berechnungsverfahren entwickelt, die eine geräuschgünstige Auslegung ermöglichen.



Nichtschaltbare Kupplungen Obmann: Dr. Ralf Bauermeister, VULKAN Kupplungs- und Getriebebau Bernhard Hackforth GmbH & Co. KG

Lösungen für die sichere und ressourcenbewusste Auswahl von Kupplungen für den Antriebsstrang sind das Thema dieses Arbeitskreises. Neben metallischen nichtschaltbaren Kupplungen (Zahnkupplungen, Laschen- und Lamellenkupplungen etc.), bilden die elastischen Kupplungen einen Schwerpunkt der Forschungsarbeit. Die Ergebnisse abgeschlossener Forschungsvorhaben machen es möglich, die Abhängigkeit des dynamischen Verhaltens einer elastischen Kupplung (kennzeichnende Eigenschaften: Elastizität und Dämpfung) von den wesentlichen Beanspruchungswerten wie Drehmoment, Wechseldrehmoment und dessen Frequenz, Temperatur und Belastungsdauer zu ermitteln. Diese Kennwerte und speziell für elastische Werkstoffe entwickelte Rechnermodelle erlauben es, das Verhalten eines Antriebsstranges in Verbindung mit der elastischen Kupplung ohne aufwendige Versuche sicher auslegen zu können.



Schaltbare Kupplungen und Bremsen Obmann: Inan Cokdogru, GETRAG B.V. & Co. KG

Die Projekte des Arbeitskreises zu nass- und trockenlaufenden Lamellenkupplungen und Bremsen umfassen die Bereiche Dimensionierung, Auslegung, Betriebsverhalten, Leistungsgrenzen, Prüfverfahren und Schädigungsmechanismen. Dank der erarbeiteten Erkenntnisse zum Thema Leistungsgrenzen, weiß die Branche heute sehr viel mehr über Reibmechanismen und Belastungskenngrößen zur sicheren Auslegung von Trockenkupplungen. Dadurch können der Entwicklungsaufwand erheblich reduziert, die Lebensdauer besser eingeschätzt und die Wartungsintervalle verlängert werden. Das Projekt zum Thema Auslegungsrichtlinien liefert den FVA-Mitgliedsfirmen ein hilfreiches Werkzeug, um nasse Lamellenkupplungen und -bremsen sicher auszulegen. Ergänzend dazu wurde die Entstehung von Wärmeflecken auf den Stahllamellen beschrieben. Die neusten Vorhaben befassen sich mit dem Leerlaufverhalten, dem Zu- und Abschaltverhalten sowie den Leistungsgrenzen bei Dauerschlupf von nassen Lamellenkupplungen.



Schmierstoffe und Tribologie Obfrau: Kirsten Schwörer, BP Europa SE

Fragen zur Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Schmierstoffen (Öle und Fette) und Komponenten, der Schmierstoffzuführung und Getriebeverlusten sind die Forschungsthemen dieses Arbeitskreises. Ziel ist es, über die richtige Schmierstoffauswahl die Belastbarkeit und den Wirkungsgrad von Getrieben positiv zu beeinflussen. Es werden insbesondere die Auswirkungen auf Zahnräder, Wälzlager, Gelenklager und sonstige Getriebekomponenten erforscht. In den bisherigen Forschungsprojekten wurden Öltests für Zahnräder und Wälzlager entwickelt und es wurde untersucht, inwiefern Schmierstoffe für Alterung (Lebensdauerschmierung), Verschleiß, Pitting,

Fressen und Graufleckigkeit verantwortlich sind. Außerdem forscht der Arbeitskreis an biologisch abbaubaren Schmierstoffen und deren Grenzschichtbildung. Vertreter der Getriebe-, Wälzlager-, Schmierstoff- und Additivindustrie arbeiten in diesem Arbeitskreis zusammen.



Schneckengetriebe Obmann: Dr. Bernhard Bouché, Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Ziel dieses Arbeitskreises ist es, mit seiner Forschung die Eigenschaften von Schneckengetrieben weiter zu verbessern. In experimentellen Untersuchungen zu Forschungsvorhaben wurden Verschleiß, Grübchenbildung, Fressen und Zahnfußtragfähigkeit ermittelt. Die Ergebnisse dieser Forschung bilden die Basis für die DIN-Norm "Tragfähigkeitsberechnungen von Schneckengetrieben". In weiteren Projekten geht es um Tragfähigkeitsgrenzen und die Optimierung von Werkstoffen. Dank neuer Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben des Arbeitskreises zur Tragfähigkeit und zur Werkstoffoptimierung konnten die Drehmomente der Schneckengetriebe in den vergangenen 20 Jahren schrittweise um rund 50 Prozent gesteigert werden. Aktuellere Projekte beschäftigen sich mit neuen Werkstoffen, Härteverfahren, Fertigungsverfahren, Schmierstoffen und mit der Tragfähigkeitssteigerung bei Schneckengetrieben.



Sensorik für Antriebssysteme Obmann: Dr. Stephan Neuschaefer-Rube Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Das Thema Industrie 4.0 ist für die Antriebstechnik von großer Bedeutung. Hierbei müssen Informationen über die Ein- und Ausgangsgrößen von Antriebssystemen sowie über den Maschinenzustand gewonnen werden. Dafür ist eine geeignete Sensorik erforderlich. Antriebssysteme werden jedoch meist in recht kleinen Stückzahlen hergestellt und unterliegen einem hohen Kostendruck. Eine eigene Sensorentwicklung ist insbesondere für KMU zu

aufwendig. Der Arbeitskreis "Sensorik für Antriebssysteme" trägt diesem Bedarf Rechnung. Sein Ziel ist die Entwicklung kostengünstiger Sensorik für die Integration in Produkten. Der Forschungsbereich umfasst Sensoren, Auswerteverfahren, Schnittstellen und Verfahren, Zustandsgrößen von Antriebssystemen zu bestimmen. Das Spektrum der Aktivitäten reicht von der Sensorphysik über die Signalaufbereitung und -auswertung bis hin zu Fertigungstechnologien für Sensoren.



Stirnräder Obmann: Zsolt Roth, Voith Turbo GmbH&Co.KG

Der Arbeitskreis Stirnräder erstellt Richtlinien für Konstrukteure, um die Stirnradverzahnung in Getrieben anforderungsgerecht auszulegen. Dies umfasst Fragestellungen aus allen Bereichen des Produkt-Lebenszyklus, für alle Anwendungsgebiete und Werkstoffe sowie für alle Stirnradgrößen, -formen, -typen und -anbindungen. Die Aufklärung grundlegender Einflussgrößen und Schadensmechanismen auf Stirnradverzahnungen bildet die Grundlage für eine spätere Standardisierung. Neben der Abschlussdokumentation nehmen die erstellten Softwaretools eine wichtige Rolle ein, um Konstrukteure bei der anforderungsgerechten Auslegung von Getrieben und im Wissenstransfer zu unterstützen. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse in der Normung umgesetzt.



Synchronisierungen Obmann: Frank Stützinger, GETRAG B.V. & Co. KG

Der Arbeitskreis Synchronisierungen wurde aufgrund des Phänomens "Hochschaltkratzen bei Kfz-Schaltgetrieben" gebildet. Im ersten Forschungsvorhaben wurden die relevanten Einflussgrößen ermittelt und in eine Konstruktionsrichtlinie zur Vermeidung von Hochschaltkratzen zusammengefasst. Darauf aufbauend wurde ein Simulationsprogramm erstellt, das bereits in den ersten Entwicklungsphasen Aussagen über den Schaltablauf und die Schaltqualität von Synchronisierungen ermöglicht. In einem weiteren Projekt wurden Synchronisierungstests standardisiert.

Auf dem Gebiet tribologisch beanspruchter Bauelemente wurde erstmalig ein Modell erstellt, mit dem die Lebensdauer von Synchronisierungen unter Betriebsbelastung abgeschätzt werden kann. Mit Forschungen zum Zusammenhang zwischen dem Grenzschichtaufbau und dem Reibungs- und Verschleißverhalten der verschiedenen Reibpartner sollen die Wirkmechanismen zwischen den Schmierstoffadditiven und dem Reibwerkstoff erkannt werden.



Wälzlager Obmann: Dr. Jörg Weber, Schaeffler Technologies AG&Co.KG

Um den ständig steigenden Anforderungen an Wälzlagern gerecht zu werden, wurde der Arbeitskreis gegründet. Zu den behandelten Themen gehören die Lagerkinematik, Wärmeentwicklung Tragfähigkeit, Schadensmechanismen und Reibung. Die Arbeiten des Arbeitskreises sind in der Regel darauf ausgerichtet, die Auslegung von Wälzlagern zuverlässig zu machen. So konnte unter anderem das Vorhaben FVA 144 "Mikrogeometrie-Spannungsspitzen" die Kenntnisse über die Beanspruchung bei Partikelüberrollung im Wälzlager deutlich erweitern. Dies trug letztlich dazu bei, den Einfluss von Fremdkörpern im Öl auf die Ermüdungslebensdauer quantifizieren zu können

und in die Lagerauslegung mit einzubeziehen. Damit können Lager heute beanspruchungsgerecht dimensioniert werden. Durch den Wegfall unnötiger Sicherheitsreserven wird die Wirtschaftlichkeit der gesamten Lagerung in vielen Fällen deutlich verbessert.

und Gussteilen auftreten. Übergreifendes Ziel der Aktivitäten des Arbeitskreises ist es, Verfahren zu entwickeln und zu optimieren, die dazu beitragen Werkstoff- und Bauteileigenschaften zu verbessern, um damit Effizienz, Lebensdauer und Betriebssicherheit zu erhöhen.



Welle-Nabe-Verbindungen (WNV) Obmann: Dr. Georges Romanos, Henkel AG & Co. KGaA

Welle-Nabe-Verbindungen bestimmen maßgeblich Gestaltung und Gesamtverhalten des Antriebsstranges. Wesentliches Ziel der in diesem Arbeitskreis behandelten Vorhaben ist die Erarbeitung von gesicherten Berechnungsgrundlagen und Gestaltungshinweisen für Wellen, Naben und form-, reib- und stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen aller Anwendungsgebiete und -größen. Vor dem Hintergrund der ständig geforderten Leistungssteigerung sind dabei genaue Untersuchungen über Schädigungsmechanismen, Verformungs- sowie Verschleißverhalten unter praxisnahen Lastbedingungen notwendig. Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben ermöglichen eine sichere und wirtschaftliche Dimensionierung. Sie werden in Form von Software dem Entwicklungsingenieur zur Verfügung gestellt und bilden die Grundlage für eine spätere Standardisierung.



Workbench Obmann: Kai Bauckhage, Bosch Rexroth AG

Der Arbeitskreis Workbench befasst sich mit der kontinuierlichen Aufbereitung, Entwicklung und Qualitätssicherung der FVA-Berechnungsmodule für die Antriebstechnik sowie deren Integration in die übergreifende Softwareplattform FVA-Workbench®. Als Community-Plattform bietet der Arbeitskreis eine Möglichkeit zum konstruktiven Dialog zwischen Softwareentwicklern und Anwendern. Funktionswünsche und Anforderungen aus der industriellen Praxis können hier aktiv in die Softwareentwicklung eingebracht und realisiert werden.

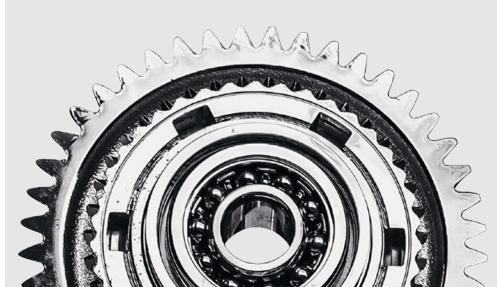


Werkstoffe Christoph Lehne, Flender GmbH / Siemens AG

Der Arbeitskreis befasst sich vorrangig mit metallischen Werkstoffen wie Stähle, Guss- und Sinterwerkstoffe oder gradierte Werkstoffe. Zur Einstellung der benötigten Bauteileigenschaften werden thermische, thermochemische und weitere Verfahren zur Ertüchtigung der Bauteile untersucht. Ein weiterer Forschungsfokus liegt auf dem Verständnis von Belastungen gegenüber Belastbarkeiten sowie Schadensmechanismen, die bei Maschinenbauteilen der Antriebstechnik, wie Verzahnungen, Wellen, Wälzlager

## Hans-Winter-Preis für Spitzenforschung – Nachwuchs fördern und Wissen teilen





### Hans-Winter-Preis

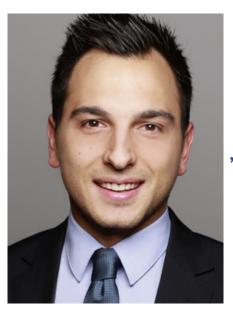
"Der Hans-Winter-Preis zeichnet hoch innovative Nachwuchswissenschaftler aus. Mit ihrer Forschungsarbeit tragen sie zu Innovation in Unternehmen bei – und leisten damit auch einen wertvollen Beitrag für unsere Gesellschaft."

Seit dem Jahr 2000 verleiht die FVA den Hans-Winter-Preis für Spitzenforschung an Nachwuchswissenschaftler. Der Preis ist mit 3000 Euro dotiert und wird alljährlich von der FVA vergeben. Mit der begehrten Trophäe werden Spitzenleistungen von jungen Forschern im Bereich der Antriebstechnik honoriert.

Auf der jährlichen FVA-Informationstagung stellen die jungen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen ihre Forschungsprojekte vor. Experten aus Industrie und Wissenschaft bewerten die Vorträge. Gekürt wird die Forschungsarbeit mit der besten Note aus wissenschaftlichem Gehalt, größtem Nutzenpotenzial für die Praxis und der besten Präsentation.

Prof. Manfred Hirt, Past Präsident der FVA

Neben dem Hans-Winter-Preis werden noch ein zweiter und ein dritter Preis vergeben.



"Vor dem Hintergrund der Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit wälzgelagerter Komponenten, besonders im Bereich der Windkraftanlagen, setzen wir mit den durchgeführten Arbeiten einen wichtigen Meilenstein, um den heutigen Herausforderungen zu begegnen. Daher ist es mir eine große Ehre, diesen besonderen Preis für die durchgeführten Arbeiten am Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau (IWM) entgegennehmen zu dürfen."

Dinl	Ina	Mehmet	$\Omega$
וטוט	IIIU.	IMELLIFE	OZEI

### Kurzportrait:

ist 2017 Preisträger des Hans-Winter-Preises der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA). 2006 – 2012 Studium der Metallurgie und Werkstofftechnik

an der RWTH Aachen

seit 09/2012 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut

für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau (IWM)

an der RWTH Aachen

Zweiter Preis: Konstantin Andrusch, Technische Universität Dresden,

Professur Fügetechnik und Montage

Vorhaben: "Dauerfestigkeit PV-PLV" (FVA 390 III)

Thema: Dauerfestigkeitsuntersuchungen von Press-Presslöt-Verbindungen

mit unterschiedlichen Lotschicht- und Grundwerkstoffeigenschaften

Dritter Preis: Veith Pelzer, Leibniz Universität Hannover,

Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie (IMKT)

Vorhaben: Rotierende Gehäuse (FVA 684 I)

Thema: Bei schnell rotierendem Gehäuse betriebssicher abdichten

(umlaufende Dichtung)





Prämiertes Vorhaben

Gefügeveränderungen in Wälzlagern mit Rissen als Folgeschaden FVA-Nr. 707 II "Risse auf Lagerringen"

In vielen verschiedenen Anwendungen versagen Wälzlager deutlich vor der berechneten Ermüdungslebensdauer. Der Versagensmechanismus und die rissbedingten Ausfälle sind nicht mit den klassischen Wälzkontaktermüdungsmechanismen zu erklären und können demnach nicht mit den bekannten Lebensdauerberechnungsverfahren nach DIN ISO 281 bzw. DIN 26281 prognostiziert werden. Das Schadensbild ist makroskopisch durch pockenartige Ausbrüche und axiale Risse gekennzeichnet, die zum Ausfall der Wälzlagerung führen. Hierdurch wird der Ausfall der Maschine oder der Anlage mit entsprechenden Kosten für die Reparatur und den Stillstand verursacht. Bei Untersuchungen dieser frühzeitigen Schäden können im Werkstoff Gefügeveränderungen "White Etching Areas" (WEA), beobachtet werden, die von einem mehrfach verzweigten Rissnetzwerk "White Etching Cracks" (WEC), durchzogen sind. In der Literatur finden sich zu dem beschriebenen

Schadensbild der WEC unterschiedliche Schadenshypothesen. Trotz der hohen Anzahl vorliegender Forschungsarbeiten sind die Ursachen dieser Schäden jedoch unzureichend geklärt. Zum derzeitigen Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass eine Zusatzbeanspruchung während der Wälzbelastung erforderlich ist, um den Schaden zu erzeugen.

Das Ziel des Forschungsvorhabens bestand darin, das grundlegende Verständnis zur WEA/WEC-Bildung in Wälzkontakten zu erweitern und den Einfluss relevanter Betriebsbedingungen und Einflussfaktoren (insbesondere Pressung, Schlupf, elektrischer Strom und Wasserstoff) und ihrer Kombination auf die Schadensbildung zu erfassen. Hierzu wurden zunächst Betriebsbedingungen bestimmt, unter denen der Schaden reproduzierbar erzeugt werden kann. Darüber hinaus wurde der Einfluss relevanter Faktoren sowie ihrer Kombination systematisch untersucht.

Mit den durchgeführten Untersuchungen sowohl an Wälzlagerprüfständen als auch an Modellprüfständen konnten Einflussfaktoren ermittelt werden, die die WEA/WEC-Bildung hervorrufen und somit eine makroskopische

### Dr. Ralf Dinter, Flender GmbH



"White Etching Areas (WEA) und White Etching Cracks (WEC) können zu frühzeitigem Ausfall von Wälzlagern und damit zu teuren Anlagenausfällen führen, zum Beispiel bei Windenergieanlagen. Ziel dieses Forschungsvorhabens und der Nachfolgeprojekte ist es, dieses Schadensbild besser zu verstehen und in Zukunft zu vermeiden. An Modellprüfstanden wurden Betriebsparameter identifiziert, die reproduzierbar zu WEA und WEC führen. Ich freue mich ganz besonders, dass Herr Özel für dieses Projekt, in dem junge Nachwuchswissenschaftler von drei Instituten in enger Zusammenarbeit Hervorragendes geleistet haben, den Hans-Winter-Preis erhält."

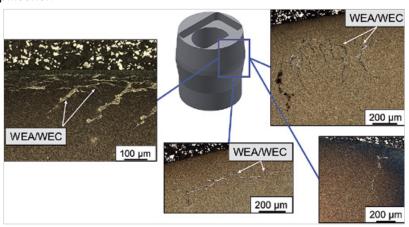
Schädigung des Werkstoffs provozieren. Die durchgeführten Arbeiten zeigten, dass neben einer mechanischen Beanspruchung unter Mischreibungsbedingungen, eine elektrische Beanspruchung sowie eine künstliche Wasserstoffbeladung die Schadensentstehung hervorruft. Darüber hinaus konnten anhand von metallographischen Analysen für gleichbleibende Betriebsbedingungen unterschiedliche Schadensausprägungen nachgewiesen werden. Abbildung 1 sind makroskopische Aufnahmen der Prüflinge vom Modellprüfstand im Ausgangszustand und nach dem Ausfall zu entnehmen. Darüber hinaus sind in Detailaufnahmen der metallographischen

Untersuchungen typische WEA/WEC-Schäden dargestellt, die unterschiedliche Verläufe aufweisen.

Ferner konnten bei der Bewertung der beiden Zusatzbeanspruchungen "Stromdurchgang" und "diffusibler Wasserstoff" Schwellenwerte

Abb. 1: Gleiche Betriebsbedingungen führen am Vierscheibenprüfstand zu unterschiedlichen Schadensausprägungen weit unterhalb der berechneten Lebensdauer

ermittelt werden, unter denen es zu einer WEA/WEC-Bildung kommt. Auf Basis der erzielten Versuchsergebnisse können somit Abhilfemaßnahmen genannt werden, um die Gefahr der WEA/WEC-bedingten Frühausfälle in Wälzlagern zu minimieren. Insbesondere die durch die experimentellen Arbeiten ermittelten Schwellenwerte hinsichtlich diffusibler Wasserstoffgehalte und elektrischer Stromdichte bieten bei der Auslegung von Wälzlagerungen die Möglichkeit einer verbesserten Abschätzung der Schadensentwicklung unter kritischen Betriebsbedingungen.



## Elektrische Antriebstechnik und Elektromobilität in der FVA – am Puls der Zeit



## Forschung in der elektrischen Antriebstechnik und Elektromobilität

Die Dynamik bei der Elektrifizierung von Fahrzeugen und in der Antriebstechnik nimmt rasant zu und führt zu weitreichenden Veränderungen in der gesamten deutschen Mobilitäts- und Fahrzeugindustrie sowie in bedeutenden Teilen des Maschinenbaus – sowohl bei mobilen als auch bei und stationären Anwendungen. Bei diesem Wandel kommt der Forschung eine zentrale Rolle zu. Deshalb verstärkt die FVA ihre Forschungsaktivitäten in diesem Themenfeld und beteiligt sich an der Studie des VDMA "Antrieb im Wandel!?", die 2017 gestartet wurde und den Wandel in den Blick nimmt, der durch die Elektrifizierung angestoßen wird. Die Studie untersucht Marktszenarien für zukünftige Antriebskonzepte und deren Auswirkungen auf die Industrie.

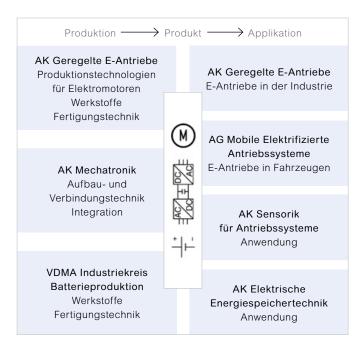
Unsere Arbeitskreise greifen neue Trends und sowohl anwendungs- als auch prozessspezifische Themenstellungen in den Forschungsvorhaben auf. 2017 wurden insgesamt 25 Forschungsprojekte durchgeführt, 8 Eigenmittelprojekte bewilligt und rund 50 weitere Projekte sind in der Planung. Aktuell beschäftigen sich sechs FVA-Arbeitskreise und -Arbeitsgruppen sowie der VDMA Industriekreis Batterieproduktion mit der Gemeinschaftsforschung im Themenfeld "Elektrischer Antriebsstrang für stationäre und mobile Anwendungen".

Alle laufenden Projekte siehe unter www.fva-net.de/aktuelle-Projekte

Aktivitäten im Bereich der elektrischen Antriebstechnik und Elektromobilität:

AK Geregelte E-Antriebe –
 Produktionstechnologien für Elektromotoren

Die AG "Produktionstechnologien E-Maschine" im AK "Geregelte E-Antriebe" verfolgt intensiv die Umsetzung von identifiziertem und neuem Forschungsbedarf zum



Themenfeld "Produktionstechnologien E-Maschine". Ziel ist hier unter anderem die Optimierung der Prozesskette, von der Herstellung und Bearbeitung bis hin zum Einsatz von verlustarmen Elektroblech für energieeffiziente Antriebe. In einem geplanten FVA-Projekt soll die Entwicklung und Validierung von Wärmeübergangsmodellen für die Kühlung von Antriebsmaschinen für Elektro- und Hybridfahrzeuge untersucht werden. In einem deutsch-tschechischen Cornet-Vorhaben soll die Fertigung effizienter Elektromotoren mit Zahnspulen (konzentrierte Wicklungen) erforscht werden. Dabei soll ein neues Verfahren zur umformtechnischen Herstellung von Kupferspulen mit hohem Füllfaktor zum Einsatz kommen.

## Additive Fertigungsverfahren im Elektromaschinenbau FVA 731 II "Weichmagnete 3D-Druck"

Nach dem erfolgreichen Abschluss des FVA 731 I "Machbarkeitsstudie 3D Druck Elektromotoren" startete die weiterführende Studie FVA 731 II zur Auswahl eines für die additive Fertigungsweise, geeigneten weichmagnetischen Werkstoffs. Dabei wird gezielt nach den gewünschten Materialeigenschaften für geberlos geregelte permanentmagneterregte Synchronmaschinen (PMSM) geforscht. Die Herstellung mittels SLM-Verfahren erlaubt es, Legierungs-





konzepte aus der konventionellen Fertigung neu zu überdenken. Dabei geht es nicht um die Designfreiheit, sondern auch darum, die Möglichkeiten der additiven Fertigung auf der Materialebene im Bereich des Elektromaschinenbaus voll auszuschöpfen. Hierfür wird ein geeigneter Werkstoff ausgewählt, verarbeitet und in seinen mechanischen sowie elektromagnetischen Eigenschaften charakterisiert.

### FVA 807 I "Betriebsfestigkeit E-Band":

Der Forschungsschwerpunkt des Projektes liegt in der Entwicklung eines einheitlichen und aussagekräftigen Prüfverfahrens zur Bestimmung der Betriebsfestigkeit von Elektroband. Das Vorhaben untersucht die Auswirkungen des Prüfverfahrens auf die Wöhlerkurve von NO-Elektroband als Basis für die Ableitung eines standardisierten Vorgehens zur Bestimmung der Dauer- und Zeitfestigkeit unter vorgegebenen Rahmenbedingungen.

### > AK Geregelte E-Antriebe – E-Antriebe in der Industrie

Gemeinsam mit dem Fachverband Nahrungs- und Verpackungsmaschinen im VDMA wurden zwei anwendungsbezogene Forschungsprojekte gestartet. Das erste Projekt, "Der Motor als cyberphysisches System (elektronisches Typenschild)", beschäftigt sich zunächst mit der Motordaten-Kommunikation zwischen Frequenzumrichter und Asynchronmaschinen ohne Encoder. Forschungsziel ist es, die Motortypenschilddaten störungsfrei über das vorhandene Motorkabel an den Frequenzumrichter zu senden. Das zweite Projekt, "Das mechatronische Servoantriebssystem als Sensor", untersucht die Kombination von "Servoumrichter und Motor" als Sensor, um Fehler wie Spiel, Unwucht, Schwingungen und damit einhergehende Produktionsausfälle zu minimieren bzw. rechtzeitig zu erkennen.

### Energieeffiziente elektrische Antriebssysteme

Im Bereich der energieeffizienten elektrischen Antriebssysteme sind in den letzten Jahren drei Projekte (FVA 673) abgeschlossen worden. Aus diesen Projekten sind Projektierungswerkzeuge zu Systemauslegung bzw. -optimierung entwickelt worden, um die Auswahl von Getriebe, Motor und Umrichter automatisch (mit Hilfe von Herstellerdatenblättern) durchzuführen. Mit dem Projekt FVA 673 IV "Einsatzanalyse und Auslegungsmethodik von Gleichspannungsverbünden für energieeffiziente Mehrmotorenantriebe" wurden die Werkzeuge zur energieeffizienten Systemauslegung erweitert. Die Integration elektrischer Hybridspeicher in Form von Leistungs- und Energiespeichern

in eine Gesamtanlage wurde realisiert. Die entwickelte Projektierungs- und Analysesoftware zur automatischen Auswahl von Getriebe, Motor und Umrichter wird durch den projektbegleitenden Ausschuss in einem Feldtest auf Bedienerfreundlichkeit und Praxistauglichkeit getestet.

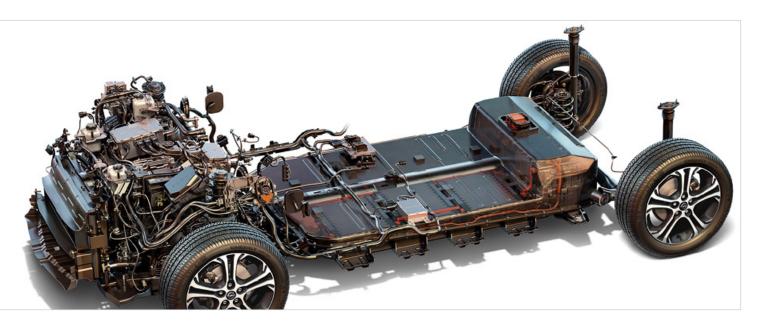
### > AG Mobile elektrifizierte Antriebssysteme

Die Arbeitsgruppe bündelt Projekte, die sich mit elektrifizierten Antriebssystemen für mobile Anwendungen befassen. Sie beschäftigt sich systemübergreifend mit elektrischen und hybriden Antriebssträngen, mit dem Fokus auf Fahrzeuganwendungen. Ziel ist es, Forschungsarbeiten zum Gesamtsystem mobiler elektrifizierter Antriebssysteme auf den Weg zu bringen. Dabei sollen auch die Nebenaggregate berücksichtigt werden, indem man die Wechselwirkungen und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten umfassend untersucht. Folgende Forschungsschwerpunkte werden betrachtet: neuartige Architekturen und Topologien, Thermo- und Energiemanagement, Steuerung und Regelung, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Noise Vibration Harshness (NVH), Berechnung und Simulation, Auslegung und Konzeption sowie potenziell disruptive Technologien. 2017 wurde das erste Eigenmittelvorhaben, "Dynamische Abhängigkeiten im DC Zwischenkreis", auf den Weg gebracht.

FVA 801 "Dynamische Abhängigkeiten im DC Zwischenkreis": Das Vorhaben untersucht die dynamischen Wechselwirkungen auf der Hochvolt-DC-Seite von Elektrofahrzeugen. Sich ständig ändernde Lastsituationen (mitunter resonante) führen zu elektrischen Schwingungen zwischen der Hochvoltbatterie und dem Antriebsstrang, der aus Zuleitungen, Wechselrichtern und Elektromotoren besteht. Da der gesamte Antriebsstrang äußerst niederinduktiv und niederohmig ist, werden diese Schwingungen nur sehr schwach gedämpft. Das Projekt untersucht zunächst eine konkrete Antriebsstrangkonfiguration, bestehend aus zwei elektrischen Maschinen und zwei Wechselrichtern, die über getrennte Zwischenkreiskondensatoren an eine Hochvoltbatterie gekoppelt sind. Ziel des Projektes ist es,



einen Simulationsbaukasten zu erstellen, mit welchem beliebige Lastprofile und Antriebsstrangkonfigurationen abgebildet und deren Verhalten untersucht werden können. Hierdurch können Erkenntnisse über die dynamischen Vorgänge im DC Kreis eines Elektrofahrzeugs gewonnen werden, um die Ursache der Schwingungen zu detektieren. Das erleichtert es, Maßnahmen zur Vermeidung von Schwingungen zu ergreifen. Diese Erkenntnisse sollen dazu dienen, den Auslegungsprozess elektrischer Antriebsstränge zu vereinfachen und zu systematisieren. Darüber hinaus eine optimale Funktion bei niedrigen Kosten sowie die spezifizierte Lebensdauer zu gewährleisten.



Verbundprojekt FVA 760
 "BatterieSystem für Modularität (BaSyMo)" –
ein Standardbatteriemodul für die Zukunft

Ein standardisiertes Modul ist die Voraussetzung für moderne, sichere und wirtschaftliche Batterietechnologie in vielen unterschiedlichen Anwendungen. In diesem Projekt wird ein modulares System entwickelt, mit dem Lithiumlonen-Batterien nach dem Baukastenprinzip je nach Anwendungserfordernissen zusammengestellt werden können. Gabelstapler, Leichtfahrzeuge, Kehrmaschinen oder Motorboote – um so unterschiedliche Fahrzeugtypen mit einem Elektroantrieb zu betreiben, ist derzeit noch eine Vielzahl verschiedener Energiespeicher im Einsatz.

Das "BatterieSystem für Modularität" (BaSyMo) soll das in Zukunft vereinfachen. Um diesen neuen Standard marktreif zu gestalten, haben sich Ende 2016 neun namhafte Partner aus Forschung, Industrie und Normung zum Verbundprojekt "BaSyMo" zusammengeschlossen. Ziel des auf drei Jahre angelegten Projektes ist es, einen Demonstrator für genormte Batteriemodule für mobile Anwendungen und stationäre Speicher (zum Beispiel für Wohnhäuser) zu erstellen. Die Ergebnisse des Projekts werden mit einer

VDMA Arbeitsgruppe gespiegelt, um eine hohe Akzeptanz des Standards zu erreichen. Gefördert wird das Forschungsprojekt "BaSyMo vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Die FVA ist assoziierter Partner.

### > Thementag Leistungselektronik

Das Thema Leistungselektronik gewinnt für die Antriebstechnik sowohl in industriellen als auch in mobilen Anwendungen eine immer größere Bedeutung und erzeugt Forschungsbedarfe in vielen Bereichen. Die Arbeitskreise der FVA im Bereich elektrische Antriebstechnik nehmen das Thema auf, denn gerade diese Grundlagenthemen eigenen sich besonders für die vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung in der FVA.

Der erste Thementag Leistungselektronik fand auf Einladung der FVA am 25. Juli 2017 im Fraunhofer LBF in Darmstadt statt. Zunächst wurde ein Überblick über offene Fragestellungen gegeben, anschließend wurden 10 Projekthemen für die vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung definiert, mit den Nutzenkriterien Energieeffizienz, Kosten, Leistungsdichte und Lebensdauer bewertet und priorisiert. Für 2018 ist ein Follow-up-Termin geplant.



Messeaktivitäten und Veranstaltungen in der elektrischen Antriebstechnik:

# > HANNOVER MESSE 2017: Gemeinsam mit dem Fachverband Power Systems auf der Energy

Auf der Hannover Messe 2017 hat die FVA ihre Aktivitäten im Bereich der elektrischen Antriebstechnik und Elektromobilität auf dem Stand des VDMA Fachverbandes Power Systems im Rahmen der Leitmesse Energy präsentiert. Insbesondere wurden die Besucher über die Forschungsaktivitäten und über den Mehrwert der industriellen Gemeinschaftsforschung informiert.

#### > E-MOTIVE Expertenforum

Zum diesjährigen 9. Expertenforum in Schweinfurt trafen sich am 05. und 06. September in Hannover über 200 Experten aus Industrie und Wissenschaft. Unter dem Motto "Industrie und Forschung im Zukunftsdialog" informierten sich die Teilnehmer über die zukünftigen Herausforderungen, aktuelle Entwicklungen und Trends in der Elektromobilität und brachten sich so auf den neuesten Stand von



Forschung und Praxis. (Ausführliche Informationen zum 9. E-MOTIVE Expertenforum im Kapitel "Schneller Kenntnistransfer und hochwertige Weiterbildung".)

Das 10. Expertenforum findet am 11. und 12. September 2017 statt (Ort steht noch nicht fest).

#### > Electric Drives Production Conference (E|DPC)

Die 6. E|DPC fand vom 30. November bis zum 1. Dezember 2016 in Nürnberg statt. Der VDMA Fachverband Antriebstechnik und die FVA waren ideelle Träger der Konferenz mit begleitender Tabletopausstellung. E-MOTIVE war mit einer eigenen Session vertreten. Die 7. E|DPC findet am 5. und 6. Dezember in Würzburg statt. In zahlreichen Sessions und Posterpräsentationen informiert die E|DPC Konferenz Experten und Entscheider aus allen Industriezweigen, die sich mit der Produktion elektrischer Antriebe beschäftigen, über aktuelle Trends und Entwicklungen in der Produktionstechnik für elektrische Antriebe.

# Schneller Kenntnistransfer und hochwertige Weiterbildung





,, Wir transferieren unser gemeinsam generiertes Wissen in anwendbaren Nutzen für die Antriebstechnik. 66

Die Mission der FVA

50 Jahre Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) in der FVA haben einen gigantischen Wissensschatz für die Antriebstechnik aufgebaut, der den Mitgliedsunternehmen der FVA und der ganzen Branche zugutekommt. Zu den Kernaufgaben der FVA gehört es, die gemeinsam erarbeiteten Forschungsergebnisse professionell aufzubereiten und schnellstmöglich zur Verfügung zu stellen. So kann jedes Mitglied eigene Innovationen schnell und auf Basis der neuesten Forschungsergebnisse entwickeln.

Eine wesentliche Basis für diesen Kenntnistransfer ist die intensive und vertrauensvolle Zusammenarbeit von erfahrenen Industrievertretern mit wissenschaftlichen Mitarbeitern der Forschungsinstitute im Rahmen der gemeinschaftlichen Forschung. Die FVA-Mitglieder begleiten die Forschungsprojekte aktiv und gewährleisten dadurch einen intensiven fachlichen Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft. Über 2000 Industrieexperten arbeiten in den verschiedenen Gremien der FVA mit und profitieren auf diese Weise von einem direkten und schnellen Kenntnistransfer in die industrielle Anwendung der Mitgliedsfirmen.

Mit einem großen Angebot an Seminaren, Anwendungsschulungen und Kongressen bietet die FVA hoch qualifizierte Weiterbildungen für die Mitarbeiter in der Industrie an. Praxisorientiert und anschaulich werden hier die neusten Forschungsergebnisse vermittelt und Fachwissen auf dem aktuellen Stand zur Verfügung gestellt.

Ein weiteres Werkzeug für den effizienten und schnellen Kenntnistransfer ist die Simulationsplattform für die Antriebstechnik FVA-Workbench (s. Kapitel Software & Service). Als wegweisendes Berechnungs- und Simulationstool macht sie das Wissen aus 50 Jahren FVA-Forschung für jedes Mitglied direkt in der Praxis anwendbar. Mit ihr lassen sich einzelne Komponenten bis hin zu komplexen Getrieben detailliert auf Basis laufend aktualisierter Forschungserkenntnisse umfangreich berechnen und analysieren. Auf diese Weise erfolgt ein schneller Wissensund Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Unternehmen, der kürzeren Innovationszyklen den Weg

bereitet und die FVA-Mitglieder darin unterstützt, sich im internationalen Wettbewerb zu behaupten oder ihre Spitzenstellung weiter auszubauen.

Einen effizienten und umfassenden Zugriff auf das geballte FVA-Wissen aus fünf Jahrzehnen Gemeinschaftsforschung, umfangreiche Richtlinien und Standards sowie auf alle laufenden Projekte erhalten die Mitgliedsfirmen über die onlinebasierte Kommunikations- und Wissensplattform Themis (ausführliche Informationen hierzu finden Sie am Ende dieses Kapitels).

www.themis-wissen.de

#### Das Seminarangebot der FVA

Techniker und Ingenieure müssen immer auf dem neusten Stand der Technik sein. In unserer sich rasant verändernden Welt und mit zunehmendem Wettbewerbsdruck nimmt der Bedarf an Weiterbildung stetig zu. Die Seminare der FVA vermitteln von den Grundlagen bis hin zum aktuellen Expertenwissen anschaulich und praxisnah wertvolles Spezialwissen, um in der Antriebstechnik erfolgreich zu sein. Die FVA entwickelt ihr Angebot an Fach- und Softwareseminaren entsprechend dem Weiterbildungsbedarf und unter Berücksichtigung neuer Trends kontinuierlich weiter, wie zum Beispiel das Angebot zum Thema elektrische Antriebstechnik.

2017 wurden erstmals Seminare zu den Themen Innovationsmanagement und Batterietechnologie durchgeführt. Darüber hinaus bietet die FVA speziell auf die Bedürfnisse der Unternehmen zugeschnittene Individualseminare an.





#### Folgende Seminare wurden 2017 angeboten:

#### > Fachseminare

- > Eurotrans Gear Training
- > Betriebsfestigkeit in der Antriebstechnik
- > Grundlagen der Dichtungstechnik
- > Der qualifizierte Innovationsmanager
- > Zahnradschäden und deren Einflussgrößen
- > Welle-Nabe-Verbindungen
- > Flankenbruch
- > Schadensanalyse Wälzlagerschäden
- > Verzahnungstechnologie Stirnräder
- > Barkhausenrauschen-Analyse
- > Planetengetriebe (Umlaufgetreibe)
- > Einführung in die Lithium-Ionen Batterietechnologie
- > Frequenzumrichter
- > Einsatz- und Vergütungsstähle für Antriebselemente
- > Wege zur energieeffizienten elektrischen Antriebssystemen
- > Servotechnik

#### > Softwareseminare

- > Getriebeauslegung FVA-Workbench
- > Schneckengetriebe Grundlagen und Berechnung
- > Grundlagen der Programmierung mit JavaScript in der FVA-Workbench
- > Berechnung und Automatisierung mit Scripting in der FVA-Workbench
- > Höherwertige Methoden der Stirnradgetriebeberechnung
- > Grundlagen Kegelräder und deren Berechnung in der FVA-Workbench

Aktuelle Informationen zu den Seminaren: www.fva-service.de/seminare



Teilnehmerstimmen aus dem Kongressvideo:

- "Sehr breit aufgestellter Kongress mit einer großen Themenvielfalt… tolles Netzwerk…"
- "Man trifft interessante Leute, es gibt gute Vorträge und spannende Technik."

FVA-Kongresse - Know-how und Networking

6. GETPRO Kongress
 Die Zukunft der Getriebeproduktion

"Das wichtigste Get-together in Deutschland für diese Branche." Prof. Dr.-Ing. habil Bernhard Karpuschewski, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Um die Zukunft der Getriebeproduktion und die Möglichkeiten, die Getriebeproduktion zu optimieren, ging es für rund 250 Teilnehmer auf dem 6. GETPRO-Kongress am 28. und 29. März in Würzburg. Auch die Frage um die Zukunft der Getriebe vor dem Hintergrund einer dynamisch zunehmenden Elektrifizierung beschäftigte die Experten. Für alle stand dabei eines fest: Getriebe haben eine Zukunft und sorgen noch lange Zeit für Mobilität – auch im Auto. Dr.-Ing. Harald Naunheimer, Leiter Zentrale Forschung und Entwicklung bei der ZF Friedrichshafen AG, schätzt die Lage so ein: "Wir rechnen in Verbindung mit den Hybridantrieben auch noch im Jahr 2030 mit Zuwachsraten für Verbrennungsmotoren, die daher auch

noch eine signifikante Zeit lang eine große Rolle spielen werden. Doch man muss sich jetzt schon auf die Änderung einstellen."

Mit 12 Themenblöcken wurde den Teilnehmern der Veranstaltung in Würzburg ein breites Spektrum an Vorträgen aus Industrie und Wissenschaft geboten. Die Beiträge deckten das gesamte Spektrum der Getriebeproduktion auf dem aktuellen Stand von Technik und Forschung ab: die Zukunft der Getriebeproduktion, Elektromobilität, Flugzeugantriebe, Umformen und Weichbearbeitung, Werkstoffe und Werkzeuge, Bearbeitung von Lager Wellen und Gehäusen, Wärmebehandlung, Messtechnik, Hart-Feinbearbeitung, Beschichtungen, bis hin zu Montage, Handhabung und Qualitätsmanagement. Im Rahmen der Fachausstellung präsentierten 30 Aussteller aus Industrie und Wissenschaft ihr Angebot dem interessierten Fachpublikum.

Weitere Informationen und das Kongressvideo unter www.getpro.de





9. E-MOTIVE Expertenforum
 Elektrische Fahrzeugantriebe
 Industrie und Forschung im Zukunftsdialog

"Forschung ist eine Kernaufgabe für den Erfolg von Unternehmen und für die Weiterentwicklung der Elektromobilität. Zusammenarbeit und Vernetzung werden immer wichtiger. Das E-MOTIVE Expertenforum ist hierfür die richtige Plattform und gibt wichtige Impulse." Dr. Axel Heinrich, Leiter der Volkswagen Konzernforschung

Wandel bestimmt die derzeitige Stimmungslage in der Automobilbranche und ihrer gesamten Wertschöpfungskette. Vor diesem Hintergrund waren die zentralen Botschaften des 9. E-MOTIVE Expertenforums eindeutig: Die zunehmende Dynamik bei der Elektrifizierung von Fahrzeugen und in der Antriebstechnik führt zu einschneidenden Veränderungen in der gesamten deutschen Mobilitäts- und Fahrzeugindustrie sowie in bedeutenden Teilen des Maschinenbaus. Zudem kommt der Forschung eine zentrale und entscheidende Rolle zu.

Über 200 Fachleute aus Industrie und Wissenschaft, aus den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Zulieferindustrie und Automobilindustrie kamen am 5. und

6. September in Hannover zusammen, um sich über die zukünftigen Herausforderungen zu informieren und sich auf den neuesten Stand von Forschung und Praxis zu bringen. Keynote-Redner Patrick Glusk von FEV Consulting fasste die bevorstehenden Entwicklungen zusammen: "Der Markterfolg elektrischer und elektrifizierter Antriebe ist absehbar! Die resultierende Verschiebung in der Wertschöpfung stellt eine enorme Herausforderung für die Automobilindustrie dar. Gleichzeitig ergeben sich Chancen durch die notwendige Weiterentwicklung von Verbrennungsmotoren bis hin zur Nutzung alternativer Kraftstoffe."

#### Trends erkennen und Weichen stellen

Weitere Experten thematisierten in ihren Keynotes Trends und Veränderungspotenziale rund um die Zukunft des Antriebs. Die Tragweite der Elektrifizierung beleuchtete auch Markus Garb von Fuchs Schmierstoffe: "E-Mobilität wird grundlegende Veränderungen für Automobilwirtschaft und produzierende Industrie mit sich bringen. Schmierstoffhersteller und OEMs müssen sich den neuen Herausforderungen und Fragen gemeinsam stellen: eine große Chance für uns, Schmierstoffe neu zu definieren."

Den Beitrag der Forschung zur Weiterentwicklung der Elektromobilität verdeutlichten Prof. Dr.-Ing. Axel Mertens und Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick von der Leibniz Universität Hannover. Sie skizzierten wesentliche Forschungstrends im Bereich der elektrischen Antriebssysteme, beispielsweise zur Anwendungstechnologie von neuen Leistungshalbleitern. Das Programm war in sieben Themenfelder gegliedert: Digitalisierung, Batterietechnologie, Elektromobile Anwendungen, Mechanik in der Elektromobilität, Leistungselektronik, E-Motor, Antriebsstrang. Sponsoren des Kongresses waren in diesem Jahr die Unternehmen Fuchs Schmierstoffe GmbH und Volkswagen AG.

Weitere Informationen und das Kongressvideo unter www.e-motive.net



### FVA-Informationstagung – das Netzwerktreffen der Antriebstechnikbranche

Über 600 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft kamen am 29. und 30. September 2016 nach Würzburg zur Informationstagung – dem Jahreshöhepunkt der Antriebstechnik. Diese jährlich stattfindende Wissenschaftstagung für Mitglieder und Interessierte stellt zugleich den Höhepunkt und den Abschluss des FVA-Jahres dar. Die Veranstaltung bietet eine hervorragende Möglichkeit, dass FVA-Netzwerk, das gesamte Spektrum der FVA-Aktivitäten und -Produkte kennenzulernen und vor allem um im persönlichen Gespräch Kontakte zu Experten der Branche zu knüpfen. Die hohe Teilnehmerzahl ist ein Beleg für die hohe Attraktivität und Netzwerkqualität der Veranstaltung.

2016 berichteten an den beiden Kongresstagen Forschungsinstitute in 52 Fachvorträgen über FVA-Projekte. Zum Auftakt der FVA-Informationstagung 2016 sprach Dirk Spindler von der Schaeffler Technologies AG über die digitalen Herausforderungen für die Branche und die digitale Agenda seines Unternehmens. Schwerpunkte sind dabei die Digitalisierung der eigenen Wertschöpfungskette und Schaffung neuer Produkte, Services und Geschäftsmodelle.

"Industrie 4.0 stellt eine besondere Herausforderung für die Branche dar, wir werden das Thema in der FVA proaktiv angehen. Für kleine und mittlere Unternehmen ist es sehr wertvoll, diese Herausforderung in der FVA mit den Großunternehmen zu diskutieren und vorwettbewerbliche Forschungsprojekte durchzuführen", sagt Bernhard Hagemann, stellv. Geschäftsführer der FVA.

#### Fachausstellung

Seit über zehn Jahren wird die FVA-Informationstagung durch eine Fachausstellung ergänzt. 2016 präsentierten 26 Aussteller aus Unternehmen und Hochschulinstituten ihr Angebot dem Fachpublikum. Die Aussteller schätzen Jahr für Jahr die hohe Qualität der Fachkontakte: Neben



Kunden- und Lieferantenkontakten ist insbesondere der direkte Austausch mit praxisnah ausgebildeten Nachwuchsingenieuren für die ausstellenden Firmen wichtig.

#### Software und Service

Auf der Informationsveranstaltung wurde auch die neue FVA-Workbench 4.5 vorgestellt und konnte von den Teilnehmern vor Ort erprobt werden. Das Tool zur Getriebeberechnung und Simulation wurde weiterentwickelt und ist seitdem modular verfügbar. Nutzerfreundlich und stark anwendungsorientiert, stehen umfangreiche Element- und Berechnungsbibliotheken zur Verfügung. Von den neuen Möglichkeiten der erweiterten Getriebedarstellung und der 3D-Animation konnten sich die Teilnehmer live überzeugen (ausführlich Informationen in Kapitel Software und Service).

Weitere Informationen und zum Film über das FVA-Netzwerk: www.fva-net.de



THEMIS 3.0 ist da – benutzerfreundlich und mobil

Mit der weltweit einzigartigen Kommunikations- und Wissensplattform der FVA, THEMIS, können FVA-Mitglieder das gesamte Wissen aus 50 Jahren Forschung abfragen und sich miteinander vernetzen. Über 6000 Nutzer profitieren von dieser zweisprachigen Plattform.

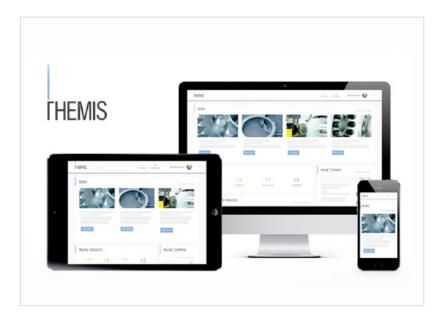
2017 wurde das THEMIS 3.0-Release mit einem vollständig neuen und benutzerfreundlichen Navigationskonzept ausgerollt. Eine intuitive Navigation in zeitgemäßem Design, eine umfangreiche Such- und Recherchefunktion sowie eine deutlich verbesserte Performance standen im Fokus der Weiterentwicklung.

#### > Das Navigationskonzept - Finden leichtgemacht

Für eine zielgerichtete Recherche stellt das neue Navigationskonzept die Suche und die Filterung von Inhalten in den Vordergrund.

Um eine komplette Übersichtsliste aller Inhalte auf THEMIS zu erhalten, kann eine "leere Suche" abschickt werden. Dafür klickt man auf das "Lupen"-Icon der Suchleiste am oberen Seitenende.

Alternativ kann nach bestimmten Inhalten gesucht werden, indem ein Suchbegriff in die Suchleiste eingegeben wird. Mit Hilfe des "Filtern"-Buttons ist es möglich, die Suche einzugrenzen, um nur bestimmte Inhalte anzeigen zu lassen. Außerdem kann die Suche durch die Eingabe von Operatoren – zum Beispiel AND, OR – verfeinert werden. Sämtliche Operatoren und weitere Hilfen sind in den FAQs von THEMIS zu finden.



Das sagen die User:

"Für mich ein Quantensprung gegenüber dem Aktuellen in positiver Richtung."

Marc Sens. IAV

"Hier habe ich den Eindruck, dass zeitlich ich der begrenzende Faktor bin und nicht das System, wie bei THEMIS 2."

Michael Schwab, ZF Friedrichshafen

#### > Das Navigationskonzept - alles auf einen Blick

Auf Detailseiten, wie zum Beispiel der Projektseite, wird stets eine Auswahl der aktuellen Inhalte angezeigt. Um alle Inhalte anzusehen, kann eine Gesamtliste aufgerufen werden. Bei der Gesamtliste handelt es sich um eine vorgefilterte Suchergebnisseite, deren Inhalte beliebig weiter eingegrenzt werden können. Alle Listenansichten in THEMIS bieten die Möglichkeit einer Kompakt- und einer Detailansicht mit erweiterten Informationen. Das Listenmenü bieten zusätzliche Funktionen wie zum Beispiel den Sammeldownload von markierten Listenelementen.

#### > Der persönliche Einstieg – das Dashboard

Die Startseite – das Dashboard – ist der persönliche Startpunkt in die THEMIS-Welt. Hier findet der Nutzer News, die eigenen Projekte von der Idee bis zum laufenden Projekt sowie die nächsten anstehenden fünf Termine.

Über das Menü-Icon erfolgt der Zugang zu allen wichtigen Einstellungen, wie zum Beispiel zur Auswahl der Portalsprache und zum persönlichen Profil. Auf der Profilseite wird die Sichtbarkeit der Kontaktdaten und des Profilbildes verwaltet.

#### > Der übersichtliche Kalender

Der Kalender bietet eine vorgefilterte Übersicht über die eingeladenen, zugesagten und abgesagten Termine.

Neben den Terminseiten mit allen wichtigen Informationen können Termine jetzt auch aus THEMIS in den eigenen Kalender (z. B. Outlook) exportiert werden.

THEMIS wird durch regelmäßige Releases kontinuierlich weiterentwickelt und um neue Funktionen ergänzt.

Unter www.THEMIS-wissen.de steht die Community Plattform allen Mitgliedern zur Verfügung.

Software & Service – Mit der FVA-Workbench immer einen Schritt voraus





"Das Maß aller Dinge für die Modellierung und Berechnung von Getrieben." FVA-Workbench Release 4.6 – jetzt noch leistungsstärker mit erweitertem Berechnungsumfang und CAD-Export

Im Geschäftsjahr 2017 wurden die in der Simulationsplattform gebündelten, wegweisenden Berechnungsmethoden konsequent weiterentwickelt und den Anwendern mit dem Release 4.6 auf dem neusten Stand der Forschung zur Verfügung gestellt.

Dazu zählen neue Normberechnungsverfahren bei Kegelrädern und Verbesserungen bei der Berechnung des Getriebegesamtsystems, wodurch die Ergebnisgüte bei der Berechnung von Wellen, Lagern und Stirnrädern erhöht wurde.

Native CAD-Formate: Mit der Version 4.6 können erstmals Modelle aus der FVA-Workbench direkt in verschiedene CAD-Formate exportiert und nahtlos in vielen Konstruktionsprogrammen weiterverwendet werden.

Mehr Informationen: www.fva-service.de/fva-workbench

#### Erweiterter Berechnungsumfang

In die FVA-Workbench 4.6 haben wir den Berechnungsumfang hinsichtlich der Lastverteilung von Stirn- und Kegelrädern, der Normtragfähigkeit von Kegelrädern sowie der Geometrie und Normtragfähigkeit von Stirnrädern erweitert und ergänzt. Die neuen Versionen der Rechenkerne RIKOR K 3.0, BECAL 5.0, KNPLUS 4.0 und STPLUS 8.2.1 wurden in die Workbench 4.6 integriert und können ab sofort in Berechnungen einbezogen werden.



Neues FVA-Workbench Skript wird erfolgreich eingesetzt!

In Zusammenarbeit mit der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) wurde ein FVA-Workbench-Skript zur Validierung der Weiterentwicklung der ISO 6336:2006 für die FVA-Workbench entwickelt. Das Skript kann auf beliebige Modelle der FVA-Workbench angewendet werden. Nun haben unsere Kunden die Möglichkeit, neue Normen noch vor Veröffentlichung zu validieren und so Zeit und Kosten einzusparen.

Das Skript inklusive Anleitung kann unter www.fva-service.de heruntergeladen werden.





#### Verfügbare FVA-Workbench 4.6 Editionen

#### > FVA-Modeler Edition

Die Modeler Edition richtet sich an Anwender, die neue Getriebekonzepte entwickeln, bestehende Getriebemodelle analysieren oder für weiterführende Berechnungen anpassen möchten. Komplexe Getriebestrukturen werden durch die Visualisierung und Animation des Modells intuitiv verständlich. Für den weiteren Prozess können Getriebemodelle einfach in andere FVA-Workbench Editionen exportiert werden. Ebenfalls ist der Export von Getriebemodellen in CAD-Programme möglich. Für die Verwendung dieser Version sind keine umfangreichen Berechnungskenntnisse erforderlich.

#### > FVA-Workbench Extended Edition

Die Extended Edition ist das ideale Werkzeug für alle Konstrukteure, die entlang des Produktentwicklungsprozesses eines Antriebssystems beschäftigt sind. Mit den Funktionen dieser Edition können Getriebemodelle entwickelt und nach aktuellen sowie alten nationalen und internationalen Normen berechnet werden. Zusätzlich stehen optional zahlreiche Berechnungsmöglichkeiten nach Klassifizierungsgesellschaften zur Verfügung.

#### > FVA-Workbench Advanced Edition

Die Advanced Edition richtet sich an all diejenigen, die im Tagesgeschäft ihre Produkte detaillierter berechnen und bewerten müssen. Zusätzlich zu den enthaltenen Funktion der FVA-Workbench 4.6 Modeler und Extended Edition, ermöglichen weiterführende FVA-Berechnungsverfahren Produktentwicklungen auf Basis aktueller Erkenntnisse aus dem FVA-Forschungsnetzwerk. Diese Version beinhaltet alle wesentlichen und vielfachgenutzten Standardberechnungen der FVA.

Die flexible Lizenzierung der FVA-Workbench nach Funktionsumfang und Nutzungszeit ermöglicht es insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen, auf den mächtigen Leistungsumfang der FVA-Workbench zu erschwinglichen Konditionen zuzugreifen. Auf diese Weise erhalten auch Kleinunternehmen und der Mittelstand Zugang zu den leistungsstarken Berechnungsmöglichkeiten der Simulationsplattform.





#### Aus der Entwicklung

#### FE-Strukturen in der FVA-Workbench

Analog zu Gehäuseverformungen können ab dem Release der Workbench 5.0 auch komplexe Planetenträgergeometrien realitätsnah abgebildet und deren resultierenden Steifigkeiten für die Berechnung der Wellenverlagerungen im Gesamtsystem genutzt werden.

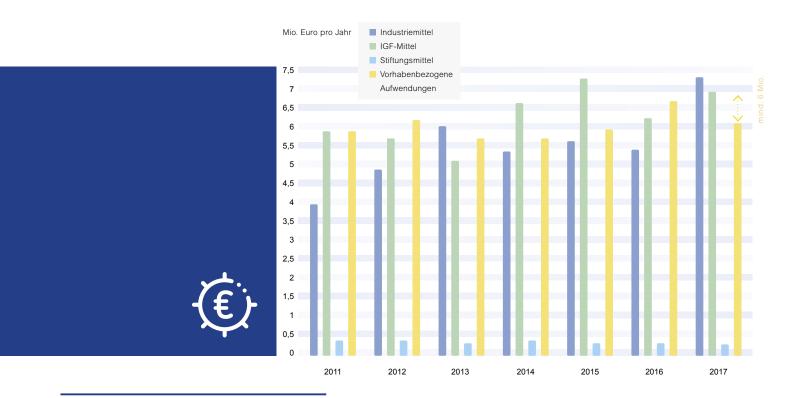
Auch elastische Radkörper finden in der FVA-Workbench mittels der FE-Methode in Zukunft Berücksichtigung. Mit wenigen Mausklicks lässt sich die CAD-Geometrie der Radkörper in die Software laden und in gewünschter Feinheit vernetzen. Der Umfang der Maschinenelemente, die in der Berechnungskette der FVA-Workbench dank FEM realitätsnah abgebildet werden können wird somit auch in den kommenden FVA-Workbench Versionen wesentlich erweitert und ergänzt.

#### Standardisiertes Getriebemodell

Das Fehlen einer allgemein akzeptierten standardisierten Schnittstelle zum Austausch von Getriebedaten führt vielfach zu kosten- und pflegeintensiven Sonderlösungen sowie zu vermeidbarer Doppelarbeit. Genau diese Probleme sollen mit der Entwicklung einer standardisierten Schnittstelle behoben werden. Diese wird unter dem Namen REXS (Reusable Engineering EXchange Standard) in Kooperation mit Industrie und Forschung entwickelt. Ab der Workbench Version 5.0 wird die REXS-Schnittstelle zum Export und Import von Getriebedaten unterstützt.

Durch die enge Zusammenarbeit mit den Unternehmen SEW und Schaeffler wird die Anwendbarkeit von REXS im industriellen Umfeld sichergestellt und der Austausch zwischen der Workbench und Bearinx bereits heute erfolgreich praktiziert.

## Finanzierung der Gemeinschaftsforschung



#### Gemeinsam finanzieren, forschen, profitieren

Die vorwettbewerbliche Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) der FVA bietet den FVA-Mitgliedern eine Basis für die firmeneigene Forschung und Entwicklung und damit für firmenspezifische Innovationen, technologischen Fortschritt und unternehmerischen Erfolg. Der Aufwand wird von allen Mitgliedsfirmen durch ihre Mitgliedsbeiträge getragen und reduziert so die eigenen Forschungskosten. Zudem ermöglicht es die FVA, Fördermittel des Bundes und von Stiftungen zu akquirieren und so die eingesetzten Mittel zu vervielfachen.

#### Geschäftsjahr 2016 - Abschluss

Die Ausgaben der FVA für die Finanzierung der Forschungsvorhaben beliefen sich im Geschäftsjahr 2016 auf ca. 10,7 Millionen Euro. Mit diesen Mitteln wurden die Forschungsprojekte an den Hochschulinstituten finanziert. Im Leistungsumfang enthalten sind die Durchführung der Forschungsvorhaben und der allgemeine Technologietransfer. Von den 10,7 Millionen Euro kamen ca. 5,5 Millionen Euro aus der öffentlichen Hand, ca. 5 Millionen Euro waren

Industriemittel, ergänzt durch ca. 0,2 Millionen Euro Stiftungsgelder. Die verausgabten Industriemittel beinhalten auch indirekte Forschungsaufwendungen, zum Beispiel Mitgliedsbeiträge für Organisationen wie der Allianz Industrie Forschung (AiF) und Kosten für die Vorbereitung von Forschungsvorhaben, die gemeinsam mit der Wissenschaft erfolgt. Die Verwaltungsaufwendungen der FVA beliefen sich für das Geschäftsjahr 2016 auf rund 0,93 Millionen Euro.

#### Geschäftsjahr 2017 - Entwicklung

Entsprechend der Ertragslage und der bewilligten Finanzierung von Forschungsvorhaben ist für das Geschäftsjahr 2017 von Einnahmen in Höhe von ca. 14,3 Millionen Euro auszugehen. Hiervon sind 6,9 Millionen Euro öffentliche Gelder, also Mittel, die über das Bundesministerium für Wirtschaft Energie (BMWi) bzw. die AiF zur Verfügung gestellt werden, ca. 7,3 Millionen Euro Industriemittel und rund 93 Tausend Euro Stiftungsmittel. Die Gesamtausgaben in Höhe von 13,6 Millionen Euro teilen sich wie folgt auf: für Forschungsvorhaben 6,9 Millionen Euro aus öffentlichen Mitteln, 3,5 Millionen Euro aus der Industrie, 93 Tausend

# "Eine Investition in Wissen bringt immer noch die besten Zinsen."

Benjamin Franklin (1706-1790)

#### Sonderforschungsprogramme und Kooperationen

Forschungsbereich	Projekte	Laufzeit	Fördersumme	Fördergeber
FVA-Gondel (Forschungs- und Windenergieanlage)	3	2015 – 2017	4,8	BMWi / BMBF
BaSyMo – BatterieSystemModul	1	2016 – 2019	5,7	BMWi
Massiver Leichtbau (Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. FOSTA)	6	2015 – 2018	1,8	BMWI / AiF
TIOM – Two in One Motor (ATEM Antriebstechnologien für die Elektromobilität)	1	2016 - 2018	0,7	BMWI
Geberlos + DeRex	2	2014 - 2017	2,7	BMWI

Die FVA finanziert ihre Forschungsprojekte auch über Sonderforschungsprogramme

Euro Stiftungsgelder; 2,1 Millionen Euro für den allgemeinen Technologietransfer, einschließlich projektbezogener Verwaltungsausgaben wie zum Beispiel dem AiF-Mitgliedsbeitrag; für die Verwaltungsaufwendungen der FVA sind rund 1,0 Millionen Euro geplant.

#### Vorhabenbezogene Aufwendungen 2016 und 2017

Das vorhabenbezogene Engagement der FVA-Mitglieder geht weit über das Bezahlen von Beiträgen hinaus und ist für die Industrielle Gemeinschaftsforschung von sehr hoher Bedeutung. Sowohl die Industrie als auch der Fachverband Antriebstechnik im VDMA bringen sich durch vorhabenbezogene Aufwendungen in die Arbeit der FVA aktiv ein. Hierbei handelt es sich um ein wesentliches Element der seit Januar 2005 wirksamen Förderrichtlinie für die Industrielle Gemeinschaftsforschung. Der Wert dieser zusätzlich erbrachten Leistungen für konkrete Forschungsvorhaben lag im Jahr 2016 bei 6,7 Millionen Euro (Vorjahr: 5,9 Millionen Euro). Die seitens der Industrie erbrachten Dienst- und Sachleistungen bestehen unter anderem in der Projektbegleitung, in kostenlosen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, der Überlassung von Geräten oder

Materialien zur Durchführung einzelner Forschungsvorhaben oder auch in Geldleistungen. Für das Geschäftsjahr 2017 ist von vorhabenbezogene Aufwendungen im Gegenwert von mindestens 6 Millionen Euro auszugehen. Die von der Öffentlichen Hand geförderten FVA-Projekte werden über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

#### Sonderforschungsprogramme

Durch Kooperationen mit weiteren Projektträgern partizipiert die FVA nochmals an Forschungsvorhaben mit einem Gesamtvolumen in Höhe von ca. 15,7 Millionen Euro.

### Mitgliederverzeichnis

» A

AAM Germany GmbH www.aam.com

ABM Greiffenberger Antriebstechnik GmbH www.abm-antriebe.de

ADDINOL Lube Oil GmbH www.addinol.de

Aerospace
Transmission Technologies GmbH
www.aerotranstech.com

Afton Chemical GmbH www.aftonchemical.com

AGCO GmbH www.fendt.com

AIRBUS HELICOPTERS
DEUTSCHLAND GmbH
www.airbus.com/helicopters.html

AKB Antriebstechnik GmbH www.akb-antriebstechnik.de

ALD Vacuum Technologies GmbH www.ald-vt.de

ANDRITZ HYDRO GmbH www.andritz.com

ARTIFEX Dr. Lohmann GmbH & Co. KG www.artifex-abrasives.de

Christoph Aßmann

Industrieservice – Ingenieurdienste www.assmann-aachen.de

ATEK Antriebstechnik Willi Glapiak GmbH www.atek.de

ATLANTA Antriebssysteme
E. Seidenspinner GmbH & Co. KG
www.atlantagmbh.de

ATLANTIC GmbH www.atlantic-schleifscheiben.de

Atlas Copco ENERGAS GmbH www.atlascopco-gap.de

AUDI AG www.audi.de

AUMA Drives GmbH www.auma-drives.com

AVL Deutschland GmbH www.avl.com

»B

BASF SE www.basf.com

Baumüller Nürnberg GmbH www.baumueller.de

Bayerische Motoren Werke AG www.bmw.de

Bockwoldt Getriebemotorenwerk GmbH & Co. KG www.bockwoldt.de Bonfiglioli Vectron MDS GmbH www.bonfiglioli.de

BorgWarner Transmission Systems GmbH www.bwdbrand.com

Robert Bosch GmbH www.bosch.com

Robert Bosch Battery Systems GmbH www.bosch.com

Bosch Rexroth AG www.boschrexroth.com

BP Europa SE www.bp.com

Breuckmann GmbH & Co. KG www.breuckmann.de

Burka-Kosmos GmbH www.burka-kosmos.de

» C

Carl Bechem GmbH www.bechem.com

Centa Antriebe Kirschey GmbH www.centa.info

Claas Industrietechnik GmbH www.claas-industrietechnik.com

COMET Schleifscheiben GmbH www.comet-d.de







» D

Daimler AG www.daimler.com

Danfoss GmbH www.danfoss.de/drives

DESCH Antriebstechnik GmbH & Co. KG www.desch.com

Deutsche Edelstahlwerke GmbH www.dew-stahl.com

DEUTZ AG
Entwicklungszentrum Köln-Porz
www.deutz.com

**DEUTZ AG** www.deutz.com

Diehl Metall Stiftung & Co. KG Werk Röthenbach www.diehl.com

Dorfner Schleifmittelwerk GmbH www.dorfner-schleifmittelwerk.de

Lindauer DORNIER GmbH www.lindauerdornier.com

Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH www.werkstofftechnik.com

» E

Eich Rollenlager GmbH www.eich-rollenlager.de

**Eickhoff Antriebstechnik GmbH** www.eickhoff-bochum.de

Eifeler Werkzeuge GmbH www.eifeler.com

Eisenbeiss GmbH Awww.eisenbeiss.com

Elgeti Engineering GmbH www.elgeti-engineering.de

ELKA Schleif- und Poliermittel GmbH www.elka-elastic.com

ELTRO GmbH www.eltropuls.de

EM-motive GmbH www.em-motive.com

EMAG eldec Induction GmbH www.eldec.net

Engineering Center Steyr A
GmbH & Co. KG
www.ecs.steyr.com

ESM Energie- und Schwingungstechnik Mitsch GmbH www.esm-gmbh.de

ESSO Deutschland GmbH www.exxonmobil.de

Evonik Resource Efficiency GmbH www.evonik.com

» F

FEV Europe GmbH www.fev.com

Filtration Group GmbH www.filtrationgroup.com

FLSmidth MAAG Gear AG 
www.flsmidth.com

FRENCO GmbH www.frenco.de

Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG www.fst.de

FUCHS LUBRITECH GmbH www.fuchs.com

FUCHS SCHMIERSTOFFE GmbH www.fuchs.com

» G

GEA Westfalia Separator Group GmbH www.gea.com

General Dynamics European Land Systems-Mowag GmbH www.gdels.com

www.gmh-gruppe.de

Georgsmarienhütte Holding GmbH

CH

GETRAS Getrieb- und Zahnradfabrik Hermann Hagenmeyer GmbH & Co. KG www.getrag.com

Getriebebau Nord GmbH & Co. KG www.nord.com

Getriebetechnik Magdeburg GmbH www.getriebetech.de

GE Wind Energy GmbH www.gerenewableenergy.com

GGB Heilbronn GmbH www.ggbearings.com

GKN Driveline International GmbH www.add.gkn.com

GKN Walterscheid Getriebe GmbH www.gkn-walterscheid.de

GLEASON-PFAUTER Maschinenfabrik GmbH www.gleason.com

GMN Paul Müller Industrie GmbH & Co. KG www.gmn.de

Härterei Carl Gommann GmbH www.gommann.de

GTL Getriebetechnik Leipzig GmbH www.getriebetechnikleipzig.de

Güdel AG CH www.gudel.com

» H

Hanomag Härtecenter GmbH www.haertecenter.de

Harmonic Drive AG www.harmonicdrive.de

Harms Lohnhärterei GmbH & Co. KG www.harms-lohnhaerterei.de

Heidelberger Druckmaschinen AG www.heidelberg.com

Henkel AG & Co. KGaA Research, Development & Engineering www.henkel.de

Hexagon Metrology GmbH www.hexagonmi.com

HOERBIGER Antriebstechnik Holding GmbH www.hoerbiger.com hofer eds GmbH www.hofer-powertrain.eu

HYDAC FILTERTECHNIK GMBH www.hydac.com

» l

IAV GmbH www.iav.com

IMO Holding GmbH www.goimo.com

Ingersoll Rand GmbH www.ingersollrand.com

Isar Getriebetechnik KG www.isargetriebe.de

ISP Salzbergen GmbH & Co. KG www.isp-testing.com

» J

John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werk Mannheim www.deere.com

Jungheinrich AG www.jungheinrich.de

»K

DR. KAISER DIAMANTWERKZEUGE GmbH & Co. KG www.drkaiser.de

KAPP Werkzeugmaschinen GmbH www.kapp-niles.com

Carl u. Wilhelm Keller GmbH & Co. KG www.keller-getriebe.de

KESSLER & Co. GmbH & Co. KG www.kessler-axles.de

Klingelnberg GmbH www.klingelnberg.com Klüber Lubrication München SE & Co. KG www.klueber.com

Konzelmann GmbH www.konzelmann-gmbh.de

KRACHT GmbH www.kracht.eu

KSB Aktiengesellschaft www.ksb.com

KTM Industries AG www.ktm-industries.com

KWD Kupplungswerk
Dresden GmbH
www.kupplungswerk-dresden.de

» L

Lenze SE www.lenze.com

Lehmann & Voss & Co. KG www.lehvoss.de

Lindenberg GmbH www.liebherr.com

Linde Material Handling GmbH www.linde-mh.de

LMT FETTE Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG www.lmt-tools.de

Lubrizol Deutschland GmbH www.lubrizol.com

LuK GmbH + Co. KG www.luk.de

» M

MAHLE GmbH www.mahle.com

Mahr GmbH www.mahr.com MAN Diesel & Turbo SE

www.dieselturbo.man.eu

MAN Truck & Bus AG

www.mantruckandbus.com www.truck.man.eu

Chr. Mayr GmbH + Co. KG www.mayr.com

Metal Improvement Company, LLC www.kugelstrahlen-shotpeening-mic.de

F. Morat & Co. GmbH www.f-morat.de

Moventas Gears GmbH

www.moventas.com

MTU Friedrichshafen GmbH

www.mtu-online.com

» N

Neugart GmbH

www.neugart.com

Niles Werkzeugmaschinen GmbH

www.kapp-niles.com

Nordex Energy GmbH

www.nordex-online.com

NTN SNR-Wälzlager

www.ntn-snr.com

» O

O & K Antriebstechnik GmbH

www.oundka.com

**OELCHECK GmbH** 

www.oelcheck.com

Oerlikon Balzers

Coating Germany GmbH

www.oerlikon.com/balzers/de/de/

**Oerlikon Friction Systems** (Germany) GmbH

www.oerlikon.com/metco/en

**OMS** Antriebstechnik

Getriebe- und Zahnradfabrik e.K. www.oms-antrieb.de

Opel Automobile GmbH

www.opel.de

ORTLINGHAUS-WERKE GMBH

www.ortlinghaus.com

OSK - Kiefer GmbH

www.osk-kiefer.com

OSRO SUPER FINISHING GMBH

www.osro-superfinishing.com

**OVALO GmbH** 

www.ovalo.de

»P

PIV Drives GmbH

www.brevini.de

**PVA Industrial Vacuum** 

Systems GmbH

www.plateg.de

Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG

www.porsche.com

PRODAN GmbH

www.prodan.com

»R

Härterei Reese Bochum GmbH

www.haerterei.com

REINTJES GmbH

www.reintjes-gears.de

REINZ-Dichtungs-GmbH

www.reinz.com

Reishauer AG CH

www.reishauer.com

RENK Aktiengesellschaft

www.renk.biz

Rhein-Getriebe GmbH

www.rheingetriebe.com

Ricardo Deutschland GmbH

www.ricardo.com

Rickmeier GmbH

www.rickmeier.de

RINGFEDER POWER

TRANSMISSION TSCHAN GmbH

www.ringfeder.com

RINGSPANN GmbH

www.ringspann.com

Rögelberg Getriebe GmbH & Co. KG

www.roegelberg-getriebe.de

Rolls-Royce

Deutschland Ltd. & CO KG

www.rolls-royce.com/country-sites/

deutschland.aspx

Rolls-Royce Marine AS N

dep Propulsion-Ulsteinvik

www.rolls-royce.com/products-andservices/marine.aspx

RSGetriebe GmbH

www.rsgetriebe.de

RÜBIG GmbH & Co KG (A)

www.rubig.com

»S

SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS PAMPUS GmbH

http://www.bearings.saint-gobain.com

Santasalo Gears GmbH

www.dbsantasalo.com

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

www.schaeffler.de

C.H. Schäfer Getriebe GmbH

www.ant-schaefer.de

Schmidhauser AG CH

www.lenze-schmidhauser.com

Horst Scholz GmbH & Co. KG

www.scholz-htik.de

SCHOTTEL GmbH www.schottel.de

SeLasCo GmbH www.selasco.com

Senvion GmbH www.senvion.com

SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG www.sew-eurodrive.com

Shell Global Solutions (Deutschland) GmbH www.shell.com

Siebenhaar Antriebstechnik GmbH www.siebenhaar-antriebstechnik.de

Siemens AG www.siemens.com

SKF GmbH www.skf.com

SKF Sealing Solutions GmbH www.skf.com

Walter Söhner GmbH & Co. KG www.soehnergroup.com

SONA BLW

Präzisionsschmiede GmbH www.sona-blw.com

SMS group GmbH www.sms-group.com

SPN Schwaben Präzision Fritz Hopf GmbH www.spn-drive.de

Stiebel-Getriebebau GmbH & Co. KG www.stiebel.de

STIEBER GmbH www.stieberclutch.com

STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH & Co. KG www.stoeber.de Stresstech GmbH www.stresstech.de

Stromag GmbH www.stromag.com

Stüwe GmbH & Co. KG www.stuewe.de

www.sumitomodrive.com

SUMITOMO (SHI) CYCLO DRIVE GERMANY GmbH

» T

TAKRAF GmbH www.takraf.tenova.com

Terex MHPS GmbH
Terex Material Handling
www.demagcranes.de

THIELENHAUS
TECHNOLOGIES GmbH
www.thielenhaus.com

Thyssenkrupp Industrial Solutions AG www.www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH www.thyssenkrupp-rotheerde.com

ThyssenKrupp Presta AG www.thyssenkrupp-presta.com

TOTAL Deutschland GmbH www.total.de

»V

Vestas Nacelles Deutschland GmbH www.vestas.com

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG www.voith.com

Voith Turbo GmbH & Co. KG www.voith.com

Voith Turbo BHS Getriebe GmbH www.voith.com

VOLKSWAGEN AG www.volkswagen.de

VULKAN Kupplungs- und Getriebebau Bernhard Hackforth GmbH & Co. KG ww.vulkan.com

»W

WELTER zahnrad GmbH www.welter-zahnrad.com

Wendt GmbH www.3M.com/abrasives

WILO SE www.wilo.com

WITTENSTEIN alpha GmbH www.alpha.wittenstein.de

»Z

ZAE-AntriebsSysteme GmbH & Co. KG www.zae.de

ZG Zahnräder und Getriebe GmbH www.zg-gmbh.de

ZF Friedrichshafen AG www.zf.com

ZF Industrieantriebe Witten GmbH www.zf.com

ZF Wind Power Antwerpen NV 
www.zf.com
Ziller GmbH & Co. KG
www.nilos-ring.com

ZOERKLER GEARS GmbH & Co. KG www.zoerkler.at (A)

ZOLLERN GmbH & Co. KG www.zollern.de

# FKM-Forschungshefte

Berichtszeitraum Oktober 2016 bis Oktober 2017

Heft-Nr.	FKM-Nr.	Kennwort/Beschreibung	Berichtsart
328	304	Spannungsmehrachsigkeit Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile	Abschlussbericht
		unter Berücksichtigung der Spannungsmehrachsigkeit	

# Bildquellen

Titelbild:	© buyourobot/Vladyslav Ociacia	Seite 31:	© R. Dinter, © IWM RWTH Aachen
Seite 3:	© Zollern GmbH & Co. KG	Seite 32:	© Fabian Kichbauer/BMW Group
Seite 4:	© Schaeffler AG, © VDMA,	Seite 34:	© KSB AG, Pilar © FVA e.V.
	© ZF Friedrichshafen AG	Seite 35:	D. Pilar © FVA e.V.
Seite 5:	juergenmai.com © FVA e.V., D. Pilar © FVA e.V.,	Seite 36:	Opel Automobile GmbH
	© Georgsmarienhütte Holding GmbH	Seite 37:	D. Pilar © FVA e.V.
Seite 6:	D. Pilar © FVA e.V.	Seite 38:	juergenmai.com © FVA e.V
Seite 7:	D. Pilar © FVA e.V., © SKF GmbH	Seite 40:	juergenmai.com © FVA e.V.
Seite 8:	juergenmai.com © FVA e.V.	Seite 41:	juergenmai.com © FVA e.V.
Seite 10/1	1: © malerapaso/iStock	Seite 42:	D. Pilar © FVA e.V.
Seite 12:	juergenmai.com © FVA e.V.	Seite 43:	juergenmai.com © FVA e.V.
Seite 14:	© Breuckmann GmbH & Co. KG	Seite 44:	© DreanA/Fotolia
Seite 15:	© ZF Friedrichshafen AG	Seite 45:	© FVA e.V.
Seite 16:	© FVA e.V.	Seite 46:	© FVA GmbH
Seite 17:	© Schaeffler AG	Seite 47:	juergenmai.com © FVA e.V.
Seite 19:	juergenmai.com © FVA e.V.	Seite 48:	juergenmai.com © FVA e.V.
Seite 20:	juergenmai.com © FVA e.V.	Seite 49:	juergenmai.com © FVA e.V., © FVA GmbH
Seite 28:	© FVA e.V.	Seite 53:	© GKN Driveline International GmbH,
Seite 29:	© M. Özel		Bringezu © CWD RWTH Aachen
Seite 30:	Graul © FVA e.V.		

#### Impressum

#### Herausgeber

Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) Lyoner Straße 18 60528 Frankfurt ©Copyright 2017 Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

Vielen Dank an alle Unternehmen, die uns Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben.

#### Projektteam

Peter Exner, FVA Bernard Rensinghoff, FVA Dirk Pustelnik, MaxDornPresse Angela Rädlein, MaxDornPresse

#### Produktion

MaxDornPresse, 63179 Obertshausen www.maxdornpresse.de



Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. Postfach 71 08 64 60498 Frankfurt Lyoner Straße 18 60528 Frankfurt Tel +49.69.66 03-15 15 Fax +49.69.66 03-25 15 info@fva-net.de

www.fva-net.de