



FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Elektronikintegration in der Elektromotorenfertigung im Rahmen des geplanten Forschungsvorhabens HerKoMeS

Erfa-Kreis-Treffen am 18. Mai 2017
Lehrstuhl FAPS, Nürnberg

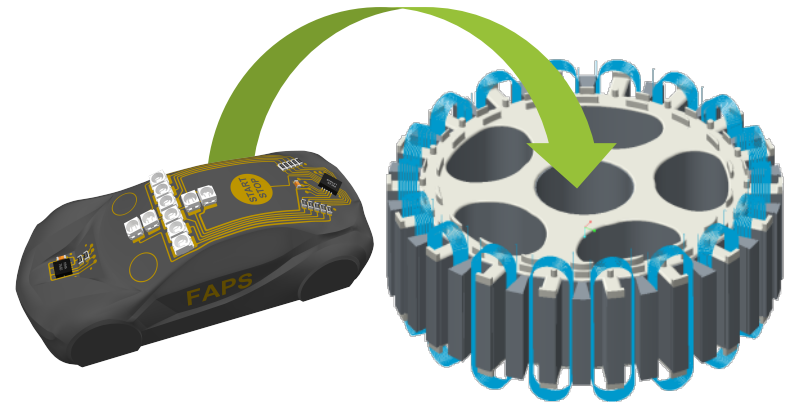
Durch das Forschungsprojekt werden die Technologien und Verfahren des Elektromaschinenbaus sowie der Elektronikproduktion vereint.

Wickel- und Kontaktiertechnik im Elektromaschinenbau

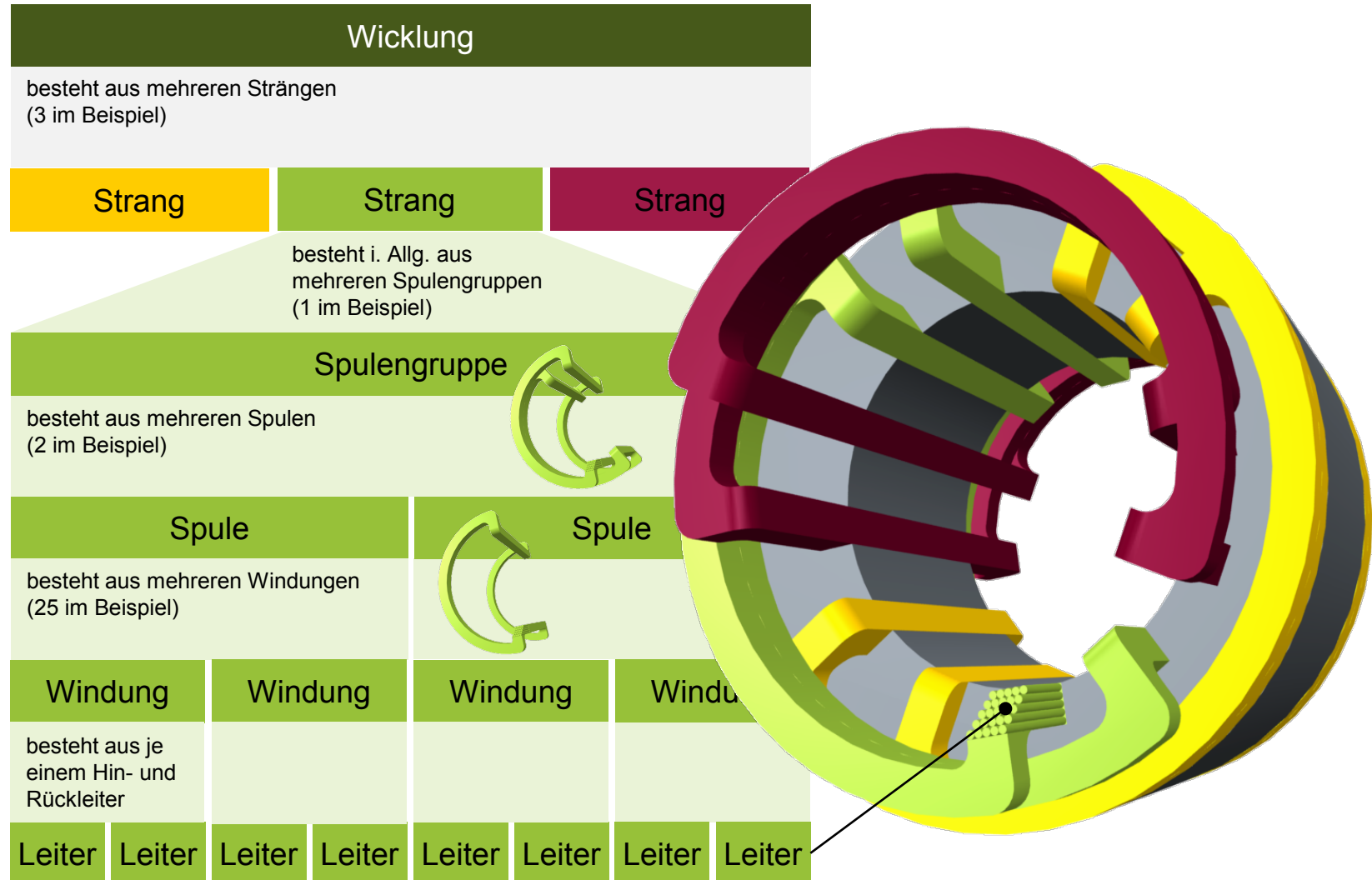
Ausgangslage und Problemstellung

Ziel des Forschungsprojektes und Lösungsansätze

Zeitlicher Projektablauf



Die gesamte Wicklung eines Motors setzt sich aus einzelnen Leitern in Windungen, Spulen, Spulengruppen und Strängen zusammen.



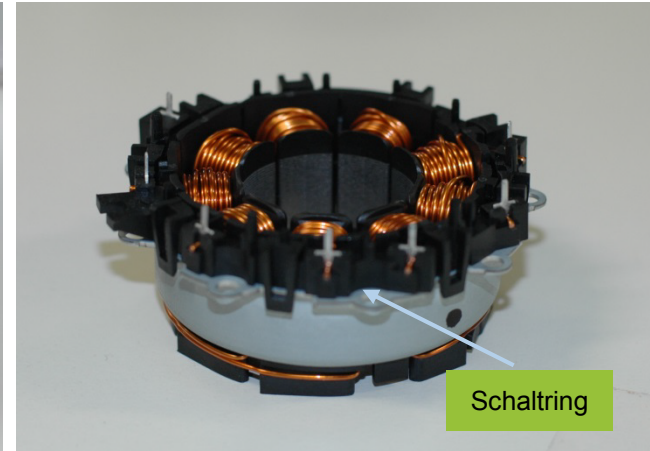
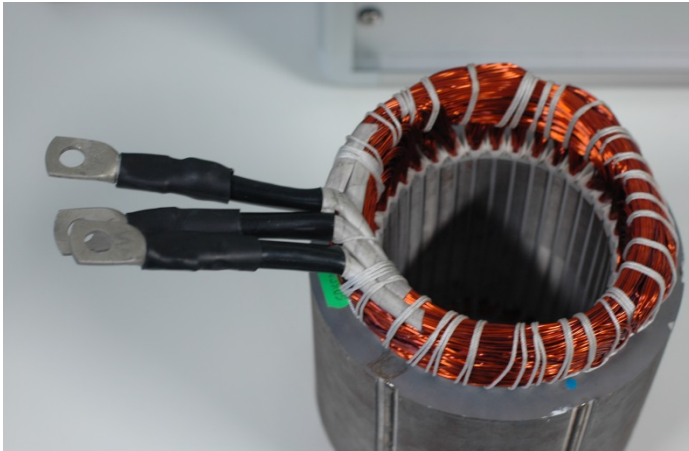
Zum Kontaktieren von Elektromotoren existieren zwei unterschiedliche Konzepte.

**Kontaktier-
variante**

Kontaktieren mit Kabelschuhen

Kontaktieren auf Schaltring

**Beispiel-
stator**



**Kontaktier-
aufgabe**

Verbinden der Spulen gleicher Phase
mit Kabelschuhen

Verbinden der Spulen gleicher
Phase auf einem Schaltring

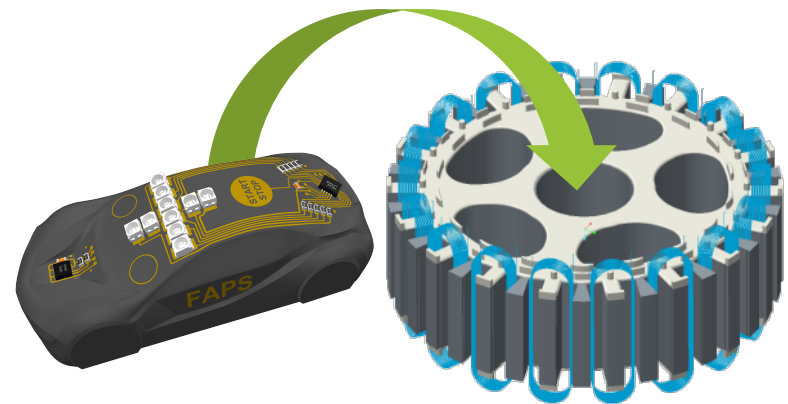
Durch das Forschungsprojekt werden die Technologien und Verfahren des Elektromaschinenbaus sowie der Elektronikproduktion vereint.

Wickel- und Kontaktiertechnik im Elektromaschinenbau

Ausgangslage und Problemstellung

Ziel des Forschungsprojektes und Lösungsansätze

Zeitlicher Projektablauf



Der Verschaltungsprozess der Einzelwicklungen eines Stators ist derzeit der einzige Prozessschritt, der nicht automatisiert durchführbar ist.

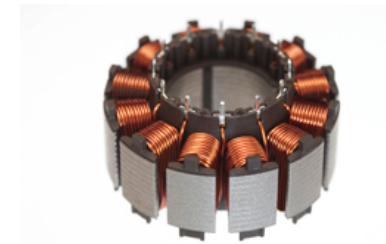
Ausgangslage

- Aufwändige Handhabung der undefiniert abgelegten Spulenden eines Stators verhindert bis jetzt ein automatisiertes Verschalten der Einzelwicklungen
- Zahlreiche räumliche Schaltungsträger, z.B. mit Thermoplasten umspritzte Kupferstanzgitter, ermöglichen das gezielte, manuelle positionieren und ankontaktieren der Spulenden



Problemstellung

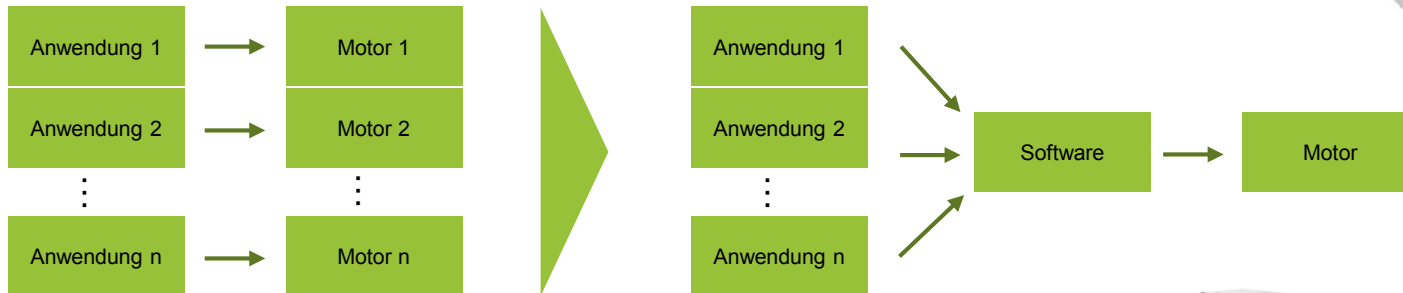
- Einhergehende Kosten für den Herstellungsprozess der räumlichen Schaltungsträger zu hoch
- Derzeitige Konzepte ermöglichen lediglich die Übertragung von Leistung, eine Übertragung von Informations- und Steuersignalen, z.B. von der Motorsensorik zum Umrichter, ist nicht möglich



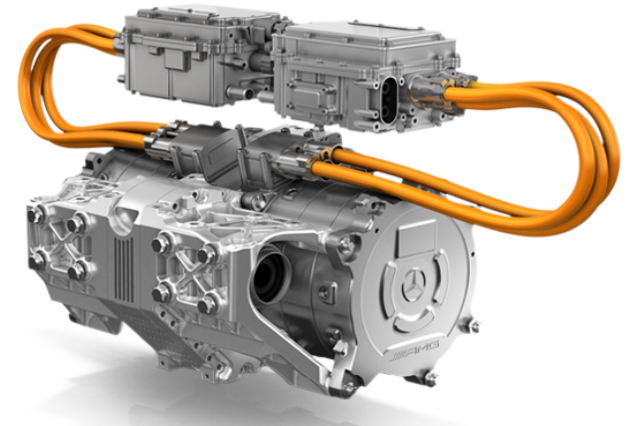
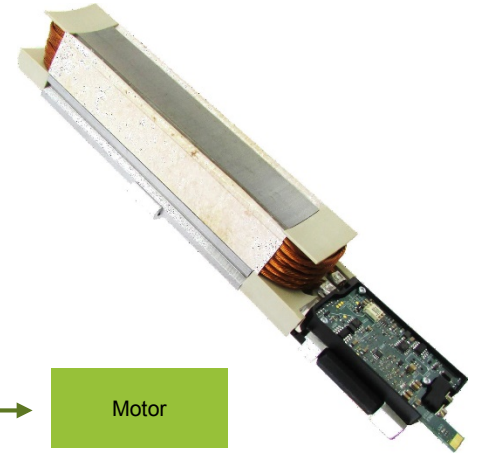
Quellen: Risomat, BMW, Aumann, ebm-papst

Der Einsatz von Schaltungsträgern mit integrierter Signal- und Leistungs- vernetzung erschließt mehrere Vorteile für elektrische Antriebe.

- Redundanz durch getrennte Ansteuerung jeder einzelnen Spule
- Großer möglicher Spannungsbereich durch Parallel- oder Reihenschaltung
- Kostenreduzierung durch Varianteneinsparung



- Bauraumreduktion durch integrierte Signal- und Leistungsvernetzung auf einem Bauteil
- Reduzierung der Wickelkopfhöhe
- Mögliche Integration von mechanischen Funktionen (Gehäusedeckel, Lagerschild)



Quellen: Fraunhofer/Aix Control GmbH, Mercedes AMG

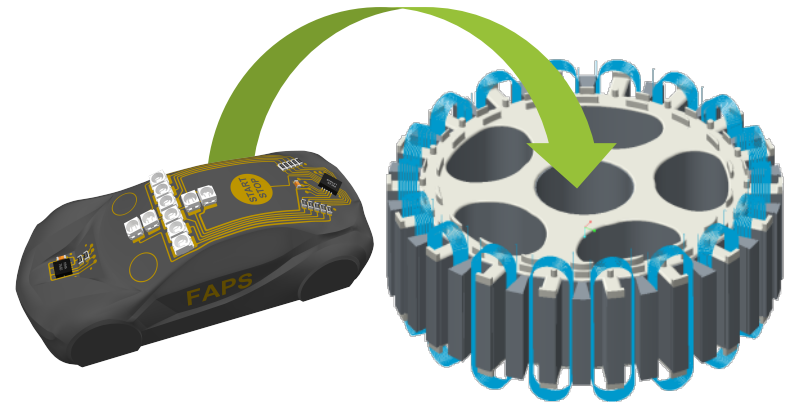
Durch das Forschungsprojekt werden die Technologien und Verfahren des Elektromaschinenbaus sowie der Elektronikproduktion vereint.

Wickel- und Kontaktiertechnik im
Elektromaschinenbau

Ausgangslage und Problemstellung

**Ziel des Forschungsprojektes und
Lösungsansätze**

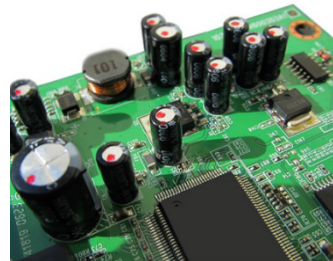
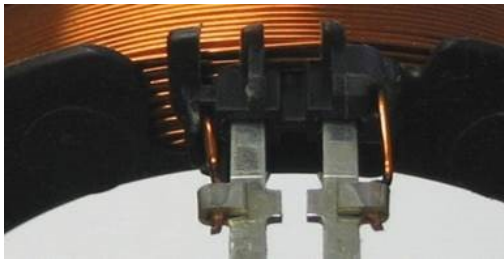
Zeitlicher Projektablauf



Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Integration der Signal- und Leistungsvernetzung auf einem Schaltungsträger.

Forschungsansatz:

- Herstellung von Schaltungsträgern zur kombinierten Leistungs- und Signalübertragung basierend auf 3 Lösungskonzepten aus den Bereichen der Elektromotorenverschaltung, Leiterplattenfertigung oder additiven Fertigung



Quellen: Sunstone Engineering, Neotech, nh-technology

Forschungsziele:

- Entwicklung eines funktionsintegrierten neuartigen Konzeptes zur Signal- und Leistungsvernetzung von Hochleistungselektromotoren mit der Motorperipherie, d.h. der Leistungselektronik sowie der Motorsteuerung
- Erforschung und Weiterentwicklung neuartiger Prozessketten der additiven Fertigung und Strukturierung
- Beurteilung der Potentiale der integrierten Kontaktierung und der zugehörigen Prozessketten gegenüber den etablierten Schaltkonzepten und -verfahren

Einsatz bestehender Verfahren der Elektromotorenverschaltung zur Fertigung von Schaltungsträgern zur kombinierten Leistungs- und Signalübertragung.

Lösungsansatz 1: Nutzung bestehender Verfahren der Elektromotorenverschaltung

- Strukturierung und Metallisierung eines Schaltungsträgers (Stanzgitters) zur Informationsvernetzung und Bestückung mit Sensorik
- Einsatz von mehrschichtig aufgebauten Schaltungsträgern



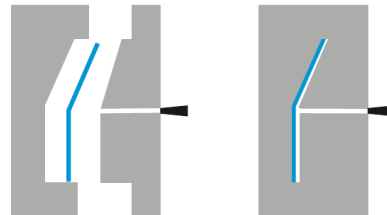
Stanzgitter

Vorteile

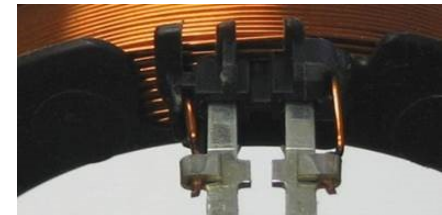
- Nutzung etablierter Verfahren
- Hohe Leistungsübertragungen möglich

Nachteile

- Hohe Herstellungskosten
- Eingeschränkte Flexibilität



Umspritzen von Stanzgittern



Kontaktierung durch Schweißen

Quellen: Seckelmann, Haerter, Hanser

Adaption von Verfahren der klassischen Leiterplattenfertigung zur Fertigung von Schaltungsträgern zur kombinierten Leistungs- und Signalübertragung.

Lösungsansatz 2: Adaption von Verfahren der klassischen Leiterplattenfertigung

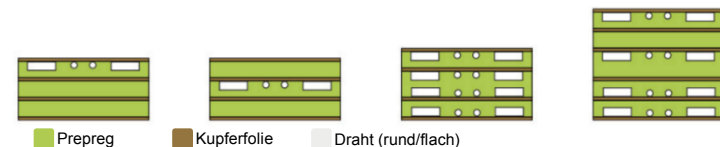
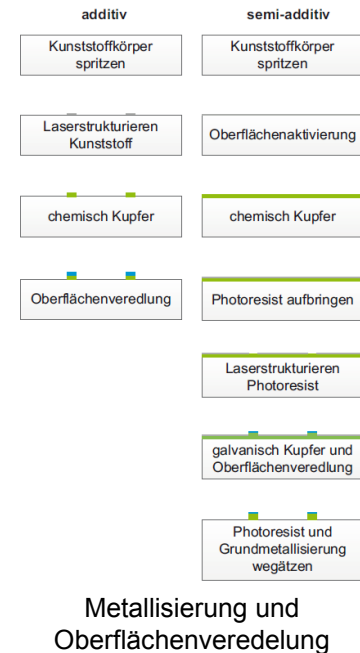
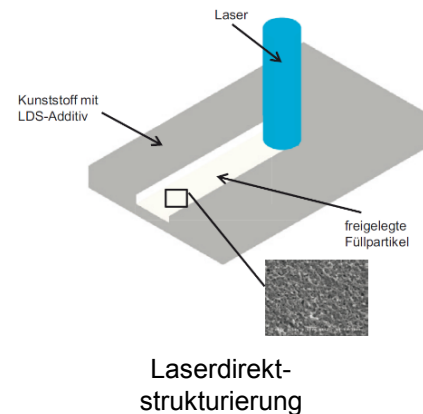
- Analyse der klassischen Verfahren der Leiterplattenfertigung und -metallisierung hinsichtlich ihrer Eignung zur Fertigung eines integrierten Schaltungsträgers

Vorteile

- Signalübertragung integrierbar
- Mittlere Leistungsübertragungen möglich

Nachteile

- Eingeschränkte Gestaltungsfreiheit
- Viele Prozessschritte



Wirelaid-Verfahren

Quellen: JUMATECH, LPKF, Hanser

Nutzung der Verfahren der additiven Fertigung und Metallisierung zur Fertigung von Schaltungsträgern zur kombinierten Leistungs- und Signalübertragung.

Lösungsansatz 3: Nutzung der Verfahren der additiven Fertigung und Metallisierung

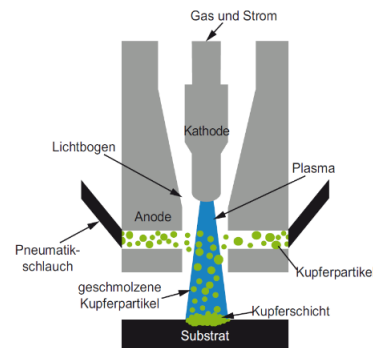
- Evaluierung von Verfahren der additiven Fertigung und Metallisierung zur Fertigung des integrierten Schaltungsträgers

Vorteile

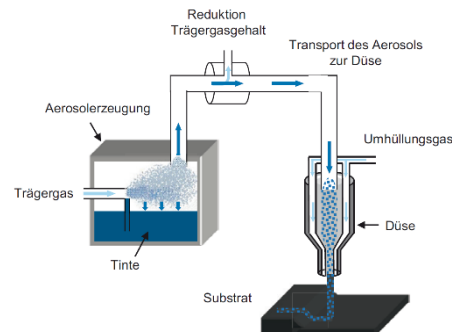
- Hohe Gestaltungsfreiheit
- Verkürzte Prozessketten

Nachteile

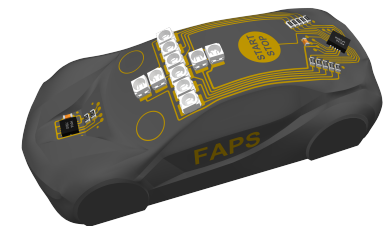
- Niedrige Leistungsübertragungen
- Fehlende Erfahrungen zur Langzeitzuverlässigkeit



Plasmadust®



Aerosol-Jet-Verfahren®



3D-MID



Additive Fertigung und Metallisierung

Quellen: Hanser, Neotech

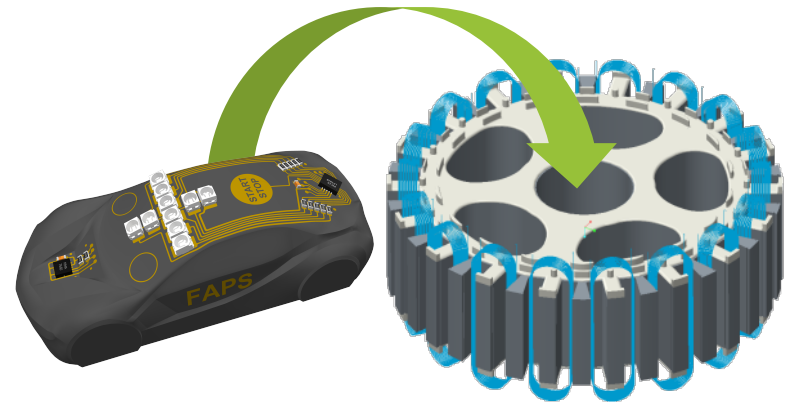
Durch das Forschungsprojekt werden die Technologien und Verfahren des Elektromaschinenbaus sowie der Elektronikproduktion vereint.

Wickel- und Kontaktiertechnik im Elektromaschinenbau

Ausgangslage und Problemstellung

Ziel des Forschungsprojektes und Lösungsansätze

Zeitlicher Projektablauf



Nach Absprache mit dem PBA werden die Inhalte des Projektes in Arbeitspakete eingeteilt und zeitlich grob über die Projektlaufzeit aufgeteilt.

Jahr	2018				2019			
Quartal	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
AP I								
AP II								
AP III								
AP IV								

AP I: Entwicklung eines Anforderungsprofils

- Spezifikation von Randbedingungen wie Mindeststromstärken oder zulässige Erwärmungen
- Aufstellung einer Technologie- und Verfahrensmatrix

AP II: Entwicklung unterschiedlicher Prozessketten

- Aufstellung geeigneter Prozessketten anhand der erstellten Datenbank aus AP I
- Untersuchung von Fertigungsstrukturen aus bestehenden und neuen Verfahren
- Erstellen von Demonstratoren für jedes Fertigungskonzept

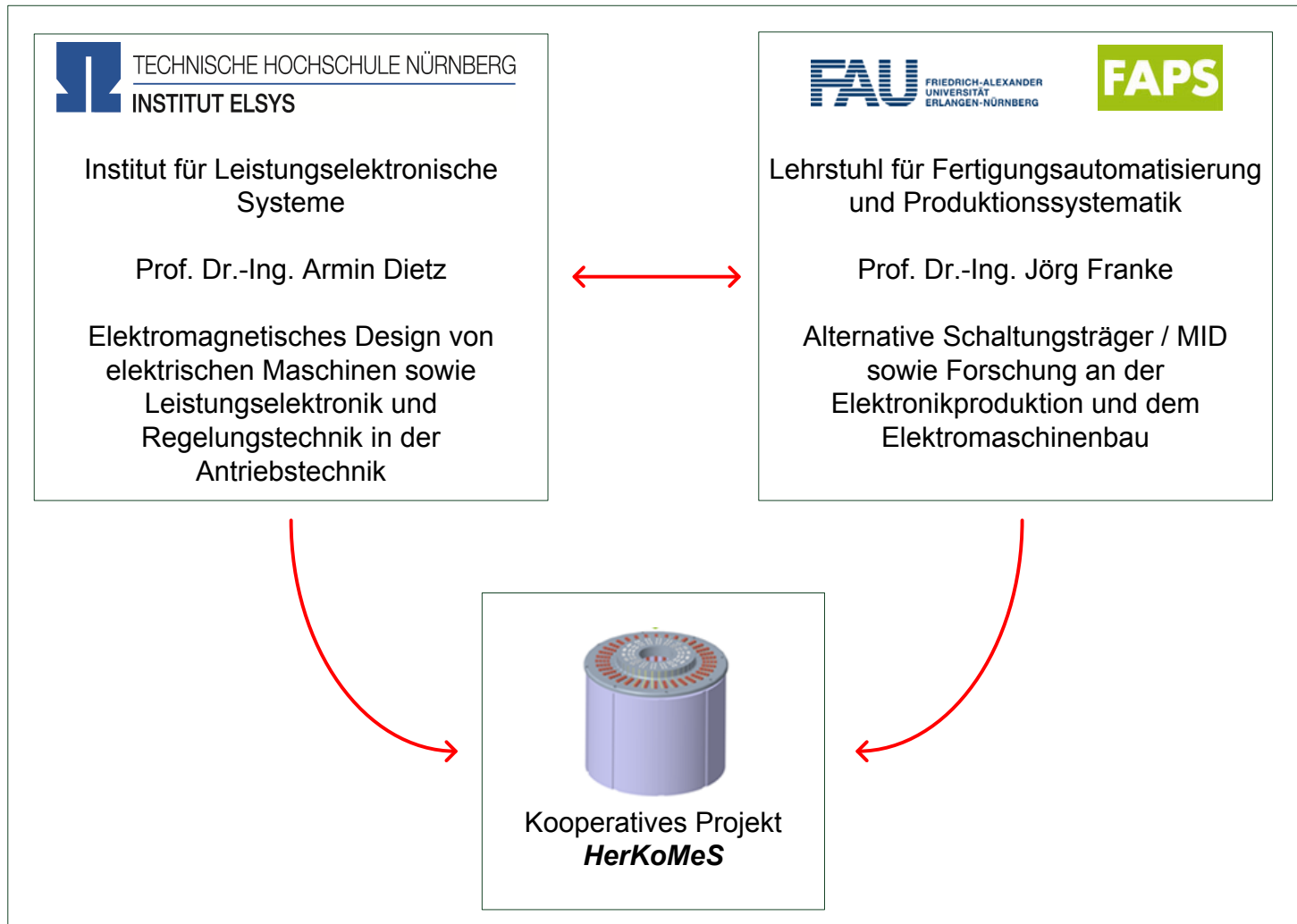
AP III: Entwicklung eines angepassten Kontaktierkonzepts

- Entwicklung eines Kontaktierkonzepts für den Schaltplatinendemonstrator

AP IV: Parameterstudien zur Optimierung der Fertigungsprozesse

- Anwendung der gewonnenen Kenntnisse auf konkrete Motorkonzepte
- Optimierung der Teilprozesse zur prozesssicheren Signal- und Leistungsübertragung
- Erstellung eines funktionsfähigen Prototyps

Das AiF-Forschungsprojekt soll durch den Lehrstuhl FAPS und das Institut ELSYS der FH Nürnberg bearbeitet werden.





FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



DANKE