






Projekt ProLemo
Konzepte für die Produktion von
Leichtbaumotoren

ARBURG

Megatrends



Kunststoffe sind Problemlöser

Wachsende & alternde Bevölkerung	→		Medizin	Kunststoffe ersetzen Glas
Urbanisierung	→		Beleuchtung	Linsensysteme für LED-Lampen
Ressourcen & Klimaschutz	→		Bewässerung	Mikrobauteile zur Wasserverteilung
Kommunikation & Mobilität	→		Leichtbau	Weniger Stahl in Fahrzeugen

2

ProLemo – das Projekt



Technologien für effiziente Leichtbaumotoren

 <p>Erhöhung der Reichweite</p> <p>Steigende Energiekosten</p> <p>Umweltbewusstsein</p> <p>Energieeffiziente Antriebe sind entscheidend für den Produkterfolg</p>	 <p>Heterogene Technologie</p> <p>Noch geringe Absatzzahlen</p> <p>Marktentwicklung unklar</p> <p>Zukünftige Märkte benötigen flexible und skalierbare Produktionsprozesse</p>
--	--

3

ProLemo – das Projekt



Moderne E-Motoren und Produktionskonzept entwickeln

- Innovative Leichtbaumaterialien
- Angepasste Fertigungsverfahren
- Flexible Serienfertigung
- Massenmarkttaugliche Motoren
- Enge Zusammenarbeit von Spezialisten über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg



Produktionstechnologien für effiziente Leichtbaumotoren für Elektrofahrzeuge

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



DLR Projektträger

Quelle: www.prolemo.de

4

ProLemo – das Projekt



Konkrete Ziele und Lösungsansätze

- Motorentwicklung
 - Reduktion der trägen Masse
 - Reduktion des Gesamtgewichts
- Entwicklung der Produktionstechnologie
- Abgeschlossenes BMBF Projekt
 - Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 - Institut für Produktionstechnik (wbk)
 - Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST)
 - ARBURG, Aumann, INDEX, Wittenstein



© wittenstein cyber motor

5

ProLemo – das Projekt

ARBURG

Projekttablauf

- Weiterentwicklung des Motorenkonzepts
 - Basis – ein handelsüblicher Servomotor
 - Leistungsbereich für Elektrofahrzeug (90kW mit 260Nm)
- Vorgehen
 - Betrachtung jeder einzelnen Komponente
 - Auswahl alternativer Herstellungsansätze
- Projektziele
 - Gleiche oder bessere Leistungsfähigkeit durch Reduktion von Masseträgheit und Gewicht
 - Aufbau und Evaluierung der Produktionsverfahren



© wittenstein cyber motor

6

Das Unternehmen

ARBURG

Wir sind im Schwarzwald zu Hause



Zentrale Produktion in
Loßburg (Deutschland)
mit rund 171.000 m²

Weltweit über 2.800
Mitarbeiter
Konsolidierter Umsatz
2015: 596 Mio. EUR
2016: 636 Mio. EUR
Exportanteil ~ 70 %

7

Das Unternehmen

ARBURG

Wir sind da – mit umfassendem Know-how



8

Schwerpunkt Rotor

ARBURG

Betrachtung der Rotors

- Klassischer Aufbau
 - Vollwelle
- Rotoraufbau
 - Isolierte Blechpakete
 - Montierte Magnete Innenkontur
 - Drehmomentanbindung



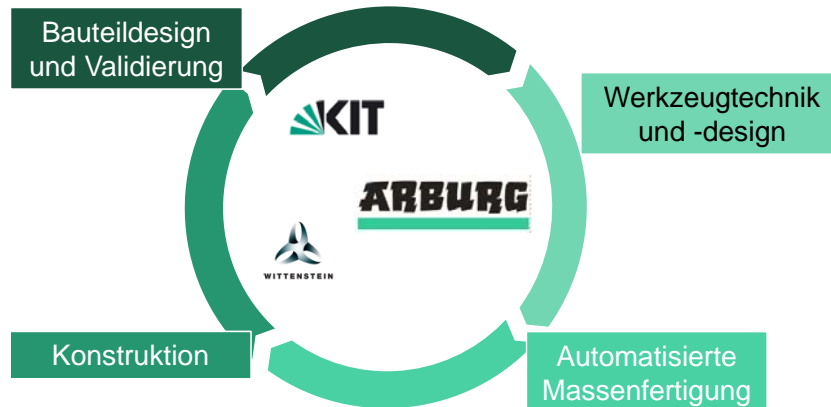
© Endeavor Technologies

9

ProLemo – das Projekt

ARBURG

Übergreifendes Fachwissen und Synergie



10

Konzeption Leichtbaurotor

ARBURG

Segmentierte Rotorscheiben

- Segmentierte Rotorscheiben anstatt einem kompletten Rotorkörper
- Modularer Aufbau für Leistungsabstufungen



© WBK

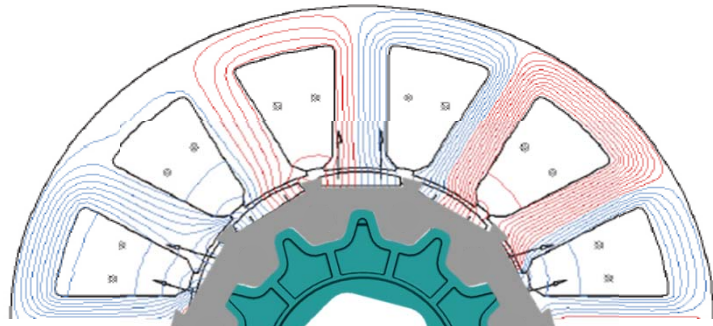
11

Konzeption Leichtbaurotor

ARBURG

Spritzgießgerechte Rotorscheibe

- Speziell angepasste Außenkontur
- SMC Werkstoff bildet Feldlinien des Stators ab
- Klassischer Kunststoff zur Anbindung an die Welle



© WBK

12

Konzeption Leichtbaurotor

ARBURG

Glasfaserverstärkte Rotor-Welle-Verbindung

- GF-verstärktes PA6
- Innenkontur im Werkzeug austauschbar
 - Vielzahn-Variante
 - Sechskant-Variante



© WBK

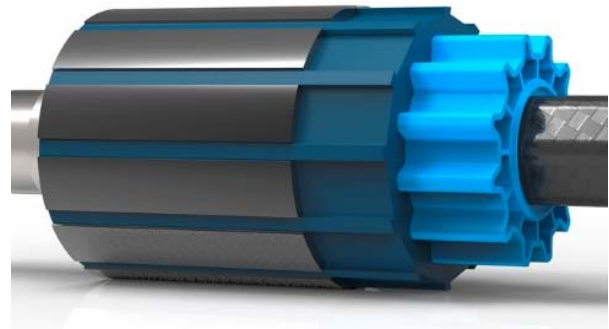
13

Konzeption Leichtbaurotor

ARBURG

Magnetträger aus SMC*

- Verstärktes PA6 als Matrixwerkstoff
- Permalloy-Legierung
- Einspritzen gegen kraftgeregeltem Schieber für homogene Struktur
- Angepasste Kontur für
 - Optimale Magnetführung
 - Minimaler Wirbelstromverluste
 - Eliminierung von Lagerströmen



© WBK

* SMC = Soft Magnetic Composite

14

Ergebnis Gesamtkonzept

ARBURG

Optimierter Servomotor

- Segmentierte Rotorscheiben - 2-K Spritzgießlösung
- Rotorwelle
 - Lösungsansatz mit Stahlhohlwelle
 - Lösungsansatz mit CFK Hohlwelle
- Optimierte Statorwicklung
- Diverse Kunststofflösungen im Gehäuse
 - Innovatives Kühlkonzept
- Intelligenter Montageprozess zur Unwuchtminimierung



© WBK

15

Resultate

ARBURG

Gewichtseinsparung bei gleicher Leistung

Baugruppe	Referenzmotor	ProLemo-Motor Stahlwelle	ProLemo-Motor CFK-Welle
Rotor & Stahlwelle	8,70 kg	7,39 kg	6,14 kg
Bewickelter Stator	17,30 kg	17,08 kg	17,08 kg
Gehäuse	18,82 kg	11,09 kg	11,09 kg
Gesamtgewicht	44,82 kg	35,56 kg	34,31 kg
		~ 21%	~ 24%



Verringerung der
Massenträgheit 12 % Stahlwelle
 16 % CFK Welle

16

Resultate

ARBURG

Fortschritt nur mit gemeinschaftlicher Entwicklung

- Erreichte Ergebnisse nur durch enge Zusammenarbeit der Fachbereiche möglich
- Sehr gute Übereinstimmung von berechneten bzw. simulierten Werten zu den praktisch gemessenen Ergebnissen
- Darstellung eines hocheffizienten Großserienfertigungskonzepts von Leichtbaurotoren mit Mehrkomponenten-Spritzgießen



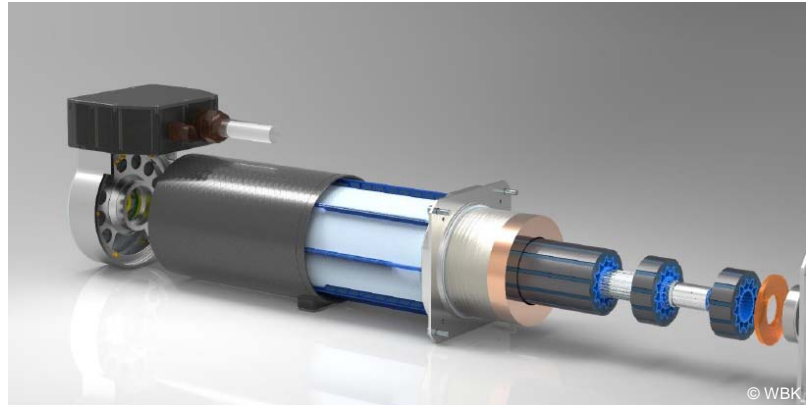
17

Zusammenfassung

ARBURG

Umdenken in Design und Entwicklung

- Projekt erreicht
 - Gewichtseinsparung
 - Skalierbare Produktion
- Ganzheitlicher Ansatz
 - Produktdesign
 - Produktionsentwicklung



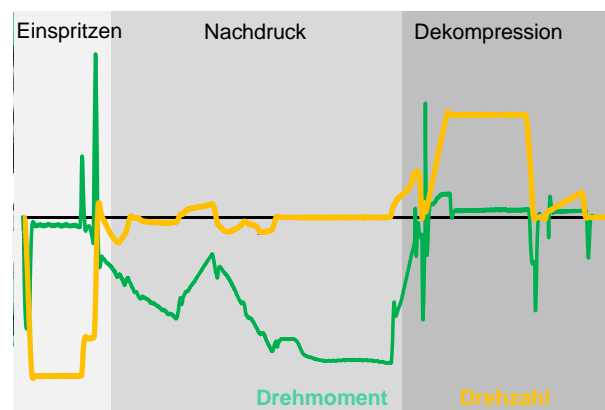
18

Felderprobung

ARBURG

ProLemo-Motor im Einsatz

- Felderprobung des Motors
 - u.a. bei ARBURG als Einspritzmotor in einer Spritzeinheit Größe 400
- Langzeitverhalten untersuchen
 - Materialeigenschaften
 - Kunststoffverbindungen
- Weitere Untersuchungen am KIT



19

Ihr Ansprechpartner



Deutschland

**Leiter der
Anwendungstechnik**

Dr. Ing. Thomas Walther
thomas_walther@arburg.com

Tel. +49 (0) 7446 33-3166



ARBURG GmbH + Co KG
Arthur-Hehl-Straße
72290 Loßburg

www.arburg.com

20

