

Schlussbericht

Forschungsverbund SERELA

Zuwendungsempfänger: <i>Universität Kassel, Fachgebiet Elektrische Maschinen u. Antriebe (EMA)</i>	Förderkennzeichen: <i>20Q1512D</i>
Titel des Verbundvorhaben: <i>System-Modellierung elektrischer Luftfahrtantriebe</i>	
Laufzeit des Vorhabens: von: <i>01.01.2016</i> bis: <i>31.08.2018</i>	
Berichtszeitraum: von: <i>01.01.2016</i> bis: <i>31.08.2018</i>	

Stand: Freitag, 1. März 2019

Prof. Dr.-Ing. Marcus Ziegler

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	3
2	Hauptarbeitspaket [2]	3
2.1	Arbeitspaket [2.5]	3
2.2	Arbeitspaket [2.7]	4
3	Ergänzungen zu Arbeitspaketen.....	9
3.1	Messaufbau Hybridbatterie.....	9
3.2	Messung Hybridbatterie	10
	Abbildungsverzeichnis.....	11
	Glossar.....	12

1 Überblick

Im Rahmen des Vorhabens System Modellierung elektrischer Luftfahrtantriebe wurden die Arbeitspakete 2.5 und 2.7 im Rahmen des Projektzeitplans bearbeitet und vollständig erfüllt.

Im Zuge der Verlängerung des Vorhabens, ergab sich für die Universität Kassel eine weitere Unterstützung zum Ende des Vorhabens. Die von BE Power entwickelte Batterie sollte nach Fertigstellung mit einem geeigneten Messaufbau vermessen werden.

2 Hauptarbeitspaket [2]

Der Abschnitt enthält die Arbeitspakete gemäß Projektvorhaben.

2.1 Arbeitspaket [2.5]

Im Rahmen von AP 2.5 wurde das Antriebssystem mit EMRAX 268 LC im Prüfstand eingerichtet und für die Vermessung konfiguriert. Die erforderliche Leistungselektronikbaugruppe (DCP) wurde dafür zusammengestellt und aufgebaut.

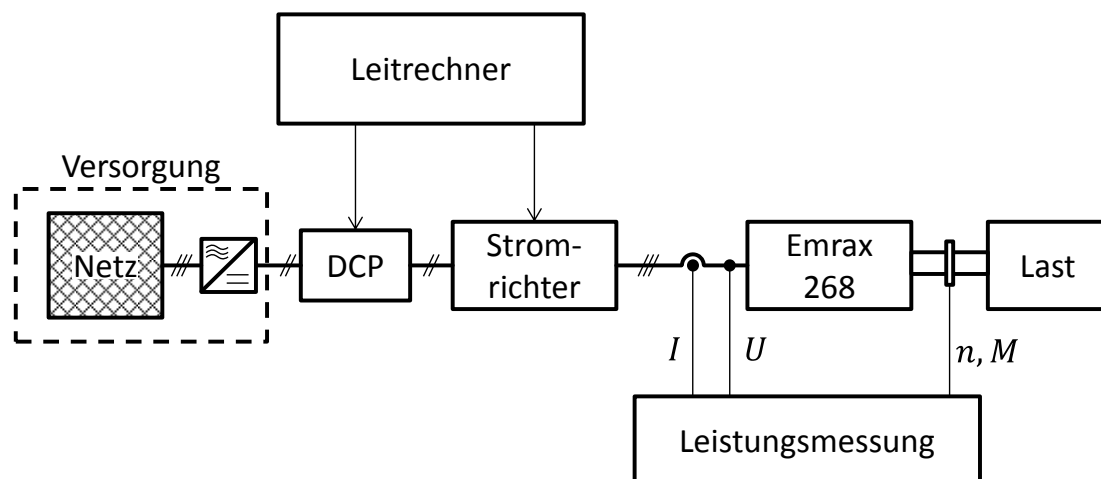


Abbildung 1: Messaufbau für Kennfelderstellung

2.2 Arbeitspaket [2.7]

Im AP 2.7 wurde die Messung und Auswertung des wassergekühlten EMRAX 268 LC (medium Voltage) durchgeführt.

Dabei wurden die vom Hersteller angegebenen Typenschild Motordaten des Herstellers nachgewiesen und das Wirkungsgradkennfeld des Antriebssystems vermessen:



$$P_N = 80 \text{ kW}$$

$$M_N = 250 \text{ Nm}$$

$$I_N = 180 \text{ A}$$

$$n_{max} = 4000 \text{ min}^{-1}$$

$$m = 20,3 \text{ kg}$$

$$\varnothing = 268 \text{ mm}$$

$$l = 91 \text{ mm}$$

$$\eta = 0,93 - 0,98$$

Abbildung 2: EMRAX Motor (Quelle: www.enstroj.si)

Im nachfolgenden sind die gemessenen und berechneten Kennfelder des Antriebssystems dargestellt.

Die Messungen erfolgten nach DIN EN 60034 und VDE 0530 wenn nicht anders beschrieben.

Die Abbildung 3 zeigt die benötigte Batteriespannung des Antriebssystems über den Betriebsbereich.

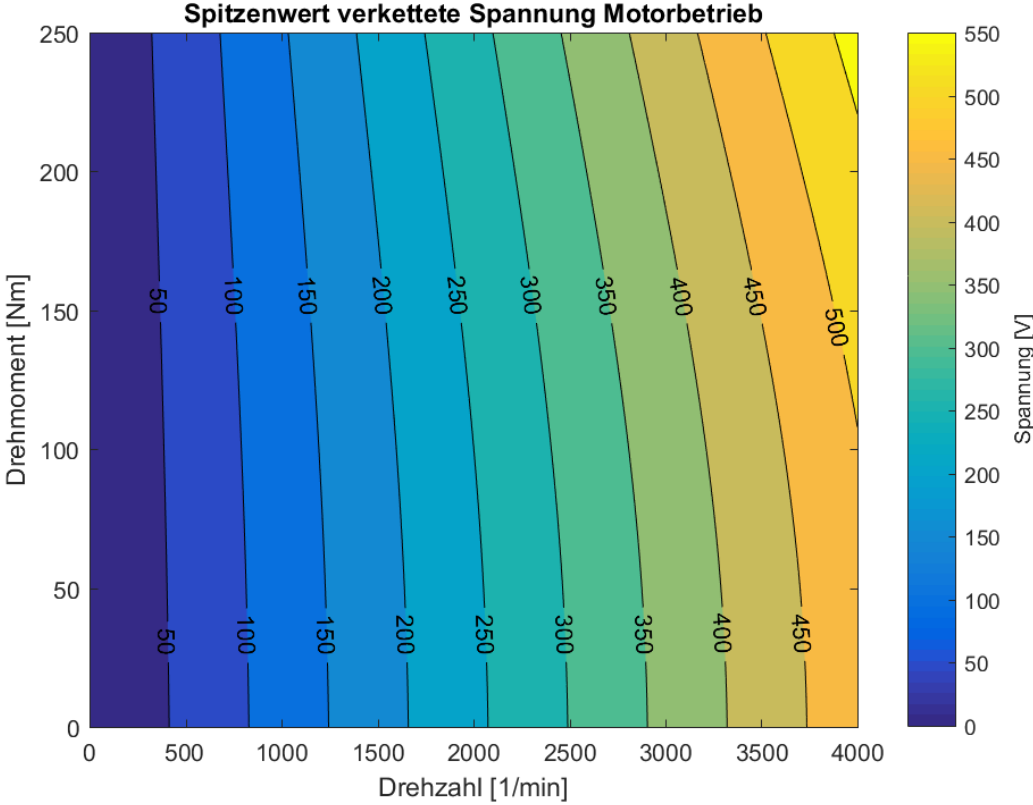


Abbildung 3: Zwischenkreisspannung Antriebssystem

Die zur Verfügung stehende Wellenabgangsleistung ist in Abbildung 4 dargestellt.

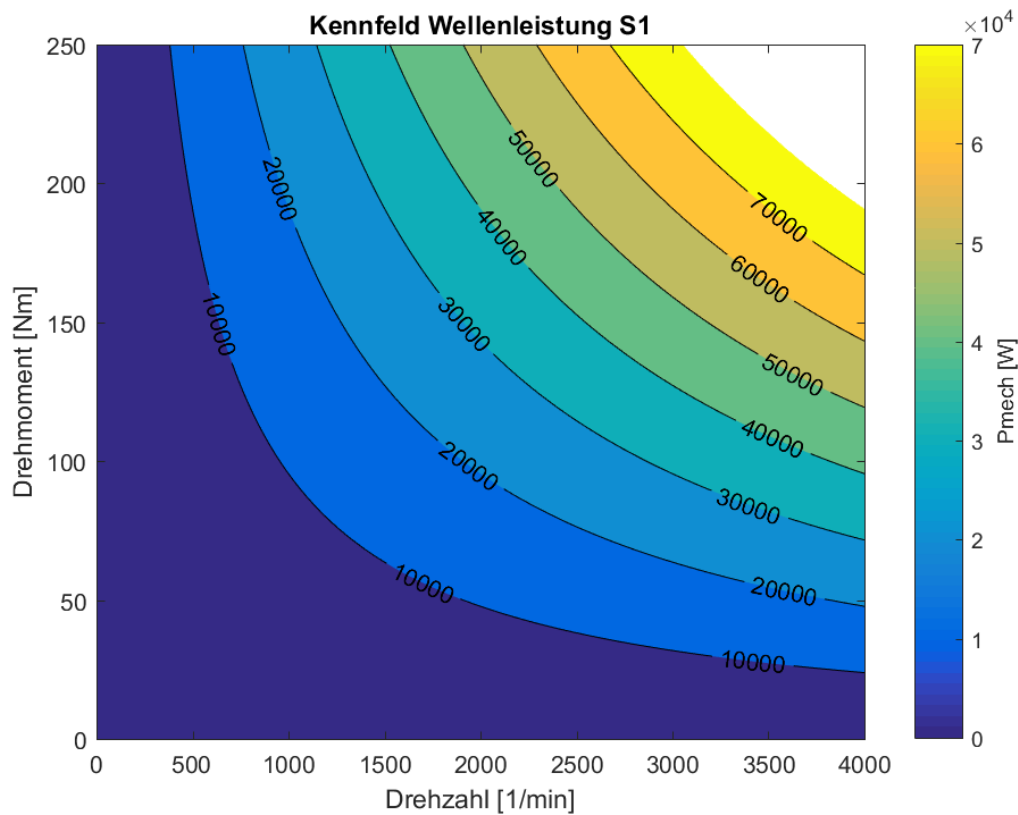


Abbildung 4: Leistung über Betriebsbereich

Die Messungen über den gesamten Betriebsbereich des Motors ergaben das in Abbildung 5 dargestellte Wirkungsgradkennfeld. Die Zwischenkreisspannung (Batteriesystemspannung) betrug 600V.

In Abbildung 6 und Abbildung 7 sind die zugehörigen Kennfelder für ein Antriebssystem mit einer 95S Lithium-Ionen Batterie berechnet worden und zur Weiterverarbeitung an die Projektpartner übermittelt.

Die eingezeichneten Belastungskennlinien für den Flug- und Standbetrieb, wurden den Messungen der Fa. Schleicher entnommen.

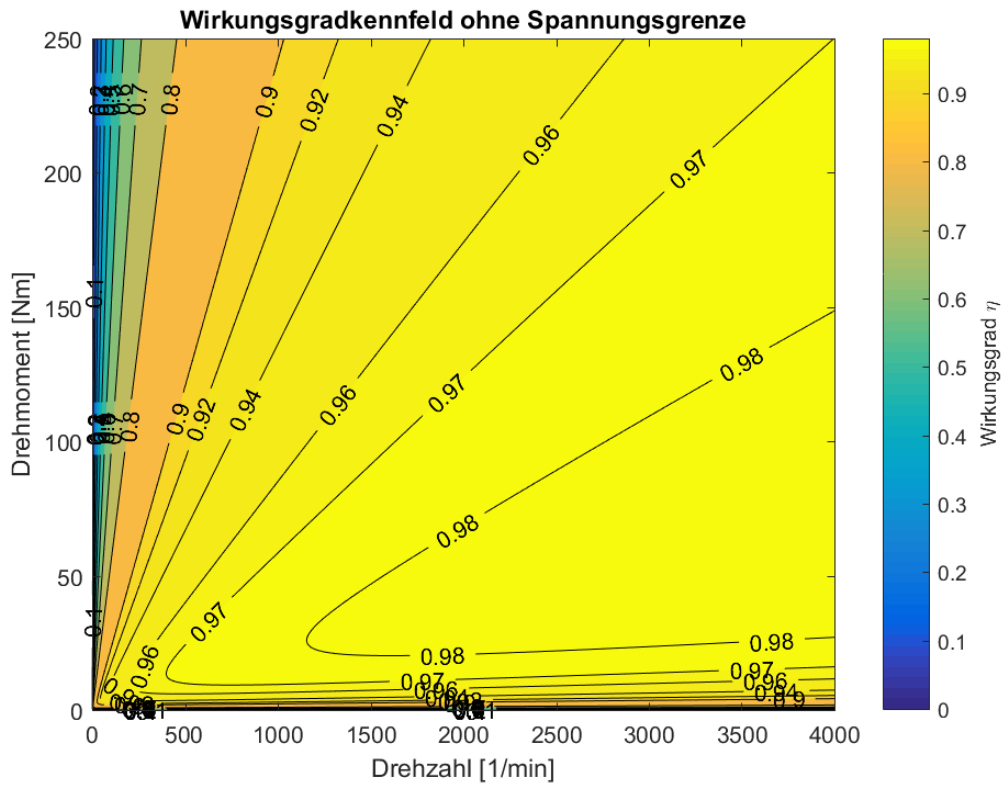


Abbildung 5: Wirkungsgradkennfeld 600V

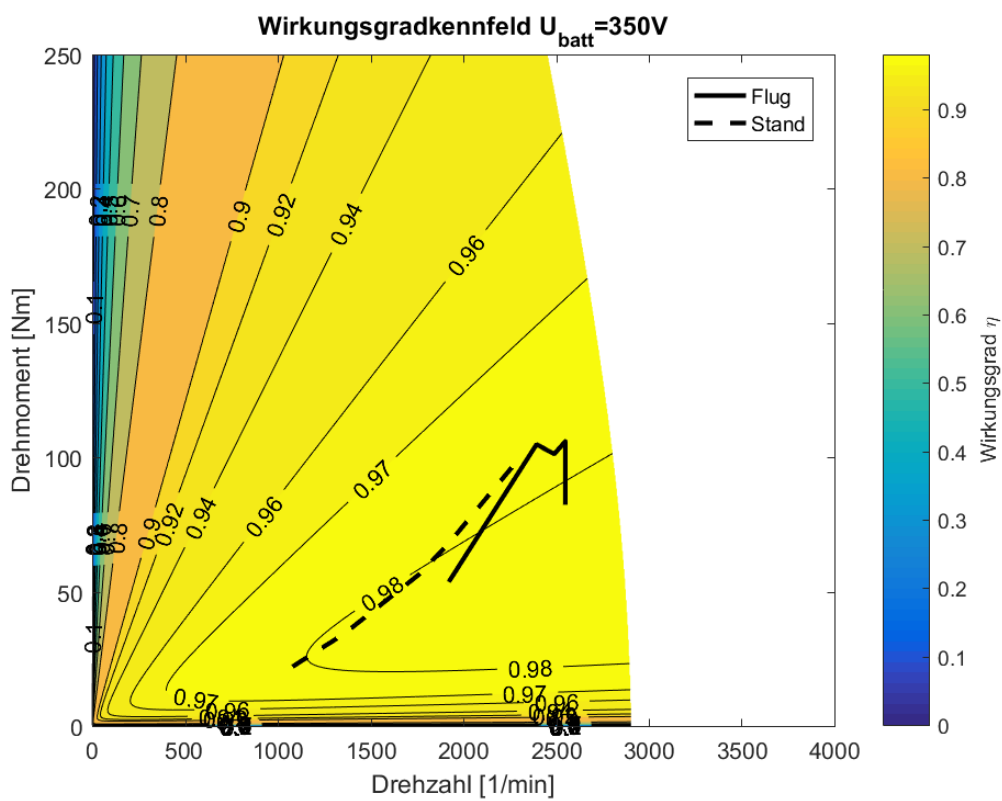


Abbildung 6: Wirkungsgradkennfeld 350V

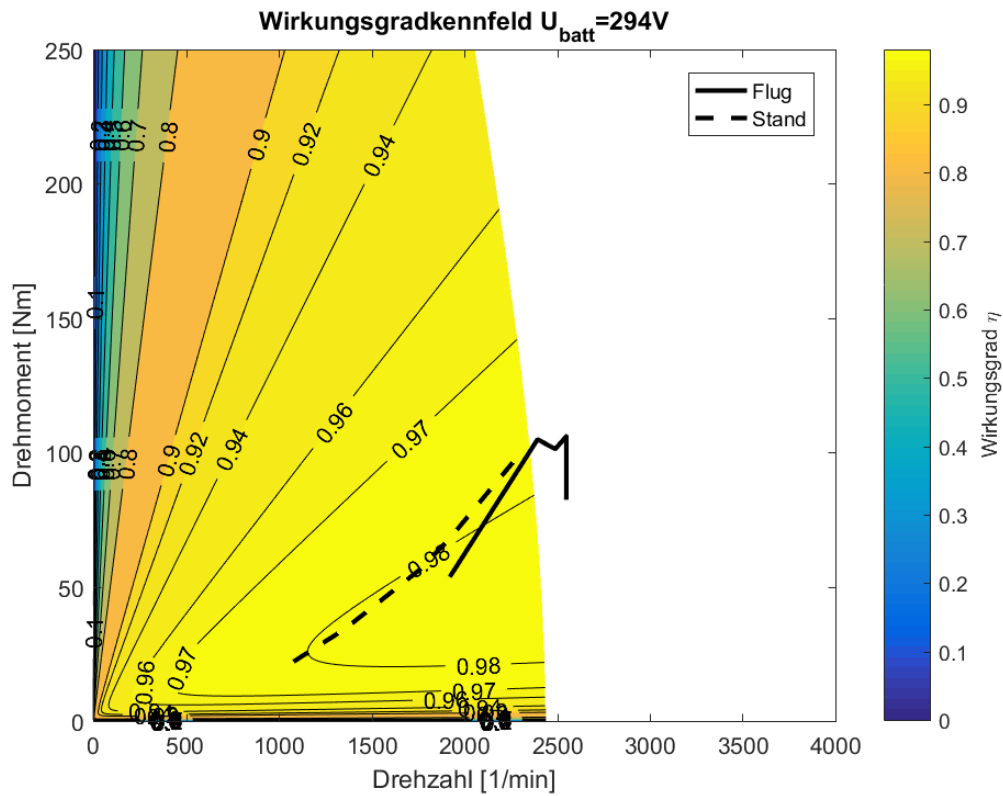


Abbildung 7: Wirkungsgradkennfeld 294V

Im Anschluss an die durchgeführten Messungen wurde eine Sensitivitätsanalyse hinsichtlich Batteriesystemspannung und Propelleranforderung durchgeführt. Die Ergebnisse wurden an die Projektpartner weitergeleitet.

3 Ergänzungen zu Arbeitspaketen

Im Zuge der Verlängerung des Vorhabens, ergab sich für die Universität Kassel eine weitere Unterstützung zum Ende des Vorhabens. Die von BE Power entwickelte Batterie soll nach Fertigstellung mit einem geeigneten Messaufbau vermessen werden. Der zum Einsatz kommende DC/DC Wandler 200A benötigt für diese Aufgabe eine firmenspezifische Softwareerweiterung, welche bereits beschafft wurde. Es wurden für die Vermessung automatisierte Entladeprofile erstellt und die Messdaten im Anschluss dem Projektpartner zur Verfügung gestellt.

3.1 Messaufbau Hybridbatterie

Für die Vermessung der entwickelten Hybridbatterie wurde der vorhandene Aufbau angepasst und um ein flexibles Softwaremodul (SINAMICS DCB) ergänzt. Mit diesem ist es möglich den DC/DC Wandler als frei programmierbare Spannungsquelle oder –senke für eigene Testprofile zu benutzen. Die Abbildung 8: Messaufbau für Hybridbatterie zeigt den verwendeten Laboraufbau schematisch.

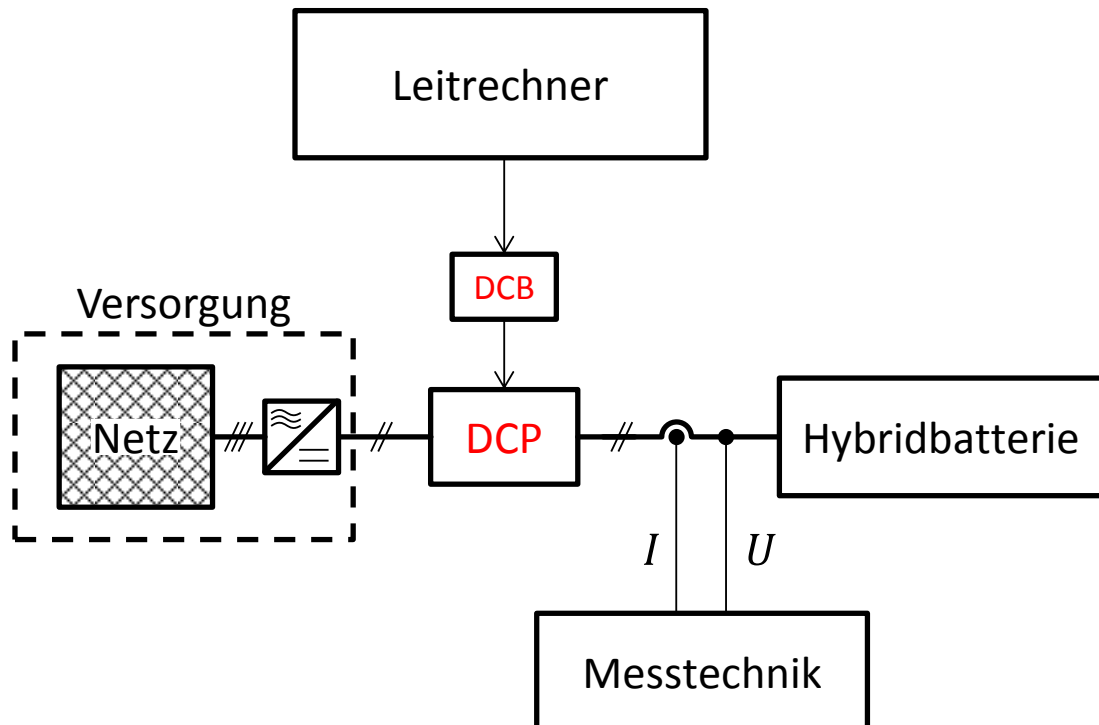


Abbildung 8: Messaufbau für Hybridbatterie

3.2 Messung Hybridbatterie

Die Abbildung 9: Messung Hybridbatterie zeigt den Verlauf der Batteriespannung und des Stromes beim gewählten Entladeprofil konstante Leistung. Dabei wurde die Hybridbatterie 3min:30s mit 35kW und anschließend mit 25kW entladen. Die Temperatur und Zellspannung wurde dabei über CAN-fähiges BMS überwacht und aufgezeichnet.

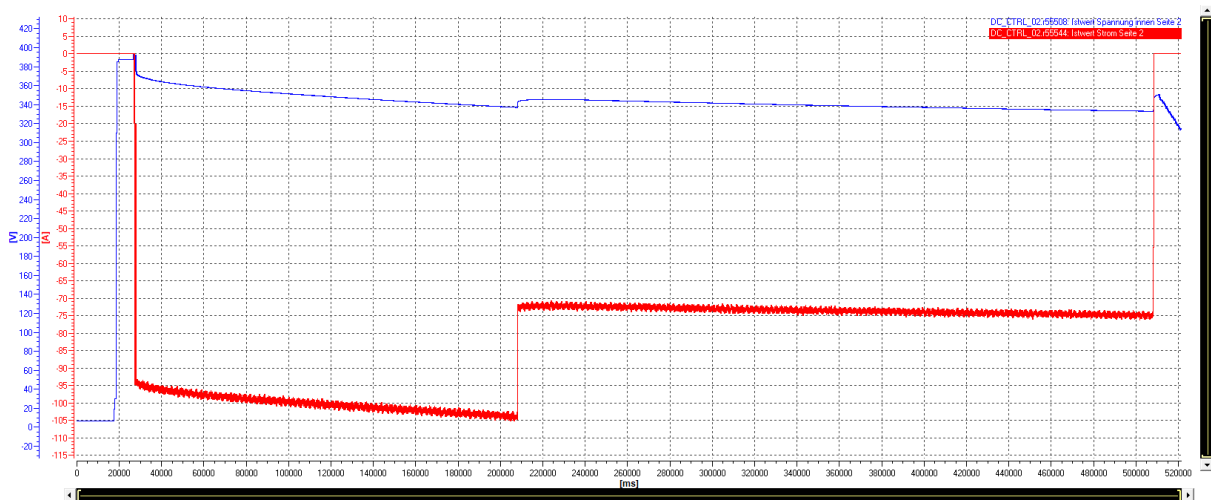


Abbildung 9: Messung Hybridbatterie

In einem gesonderten Test wurde auch die Schutzabschaltung bei Überlast (>145A Laststrom) erfolgreich überprüft.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Messaufbau für Kennfelderstellung.....	3
Abbildung 2:	EMRAX Motor (Quelle: www.enstroj.si)	4
Abbildung 3:	Zwischenkreisspannung Antriebssystem	5
Abbildung 4:	Leistung über Betriebsbereich	6
Abbildung 5:	Wirkungsgradkennfeld 600V	7
Abbildung 6:	Wirkungsgradkennfeld 350V	7
Abbildung 7:	Wirkungsgradkennfeld 294V	8
Abbildung 8:	Messaufbau für Hybridbatterie	9
Abbildung 9:	Messung Hybridbatterie	10

Glossar

Bezeichnungen:

I_N	Bemessungsstrom effektiv
l	Länge
m	Masse
M_N	Bemessungsdrehmoment
n_{max}	Drehzahl maximal
P_{Cu}	Kupferverlustleistung
P_N	Bemessungsleistung
η	Wirkungsgrad
\emptyset	Durchmesser

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel System-Modellierung elektrischer Luftfahrtantriebe		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Prof. Dr.-Ing. Marcus Ziegler Dipl.-Ing. Lars Tabit Dipl.-Ing. Thomas Kirstein	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.08.2018	
	6. Veröffentlichungsdatum	
	7. Form der Publikation Schlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Universität Kassel Fachgebiet Elektrische Maschinen u. Antriebe Emilienstraße 41 34121 Kassel	9. Ber.-Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen 20Q1512D	
	11. Seitenzahl 12	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) BMW i	13. Literaturangaben	
	14. Tabellen	
	15. Abbildungen	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
18. Kurzfassung Die durchgeführten Messungen und Systembetrachtungen führten zu einer erfolgreichen Sensitivitätsanalyse des untersuchten Antriebskonzepts. Im weiteren Verlauf und nach Fertigstellung der Hybridbatterie, erfolgte die Validierung auf einer speziell dafür ausgelegten Testplattform.		
19. Schlagwörter Emrax, Hybridbatterie		
20. Verlag	21. Preis	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 845367-9

Document control sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Veröffentlichung (Publikation)		
3. title System modeling of electrical aircraft drives			
4. author(s) (family name, first name(s)) Prof. Dr.-Ing. Marcus Ziegler Dipl.-Ing. Lars Tabit Dipl.-Ing. Thomas Kirstein		5. end of project 31.08.2018	
		6. publication date	
		7. form of publication Document Control Sheet	
8. performing organization(s) name, address University of Kassel Chair of Electrical Machines and Drives Emilienstraße 41 34121 Kassel		9. originators report no.	
		10. reference no. 20Q1512D	
		11. no. of pages 12	
12. sponsoring agency (name, address) BMW i		13. no. of references	
		14. no. of tables	
		15. no. of figures	
16. supplementary notes			
17. presented at (title, place, date)			
18. abstract The measurements and system analyzes carried out led to a successful sensitivity analysis of the investigated drive concept. In the further course and after completion of the hybrid battery, the validation took place on a specially designed test platform.			
19. keywords Emrax, Hybrid Battery			
20. publisher			21. price

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 859758-7