

Effizienzbewertung von Antrieben mobiler Arbeitsmaschinen am Beispiel eines Mähdreschers

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung der Würde

eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

von: Thomas Fleczoreck
aus: Hameln

eingereicht am: 16.11.2012
mündliche Prüfung am: 13.03.2013

Referenten: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Hans-Heinrich Harms
Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Dr.-Ing. Thomas Barreilmeyer
Vorsitzender: Prof. Dr. Ludger Frerichs

Forschungsberichte aus dem
Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge

Thomas Fleczonek

**Effizienzbewertung von
Antrieben mobiler Arbeitsmaschinen
am Beispiel eines Mähdreschers**

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2021-2

ISSN 2196-7369

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik bzw. nach dessen Umbenennung am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig.

Ganz besonders möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Hans-Heinrich Harms danken, der mich als Leiter des Instituts mit der Bearbeitung eines industriell geförderten Forschungsprojekts zum Thema Effizienz betraut hat. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Untersuchungsergebnisse stellen die Basis der vorliegenden Arbeit dar. Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Harms außerdem für das entgegengebrachte Vertrauen, für die Möglichkeit zur Promotion und für die Freiräume während der selbstständigen Bearbeitung sowie für seine menschliche und fachliche Unterstützung, insbesondere auch in der Zeit nach seiner Institutsleitertätigkeit.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer für die Übernahme des Korreferats, die Durchsicht meiner Arbeit und die wertvollen Anregungen. Herrn Dr.-Ing. Thomas Barrelmeyer danke ich für die Übernahme des Korreferats und bin ihm für die anregenden fachlichen Diskussionen während und nach der Projektbearbeitung mit großem Dank verbunden. Bei Herrn Prof. Dr. Ludger Frerichs möchte ich mich für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission sowie für die Unterstützung bei der Fortführung des Forschungsprojektes und der Dissertation unter seiner Institutsleitung bedanken. Nicht zuletzt danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Thorsten Lang für die Unterstützung und Diskussionen insbesondere während seiner kommissarischen Institutsleitung.

Der Firma Claas und all ihrer am Forschungsprojekt beteiligten Mitarbeiter danke ich für die sehr angenehme und konstruktive Zusammenarbeit, die große Unterstützung sowie die vielen fachlichen Diskussionen und Anregungen, die zum Gelingen des Forschungsprojekts und letztendlich zu meiner Dissertation maßgeblich beigetragen haben.

Allen aktuellen und ehemaligen Mitarbeitern des Instituts aus sämtlichen Bereichen möchte ich für die konstruktive, kollegiale und freundschaftliche Zusammenarbeit danken. In Verbindung mit der Hilfsbereitschaft und der Offenheit für fachliche Diskussionen hat dies zu der sehr angenehmen Arbeitsatmosphäre geführt, die ich gerne in guter Erinnerung behalte.

Meinen lieben Eltern und meiner lieben Schwester danke ich für all die Unterstützung insbesondere im Studium, aber auch während meiner Zeit am Institut. Diese hat maßgeblich zu meiner beruflichen Entwicklung und damit auch zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Meiner lieben Verlobten Katrin danke ich von ganzem Herzen für ihre Unterstützung, ihre aufmunternden Worte in herausfordernden Phasen sowie für den Verzicht auf gemeinsame Zeit und das Rückenfreihalten während der Erstellung dieser Arbeit!

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	IX
Abkürzungen und Indizes	XII
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und Grundlagen	3
2.1 Definition mobile Arbeitsmaschine	3
2.2 Tätigkeiten und Einsatzbedingungen mobiler Arbeitsmaschinen	7
2.2.1 Arbeitsaufgaben mobiler Arbeitsmaschinen	7
2.2.2 Einsatzbedingungen	12
2.3 Definition Effizienz	20
2.4 Kriterien zur Effizienzbewertung mobiler Arbeitsmaschinen	21
2.5 Allgemeine Anwendungsbeispiele der Effizienzbewertung	25
2.5.1 Geräte, Maschinen und Anlagen	26
2.5.2 Fahrzeuge	30
2.5.3 Mobile Arbeitsmaschinen	38
3 Motivation und Zielsetzung der Effizienzbewertung	46
3.1 Systemgrenzen und Kriterien	48
3.2 Definition der Kennzahlen	53
4 Vorgehensweise zur Verlustanalyse und Effizienzbewertung	57
4.1 Definition der Randbedingungen	59
4.2 Funktionsidentifikation und Einsatzprofilbeschreibung	60
4.3 Modellbildung und Simulation	64
4.4 Verlustanalyse zur Bestimmung von Optimierungsansätzen	67
4.5 Effizienzbewertung	71
5 Verlustanalyse und Effizienzbewertung der Antriebe eines Mähdeschers	72
5.1 Randbedingungen	75
5.2 Relevante Funktionen und Einsatzprofile	76
5.3 Simulationsmodell der Antriebsstränge	82
5.4 Verlustanalyse	88

5.5	Antriebsstrangoptimierungen	93
5.5.1	Arbeitshydraulik	93
5.5.2	Fahrtrieb	97
5.6	Effizienzbewertung	102
6	Fazit und Hinweise zur Verlustanalyse und Effizienzbewertung.....	109
6.1	Beurteilung der Vorgehensweise	109
6.2	Hinweise für die Praxis	110
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	112
	Literaturverzeichnis.....	116
	Anhang	138