

***Belastungskollektive von
Schiffsantriebsanlagen und ihr
Einfluss auf die Zuverlässigkeit
- I N T A C T -
Forschungsvorhaben MTK 0604***

Bericht Nr. FM 99.108

Version 2/2000-06-13

Abteilung FM

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen MTK 0604 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Germanischer Lloyd



Germanischer Lloyd

Berichtskontrollblatt

Auftraggeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)		Bestell-Nr. / Auftragseingang: Förderkennzeichen MTK 0604	
Titel: Belastungskollektive von Schiffsantriebsanlagen und ihr Einfluss auf die Zuverlässigkeit			
Kurzbeschreibung: <p>Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden an Bord mehrerer Schiffe Langzeitmessungen zahlreicher Betriebsparameter (z. B. Wellendrehmoment, Wellendrehzahl, Propellersteigung) vorgenommen. Die erfassten Daten wurden nach der Rainflowmethode klassiert.</p> <p>Ausgehend von diesen Daten werden unterschiedliche Fahrtabschnitte und Manöver hinsichtlich ihrer Schädigungswirkung verglichen. Die eingesetzte Messtechnik sowie die angewendeten Verfahren der Datenreduktion und Betriebsfestigkeitsanalyse werden vorgestellt.</p> <p>Für ausgewählte Schiffsantriebsanlagen werden Simulationsmodelle entwickelt, die eine Grundlage für die Ermittlung von Belastungskollektiven einzelner, messtechnisch nicht zugänglicher Anlagenkomponenten bilden. Die mit diesen Modellen für unterschiedliche stationäre und instationäre Fahrtabschnitte berechneten Zeitverläufe verschiedener Betriebsparameter werden mit Messdaten verglichen.</p>			
Abteilung: Maschinenbau / FM (Research and Advanced Engineering Division, Mechanical Engineering Department)			
Bearbeiter		freigegeben	
Dipl.-Ing. H.-J. Götze	Dr.-Ing. R. Hamann	Dr.-Ing. R. Krapp	
Dr.-Ing. M. Lunding	Dr.-Ing. Th. Plonski		
Dr. rer. nat. J. Rebel	Dipl.-Ing. N. Wöhren		
Ausgabe Nr.: 1	Datum der letzten Ausgabe: 2000-06-13		
Schlüsselwörter	Seitenzahl	Status	
Schiffsantriebsanlage, Lastkollektiv, Langzeitmessung, Klassierverfahren, Betriebsfestigkeit, Simulation, Modellentwicklung, Motormodell, Propulsionsanlage	im Hauptteil : 181	<input type="checkbox"/> Entwurf <input checked="" type="checkbox"/> abgeschlossen <input type="checkbox"/> GL intern	
	im Tabellenteil : -		
	im Bildteil : -		
	in Anhängen : 20		
	Bericht Nr.: FM 99.108 Version 2		
	GL Auftrags-Nr.: 6130 97 89630 72		
	GL Reg. Nr.: -		

INHALT

Abkürzungen und Symbole	3
1 Einleitung	7
2 Allgemeines	8
2.1 Aufgabenstellung	8
2.2 Voraussetzungen	9
2.3 Planung und Ablauf	10
2.4 Stand von Wissenschaft und Technik	11
2.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	13
3 Ergebnisse	14
3.1 Messtechnische Erfassung der Belastungen	14
3.1.1 Datenerfassungs- und -verarbeitungskonzept	15
3.1.1.1 Hardware- und Datenvorverarbeitungskonzept	16
3.1.1.2 Messmodus Dauermessung	26
3.1.1.3 Messmodus Einzelmessung	27
3.1.2 Auswertekonzept	27
3.1.2.1 Kombination von Teilfolgen	27
3.1.2.2 Ermittlung der Schädigungssummen	28
3.1.2.3 Auffinden und Behandeln von Störungen im Messsignal	29
3.1.3 Durchführung der Messungen	33
3.1.3.1 Auswahl der Schiffe	34
3.1.3.2 Schwerpunkte und Besonderheiten der einzelnen Messungen	37
3.2 Betriebsfestigkeitsanalyse	38
3.2.1 Einführung	38
3.2.2 Vergleich zweier ausgewählter Verfahren	40
3.2.2.1 Analyse eines Querschnitts mit der FKM-Richtlinie	40
3.2.2.2 Analyse des Querschnitts mit Hilfe der synthetischen Wöhlerlinie und Palmgren-Miner	43
3.2.2.3 Ergebnis der Vergleichsberechnungen	44
3.2.3 Die Schädigungsmatrix	47
3.2.3.1 Ableitung einer Einflussmatrix	47
3.2.3.2 Ermittlung der Schädigungsmatrix	50
3.2.4 Extrapolation der Rainflow-Matrizen / Belastungskollektive	51
3.3 Analyse der Messdaten	60
3.3.1 Auswertung der Langzeitmessungen	61
3.3.1.1 Zeitverläufe der Messgrößen	61
3.3.1.2 Fahrprofil der Schiffe	69
3.3.1.3 Rainflowzählung des Propellerwellendrehmomentes	73
3.3.1.4 Schädigung der Propellerwellen	79

Bericht FM 99.108

Datum 2000-06-13

3.3.1.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	114
3.3.2	Sonderereignisse	115
3.3.3	Spezielle Aspekte	119
3.3.3.1	Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit	120
3.3.3.2	Entwicklung der mittleren täglichen Schädigungssumme	126
3.3.3.3	Bedeutung des Residuums	129
3.3.3.4	Einfluss der Abtastrate auf die Schädigungssumme	131
3.3.3.5	Plausibilitätskontrolle	133
3.4	Numerische Analyse der Schiffsantriebsanlage (Modellierung)	135
3.4.1	Allgemeine Vorgehensweise bei der Modellentwicklung	136
3.4.1.1	Motormodell	136
3.4.1.2	Modellierung der Kupplung	138
3.4.1.3	Modellierung des Getriebes	139
3.4.1.4	Modellierung der Wellenleitungen	139
3.4.1.5	Modell für die Propulsionsanlage	140
3.4.1.6	Approximation der Steuerung/Regelung des Flügelanstellwinkels	145
3.4.2	Modellverifikation	146
3.4.3	Numerische Simulation der Schiffsantriebsanlage	146
3.4.3.1	Ergebnisse für Schiff 1	146
3.4.3.2	Ergebnisse für Schiff 3	151
4	Nutzen der Ergebnisse	176
5	Veröffentlichungen	177
6	Literaturverzeichnis	178

ANHANG

Abkürzungen und Symbole

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AMW	Amplituden-Mittelwert-Matrix
Bb	Backbord
CIMAC	Int. Council on Combustion Engines
EM	Einflussmatrix
FKM	Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM 1998)
FVV	Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen
KGÜZ	Klassengrenzenüberschreitungszählung
LZF	Last-Zeit-Funktion
RES	Residuum
RFM	Rainflowmatrix
SE	Sonderereignis
SM	Schädigungsmatrix
SMW	Schwingbreiten-Mittelwert-Matrix
Stb	Steuerbord
SP	Superposition
USV	Unterbrechungslose Stromversorgung
SK	Startklasse
ZK	Zielklasse