



Prof. Dr. Dina Hannebauer &
Stefanie Martin

Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung

Herzlich Willkommen!

- Was erwartet die Studierenden?
- Sie fertigen eine Belegarbeit zu Schiffsantrieben an, dabei wird die Komplexität der Antriebsgestaltung realitätsnah betrachtet und geht über die übliche Fachliteratur hinaus mit Unterstützung der Siemens Energy.
- Sie arbeiten im engen Team innerhalb ihrer Gruppe und verteilen die Aufgaben gleichwertig. Teilergebnisse werden in den Präsenzterminen vorgestellt und schriftlich zusammengefasst
- Sie teilen sich selbstständig in Gruppen ein. Die Gruppengröße ist etwa gleich groß, maximal 6 Personen.

Vorstellung Thema Produktentwicklung WS22/23 im 5. Semester Maschinenbau

■ Was sind die Aufgaben der Studierenden?

- Sie sind Mitglied eines Entwicklungsteams eines mittelständischen Unternehmens, welches Elektromotoren und Antriebsstränge im Leistungsbereich bis 10MW herstellt. Entwicklung, Herstellung und Prüfung der Motoren erfolgt im Unternehmen. Komponenten der jeweiligen Arbeitsmaschinen oder weitere Maschinenteile eines Gesamtsystems werden mit Partnern realisiert. Die Geschäftsleitung ist im Gespräch mit der Meyerwerft für die Herstellung von Antrieben für 3 Containerschiffe für den Transport von Erdgas in nördlichen Gewässern, Leistungsbereich des Antriebes 13MW. Aufgrund des seit einiger Zeit immer volatileren Branchenumfeldes (neue Technologien, neue Wettbewerber, Anspruch an Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit) möchten Sie der Geschäftsführung verschiedene Antriebsvarianten vorstellen. Anschließend soll im Team der Entwurf für 2 Antriebsvarianten entwickelt und vergleichend gegenübergestellt werden.
- Sie teilen sich selbstständig in Gruppen, die etwa gleich groß, maximal 6 Personen.

ng

len

se ist

Auslegung Antriebsleistung zur Schuberzeugung

SIEMENS energy

Simulation

Schiffsrumpfkontur
Propeller
Steuerelementen

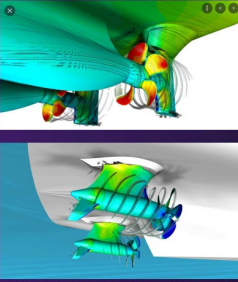
Randbedingungen

Schiffstonaage
Geschwindigkeit

↓ ↓

Eingangparameter Auslegung Propulsionssystem

- Drehzahl
- Drehmoment (Leistung)

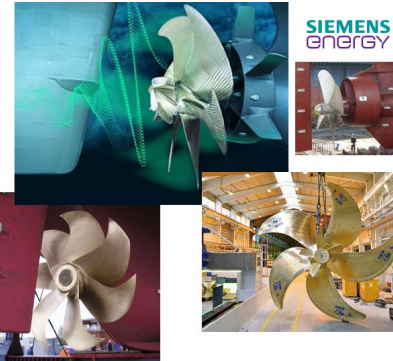


2022-10-05 Siemens Energy is a trademark licensed by Siemens AG. Restricted © Siemens Energy, 2022 | Christoph Balzer, TI EAD EUBAF NBMS POD EN 10

3.5 Optimierte Propellerkonzepte

Hydrodynamische Beeinflussung:

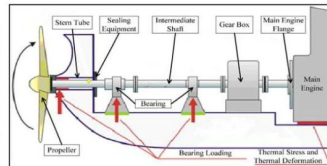
- Drallrückgewinnung
- An-/Abströmung
- Profilform
- Blattanzahl



2022-10-05 Siemens Energy is a trademark licensed by Siemens AG.

Restricted © Siemens Energy, 2022 | Christoph Balzer, TI EAD EUBAF NBMS POD EN 45

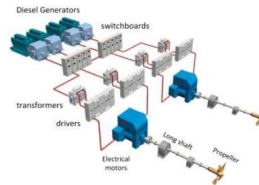
Dieselmotor / Schiffsdiesel am Bsp. Containerschiff



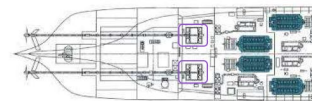
2022-10-05 Siemens Energy is a trademark licensed by Siemens AG.

Restricted © Siemens Energy, 2022 | Christoph Balzer, TI EAD EUBAF NBMS POD EN 14

2.2 Dizelelektrischer Antrieb / Innenliegender Elektromotor



2022-10-05 Siemens Energy is a trademark licensed by Siemens AG.



Restricted © Siemens Energy, 2022 | Christoph Balzer, TI EAD EUBAF NBMS POD EN 19



Ersatzschwingungen, die auf die den Propeller, den Pod wirken werden z.B. mit folgenden Formeln angegeben:

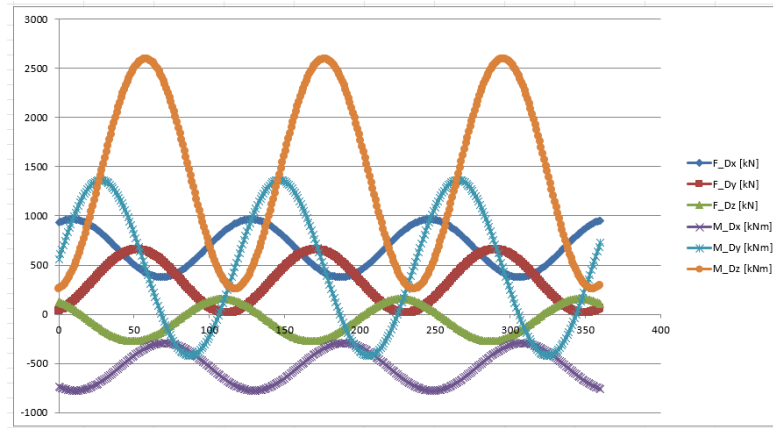
$$F(\varphi) = a \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{c} + d\right) + b$$

$$M(\varphi) = a \cdot \sin\left(\frac{\varphi}{c} + d\right) + b$$

Wichtig: Angabe des Koordinatensystems zur Definition des Kraftangriffs!

Mit a...Schwingungsamplitude, b...Mittelwert, c...Periodenlänge, d...Phasenverschiebung

a [kN]	293,85	322,47	215,7	241,79	893,66	1168,67
c	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
d	1,1	-1,2	2,1	-2,15	0,1	-1,5
φ [°]	F_Dx [kN]	F_Dy [kN]	F_Dz [kN]	M_Dx [kNm]	M_Dy [kNm]	M_Dz [kNm]
0	933,601283	31,7653559	127,42426	-737,303759	561,177131	258,477534
1	940,281314	38,3627622	121,407254	-744,017144	608,058906	264,477768
2	946,210296	45,7822403	114,88637	-750,145858	654,560071	273,721301
3	951,371646	54,0030412	107,879843	-755,672762	700,550583	286,182285
4	955,75093	63,0021748	100,407269	-760,582399	745,901825	301,825869
5	959,335903	72,7544744	92,4895444	-764,86104	790,486969	320,608307
6	962,116538	83,2326671	84,1488119	-768,496718	834,181331	342,477072
7	964,085058	94,4074498	75,408397	-771,479267	876,862716	367,371006
8	965,23596	106,247571	66,292743	-773,800346	918,411762	395,220492
9	965,566023	118,71992	56,8273422	-775,453462	958,712274	425,947646
10	965,074326	131,789617	47,0386655	-776,433994	997,65155	459,466539
11	963,762243	145,42011	36,9540875	-776,7392	1035,12069	495,683431
12	961,633444	159,573282	26,6018104	-776,368225	1071,01192	534,197044



Lernziele:

Fachkompetenzen

- Anwenden des erlernten Fachwissens in Mechanik, Konstruktion, Materialkunde, Antriebstechnik auf ein neues Fachgebiet (Antriebe im Schiffbau)
- Kennenlernen, Verstehen, Anwenden der Methoden der PE
- Kennenlernen Grundlagen der Nachhaltigkeit im Maschinenbau

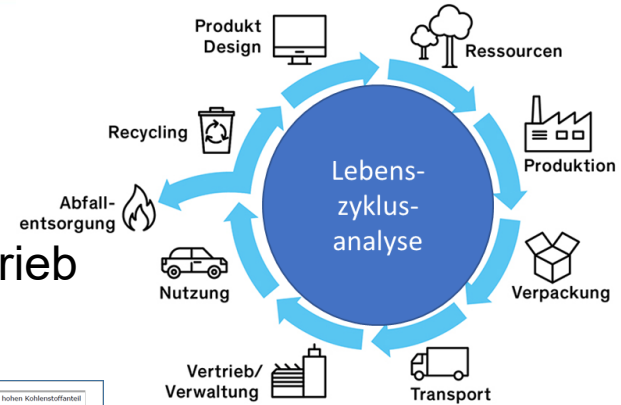
Soziale Kompetenzen

- Selbstständigkeit, Kommunikation in Fachsprache, Teamfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein

Nachhaltigkeit Workshop im Rahmen einer Unterrichtseinheit

- Nachhaltige Entwicklung in der Schifffereibranche
- Aufgabe: Abschätzung von Umweltauswirkungen
 - Teil 1

Welche Einflüsse ergeben sich durch den Schiffsantrieb



Quelle: myclimate/Eigene Bearbeitung

Shipbreaking (Verschrottung)

- Jährlich ca. 600-700 Schiffe
- 70 % der Schiffe werden in Pakistan, Indien und Bangladesch abgewrackt
- Keine Umweltschutzstandards
- Keine Arbeitsschutzmaßnahmen
- Meist werden Schiffe direkt am Strand auseinandergebaut („beaching“)

Statistik:

- Seit 2009 sind 7073 Schiffe „gebeacht“ worden
- 430 Arbeitende sind gestorben
- 354 Verletzungen

<https://shipbreakingplatform.org/>

Auswirkung: THG-Emissionen

Rückstandsöle und Destillate	1	• Starke THG-Belastung durch hohen Kohlenstoffanteil
Erdgas	4	• Reduzierung von CO ₂ -Emissionen im Vergleich zu etablierten Kraftstoffen • Verursachung hoher THG-Emissionen beim Auftritt von Methanschlupf
LPG	4	• Entstehung von CO ₂ -Emissionen bei der Verbrennung • Verursachung zusätzlicher THG-Emissionen bei LPG-Slip (Propan, Butan)
Wasserstoff	9	• Eliminierung von THG-Emissionen • ggf. Entstehung von THG-Emissionen bei Notwendigkeit einer Pilot-Plant
Methanol	4	• Erzeugung von leicht geringeren CO ₂ -Emissionen (ca. -10 % zu HFO) als etablierte Kraftstoffe • Entstehung zusätzlicher THG-Emissionen durch den Pilot Fuel
Strom	9	• Eliminierung von THG-Emissionen TSP

➤ Teil 2

Veränderungen, um Umweltauswirkungen zu verringern

Ergebnisse des Nachhaltigkeitsworkshops in Studienarbeiten

KENNZAHLEN

Wert	Beschreibung	Erklärung
634.200.015.980,49 CO ₂ e pro Mitarbeiter	Emissionen relativ zu den Mitarbeitern	Bezogen auf 100 Mitarbeiter
126.840.003196 CO ₂ e pro €	Emissionen relativ zum Umsatz	Bezogen auf 500.000.000,00 € Umsatz
6.342.000.159.805 Bäume	CO ₂ -Bindung	Bezogen auf 500.000.000,00 € Umsatz

Mit der Annahme, dass ein Baum im globalen Durchschnitt etwa 10kg CO₂ pro Jahr absorbiert, wären zur Bindung Ihrer berechneten Gesamtemissionen 6.342.000.159.805 Bäume erforderlich. Weiterführende Infos finden Sie [hier](#).

Die Kosten für Kompensationsprojekte variieren stark. Bei der Annahme von durchschnittlich 15 EUR pro zu kompensiertem CO₂e betragen die Kosten für die CO₂-Kompensation ca. 951.300.023.971 €.

951.300.023.971 €
Kompensationskosten

ERKLÄRUNG ALS FIRMENWAGEN

Die Summe aller Emissionen für die CO₂-Bilanz1 ergibt einen Ausstrich in einem Jahr, wogegen die Einsparpotentiale der CO₂-Bilanz2 nur 2% ergeben sich aus den Antrieben. Deshalb sind in der folgenden Tabelle Emissionen aufgelistet.

	Scope 1	Scope 2
Bilanz 1 (Ausgang)	3.420.000.000 t CO ₂ e	1.453,7
Bilanz 2 (Einsparen)	299.145,04 t CO ₂ e	0

Tabelle 3 - Übersicht 5

Der CO₂-Rechner berechnet aus diesen Daten eine CO₂-Kompensation. Für die Bilanz1 müsste das Unternehmen über 6 Billionen Bäumen pflanzen, Milliarden € ergeben würde. Bei Bilanz2 sind es dagegen fast 30 Millionen Bäume für ca. -