

Technologie

21 MODELLIERUNG VON SCHIFFSWELLEN

Neues innovatives Computerprogramm vereint Theorie und Praxis bei der Wellenkonstruktion

25 ZUM VERSTÄNDNIS DER LAGERLEBENSDAUER

Schmierung und Verunreinigungen – zwei der wichtigsten Faktoren, die die Lagerlebensdauer beeinflussen



SOFTWARE FÜR DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS von Schiffsantriebswellen

ShaftDesigner ist eine innovative Computer Aided Engineering (CAE) Software zur Unterstützung von Konstruktion, Einbau, Wartung und Reparatur von Schiffsantriebswellen. Das Besondere an ShaftDesigner ist die Zusammenführung von Theorie und Praxis auf den Gebieten der Wellenausrichtung und Montage

Die Software wurde für alle Bereiche des gesamten Lebenszyklus einer Schiffsantriebswelle entwickelt. Sie stellt einen kompletten Antriebsstrang in allen Einzelheiten dar. So profitieren Anwender in jeder Phase von den verschiedenartigen Aspekten der Anwendungsmodule.

Sie wird von Machine Support in den Niederlanden angeboten und wurde entwickelt, um die Auslegung und Ausrichtung von Wellenanlagen zu präzisieren und zu vereinfachen. In ihrer Entwicklungspha-

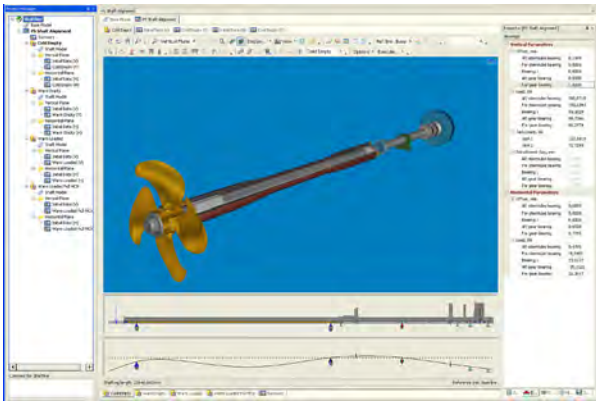


Bild 1: Anwendungs-fenster für Wellenausrichtung

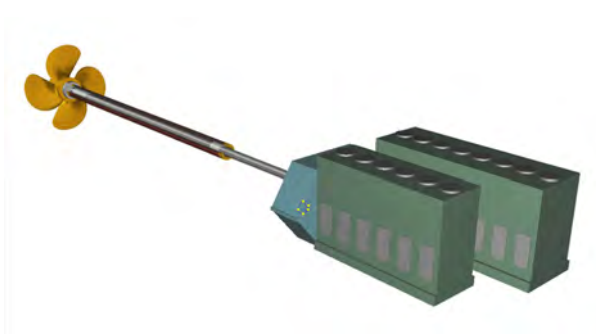


Bild 2: Modell einer Zwei-Maschineninstallation

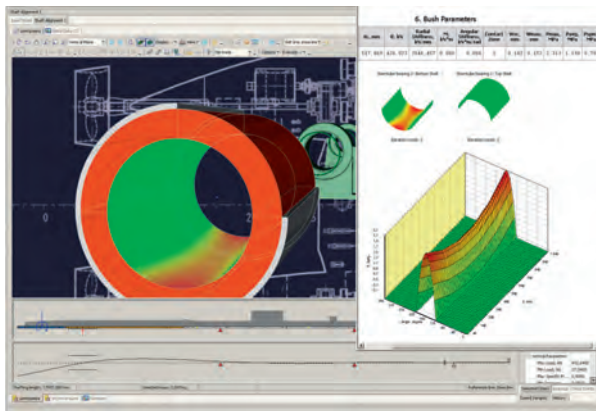


Bild 3: Kontaktdruck in der Lagerbüchse

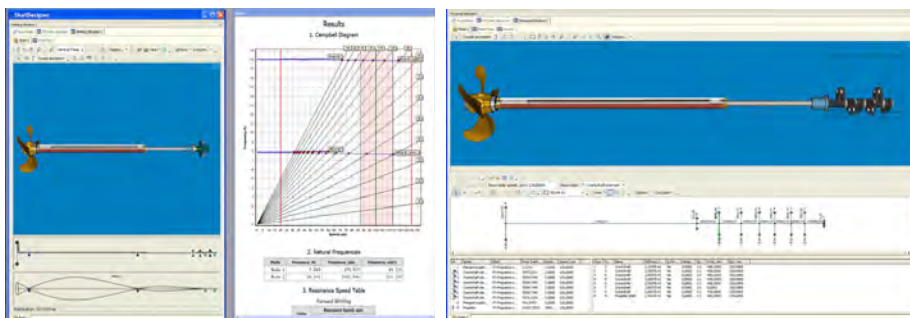


Bild 4: Drehschwingung

Bild 5: Automatisch erzeugtes Rechenmodell für Torsionsschwingungen

se wurde die Software in enger Zusammenarbeit mit Klassifikationsgesellschaften und führenden Erstausrüstern von Antriebskomponenten hinsichtlich Marktanforderungen konzipiert.

Zum ersten Mal haben Konstrukteure Zugang zu einem einzigartigen und vielseitigen Modell, für alle Arten von Wellenberechnungen. Zusätzlich erlaubt es die Analyse unterschiedlicher Betriebsbedingungen, von mit Ballast versehen bis voll beladen, kalter oder warmer Maschine sowie unterschiedliche Zustände von einfacher losgekoppelter Welle bis zu voll montierten Antrieben.

Ein großes Augenmerk wurde auch auf die Benutzeroberfläche geworfen. Resultat sind einfach verwendbare 3D Modell Features, die basierend auf drei grundlegenden Modellierungsmethoden zum bequemen Erstellen einer realistischen 3D-Darstellung des Antriebsstrangs dienen (Bild 1).

BASISMODELL ZU ALLEN BERECHNUNGEN

Die Software wird als ein Mehrfachprojekt, Mehrwellen und Mehrzustands 3D-CAE-System für Schiffsantriebsberechnungen beschrieben. Sie verwendet ein Basismodell zur Berechnung von Wellenausrichtung, Drehschwingungen, (lateralen) Biegeschwingungen, Axial- sowie Torsionsschwingungen.

Als Mehrwellensystem kann das Programm für alle möglichen Konstruktionen angewendet werden, von einer Ein-Wellenleitung bis hin zu kompletten Antriebssträngen mit Mehrfach-Wellenleitungen, Motoren und anderen Komponenten. Zusätzlich kann jeder Anwendungsfall eine Vielzahl an Lastfällen zu den Antriebsleitungen haben (Bild 2).

Eine der Stärken von ShaftDesigner ist, dass alle Berechnungen von einem einzigen Basismodell ausgehen. Einmal erstellt werden sämtliche Änderungen in den Anwendungen automatisch berücksichtigt. Da die Software mit einer dreidimensionalen grafischen Umgebung arbeitet, können diese Änderungen optisch überprüft werden, hierdurch wird das Fehlerrisiko aufgrund falscher Eingaben verringert (Bild 6).

DREI METHODEN ZUM MODELLAUFBAU

Das Programm besitzt drei Konstruktionsansätze. Sie sind:

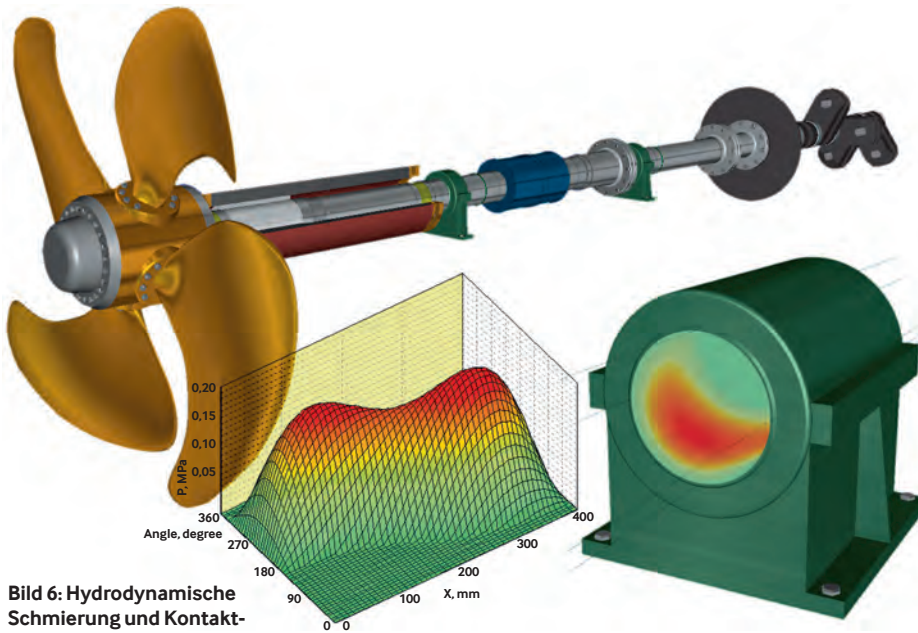


Bild 6: Hydrodynamische Schmierung und Kontakt-druck

- Freies Drag & Drop Modellieren mit anschließender Objektpositions-Korrektur,
- Drag & Drop Modellieren mit „Einrasten“ in vorher geschaffenen Objektpositionen,
- Gruppenplatzierung auf Abstand von einer zugeordneten Ursprungsposition.

Mögliche Fehler können leicht mittels der „Undo/Redo“ Funktion oder über das „Ablaufverzeichnis“ (History Window) korrigiert werden.

BERECHNUNG DER WELLENAUSRICHTUNG

Ziel der Wellenausrichtungsberechnungen ist die Bestimmung der Lagerposition der Wellenleitung während der Ausrichtung oder die Optimierung der Lagerbelastung der Wellenleitungen. Hierdurch wird ein sicherer Betrieb des Antriebsstrangs des Schiffs unter allen aufgeführten Betriebsbedingungen ermöglicht.

Die Position der Lagerachse in der Wellenleitung wird durch vertikalen und horizontalen Versatz des Mittelpunkts der Lagerbüchse definiert und durch den Winkel zwischen der Basisreferenzlinie und der Lagerbüchsenachse. Die Durchbiegungen der Wellenleitung werden beim Durchlauf des Programms automatisch berechnet (Bild 3).

Das Anwendungsmodell wird automatisch aus dem Basismodell erstellt. Änderungen im Basismodell aktualisieren so-

fort die Durchbiegung der Wellenleitung. Durch ShaftDesigner unterstützte Ausrichtungsverfahren für Wellen sind die direkte Berechnung, Versatzvorgaben, geometrische Ausrichtung, Einzelstrangausrichtung und Ausrichtung mittels Dehnmessstreifen. Dank der Möglichkeit des Reverse Engineering ist es auch möglich, Ausrichtungen zu berechnen, die auf gemessener Biegebeanspruchung, Lagerspannung, Lagerbelastung, SAG&GAP-Werten und Wellendurchbiegung beruhen.

Um speziellen Anwendungsanforderungen zu genügen, kann das Anwendungsmodell weiter entwickelt werden. Der Anwender kann zusätzliche Objekte hinzufügen, wie konzentrierte Kräfte, vorübergehende Abstützungen und Hebevorrichtungen zur Verifizierung der theoretischen Ausrichtung in der Praxis. Werden zusätzliche Stützen und Kräfte platziert, so startet dies automatisch die Neuberechnung für die Wellenleitungsdurchbiegung.

SCHWINGUNGSBERECHNUNGEN

Für die Anwendung mit den Basismodellen gibt es fünf Anwendungsmodule, die die verschiedenen Schwingungstypen: Dreh-schwingung-, Biege-, Axial-, Torsions- und gekoppelte Schwingungen abdecken.

Das Hauptergebnis aus der Drehschwin-

gungsberechnung ist die Auflistung der kritischen Drehzahlen für die vorwärts und rückwärts Drehbewegung (Bild 4). Erregung erster Ordnung entspricht gleichlaufendem Drehen. Die Ergebnisse werden in einer Resonanztabelle aufgeführt sowie grafisch als Campbell Diagramm.

Für Biegung berechnet das Programm freie Schwingungscharakteristiken, wie natürliche Frequenzen, Modusformen sowie Resonanzdrehzahlen. Die Ergebnisse werden in Form eines Campbell-Diagramms und einer Resonanztabelle gezeigt.

Das axiale Schwingungsmodul schließt sowohl freie Schwingungen als auch Möglichkeiten für erzwungene Schwingungsberechnungen ein. Bei der Berechnung erzwungener Schwingungen gibt es viele Optionen zur Festlegung der Erregungs- und Dämpfungsparameter. Die Ergebnisse sind in einer Resonanztabelle aufgeführt sowie grafisch und zeigen die Schwingungen bei unterschiedlichen Drehzahlen.

Die Berechnung der Torsionsschwingungen wird vom Feder-Masse -Modell, das vom grafischen Editor erzeugt wird, durchgeführt und schließt sowohl freie als auch erzwungene Schwingungen ein (Bild 5). Die Ergebnisse sind grafisch dargestellt und zeigen die Schwingungen bei unterschiedlichen Drehzahlen und in einer Resonanztabelle. Für Torsionsschwingungen ist es jedoch effizienter, die Werte von Hand einzugeben, statt sich auf das Basismodell zu verlassen, da für Torsionsschwingungen spezielle Daten erforderlich sind. Die gekoppelte Schwingungsanwendung berechnet die axialen Torsionsschwingungsparameter für die Anlagen mit direkt gekoppelten Dieselmotoren. Alle diese Berechnungen sind in eine einzige Lösung eingebunden.

Die Ergebnisse werden als detaillierte, auf Kundenwünsche zuschneidbare Berichte in der Form von XML-Dokumenten präsentiert, sodass sie leicht in unterschiedliche Formate exportiert werden können. Machine Support hat das Programm weltweit in mehr als 120 Projekten angewendet. Zukünftige Entwicklungen werden hoffentlich zu weiteren Programm-Updates führen, einschließlich der Möglichkeit, 3D-Projekte und Modelle von 3D CAD-Programmen Dritter zu importieren.

LIFE-CYCLE-ANWENDUNGEN

Wie bereits angedeutet, ist ShaftDesigner ein nützliches Anwendungsprogramm für den



MACHINE SUPPORT

Machine Support ist ein Anbieter von Befestigungs- und Montagematerial sowie ein Dienstleister für Ausrichtungs- und Montagelösungen von Maschinen. Das Unternehmen, das von SKF in 2000 übernommen wurde, hat mehr als 25 Jahre Erfahrung in der Lieferung kompletter Lösungen beim Aufbau und während des Ausrichtens von Maschinen. Zur Zeit bieten die 50 Mitarbeiter von Machine Support ihre Fachkompetenz im Schiffsbau Schiffseignern, Betreibern, Schiffbauern, Schiffsbau- und Erstausrüstern weltweit an (Bild 8).

www.shaftdesigner.com
www.machinesupport.com

Bild 8: Machine Support repariert direkt vor Ort

gesamten Lebenszyklus eines Schiffes – sei es in der Entwurfsphase, während der Ausführung bzw. dem Bau oder wenn es um Wartung und Reparatur geht. In der Entwurfsphase ist ShaftDesigner – aus der Sicht des Konstrukteurs – das Konstruktionswerkzeug der Wahl zum Untersuchen von Versatz, Optimierung der Position der Antriebskomponenten auf der Grundlage von Akzeptanzkriterien, die durch den Anwender formuliert werden. Diese Funktionalität liefert, sofern sie in einem frühen Stadium angewendet wird, eine gute Lastverteilung im Lager und infolgedessen einen sicheren Wellenleitungsbetrieb und hilft später zeitraubende und teure Ausrichtungsprobleme zu vermeiden. Gleichzeitig und auf dieselbe Weise ermöglichen die verschiedenen Schwingungsprogramm-Module die Berechnung potenzieller schädlicher Schwingungen, aufgrund einer speziellen Antriebsanordnung, wodurch die Möglichkeit geschaffen wird, verschiedenartige Anordnungstypen und ihre Auswirkungen zu untersuchen.

In der Ausführungsphase und wenn kein Modell aus der Entwurfsphase zur Verfügung steht, können Schiffsbauer bedeutende Vorteile aus dem Modellieren des Antriebs noch vor der tatsächlichen Wellenausrichtung ziehen. Genaue Messdaten können leicht in das ShaftDesigner Pro-



Bild 7: Anbringen eines Dehnmessstreifens auf einer Welle

gramm eingegeben werden, wodurch das Modell bei jeder Eingabe aktualisiert wird. Das Programm liefert die nötigen Daten für verschiedene Ausrichtungsverfahren, einschließlich Messung der Lagerlasten, Ausrichtung mittels Laser und mittels Dehnmessstreifen (Bild 7), die in den ver-

schiedenen Abschnitten des Einbaus der Wellenleitung angewendet werden können.

Schließlich können zu Wartungs- und Reparaturzwecken durch Berechnung der Ausrichtung und möglicher Wellenschwingungen Ergebnisse, die den Zustand der Komponenten der Wellenleitung beeinflussen können, frühzeitig erkannt werden. Beispielsweise können Lagerlastzonen erkannt und auf Verschleiß hin untersucht werden, wodurch teure Schiffsausfallzeiten im Schadensfall vermieden werden. Mit dem ShaftDesigner ist auch die Beurteilung und Auswertung der Wellenausrichtung nach einem Störfall sehr einfach. ■

Von Geoffrey de Vlaam, Machine Support BV, Niederlande

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vereinfachung der Komplexität in der Konstruktion von Schiffsantriebswellen, deren Einbau und Reparatur ist das Ziel des neuen Computerprogramms von Machine Support in den Niederlanden. Mit einem Anwendungspotenzial, das die Lebensdauer von Antriebs-

wellen verlängert, kann der ShaftDesigner alle Komponenten eines Antriebs genau darstellen. Das Programm wurde entwickelt, um die Wellenauslegung und -ausrichtung genauer und leichter zu bewerkstelligen.