

# Windfang

DER DIESELMOTOR HAT AUSGEDIENT: WEIL ÖL ZU TEUER IST ZEIGT SKYSAILS MIT DEM ZUGDRACHENANTRIEB, WIE ES AUCH OHNE ABGASE GEHT

**Einst beherrschten Segelschiffe die Weltmeere. Heute sind die Segler aus der kommerziellen Schifffahrt verschwunden. Ihre Nachfolger sind mit stampfenden Schiffsdieseln unterwegs, deren Betriebskosten den Reedern Sorgen bereiten. Ein System nutzt die Windkraft und verspricht Energieersparnis.**



**ZURÜCK ZUR NATUR.** In Zeiten drastischer Verknappung von Rohstoffen und zunehmender Umweltprobleme wecken heute auch ungewöhnliche Technikprojekte das Interesse von Technikern, Kaufleuten und Investoren. Ein Beispiel ist die Unternehmensgeschichte von SkySails, die 2001 mit einer einfachen Idee begann: Wind ist billiger als Öl und auf hoher See die kostengünstigste Energiequelle.

Trotzdem wird dieses Einsparungspotenzial von Reedereien seit

Langem nicht mehr genutzt. Das liegt daran, dass bisher kein Segelsystem den Anforderungen der modernen Schifffahrt genügen konnte. Ein Wind-Antriebssystem auf Basis von großen Zugdrachen soll zukünftig als Zusatzantrieb die Treibstoffkosten reduzieren.

Die Hamburger Techniker rechnen im Jahresdurchschnitt, abhängig von den Windverhältnissen, mit einem Einsparpotenzial zwischen 10 und 35 Prozent. Herrschen optimale Windbedingungen, lässt sich

der Treibstoffverbrauch zeitweise um bis zu 50 Prozent reduzieren. Segelromantiker werden von dieser Art des Segelns jedoch eher enttäuscht sein, denn bei dieser Technik geht es um knallharte Kostenrechnungen. SkySails-Geschäftsführer und Hobby-Segler Stephan Brabeck verdeutlicht die Effizienz des Windantriebs mit zwei Beispielen: »Schon bei einem kleinen, 87 m langen Frachtschiff bedeutet der Einsatz unserer Antriebstechnik eine jährliche Ersparnis von



rund 80 000 Euro. Beim heutigen Ölpreis verursacht ein SkySails-Antrieb pro kWh Antriebsleistung nur zirka ein Drittel der Kosten im Vergleich zu einem herkömmlichen Schiffsdiesel.«

Geeignet ist das Konzept für fast alle Arten von Frachtschiffen und auch Superyachten. Das geplante Produktprogramm wird Antriebssysteme mit einer Normleistung von bis zu 5 000 kW umfassen, was rund 6 800 PS entspricht.

### Segelfläche und Schiff sind voneinander getrennt

Das SkySails-System besteht im Wesentlichen aus einem vollautomatischen Zugdrachenantrieb und einer windoptimalen Routenführung. Es wird als Zusatzantrieb installiert und auf hoher See zur Entlastung der Hauptmaschine eingesetzt, wenn die Windbedingungen es erlauben. Die Technologie der Hamburger unterscheidet sich von konventionellen Systemen, bei denen das Segel an einem Mast befestigt ist, darin, dass der Zugdrachen nur durch ein Zugseil mit dem Schiff verbunden ist. Segelfläche und Schiff sind somit voneinander getrennt. Mit dem Zugdrachen werden die Vortriebskräfte erzeugt. Die für diesen Zweck günstigste Drachenform ist der Parafoil, eine gleitschirmähnliche Tragfläche.

Der Zugdrachen besteht vollständig aus hochfesten, witterungsbeständigen Textilien und ist doppelwandig, mit Längskammern und Öffnungen an der Stirnseite ausgestattet. Die Zugdrachen für Frachtschiffe sollen Flächen von 160 bis 5 000 m<sup>2</sup> aufweisen.



SkySails-Geschäftsführer und Hobby-Segler Stephan Brabeck: »Bei günstigen Windbedingungen lässt sich der Treibstoffverbrauch um bis zu 50 Prozent drosseln.«

Das speziell entwickelte Kraftübertragungssystem des SkySails-Antriebs überträgt die Zugkräfte des Drachens auf das Schiff. Es wird für jedes Schiff individuell angepasst. Das Befestigungssystem gewährleistet bei jeder Fahrt- und Windrichtung die ideale Ausrichtung der Drachenkraft. »Mit unserem System können Kurse bis zu 50° am Wind gefahren werden. Testergebnisse zeigen, dass in der Praxis ab 70° hohe Vortriebswerte erzielt werden. Der effizienteste Kurs ist 120 bis 140°«, erklärt Brabeck.

Ein Leinenbaum definiert die gewünschte Drachenform, indem Leinen verschiedener Länge zwischen Gondel und Zugdrachen gespannt sind. Das Profil des Zugdrachens ist so gestaltet, dass bei jeder Windgeschwindigkeit die optimale aerodynamische Wirksamkeit erzielt werden kann. Bei sehr starkem Wind lässt sich die Leistung des Zugdrachens durch Veränderung seiner Position im Wind (relativ zum Horizont) reduzieren, ohne dass die Zugdrachenfläche verringert werden muss.

Eine wichtige Rolle spielt in dem jungen Unternehmen die Forschung und Entwicklung. Bereits frühzeitig beschlossen die Hamburger, eine professionelle Konstruktionssoftware einzuführen. »Für die Produktentwicklung entschieden wir uns für das 3D-CAD-System SolidWorks, das ich bereits in einem anderen Unternehmen als leistungsstarke und einfach erlernbare CAD-Software kennengelernt hatte«, sagt der Geschäftsführer. Das System- und Beratungshaus SolidLine AG übernahm vor einigen Jahren die Installation des Systems und schulte die Anwender. Die Hamburger entschieden sich für das Paket SolidWorks Office Professional, das gerade für kleine und mittlere Unternehmen alle wichtigen Konstruktionswerkzeuge und Zubehör bündelt. Dazu gehören neben der 3D-CAD-Software beispielsweise eine breite Palette von Tools für die Konstruktionskommunikation und 3D-CAD-Produktivität sowie PDM-Works, eine Produktdatenmanagement-Lösung.

Die Installation der Software und die Schulungen waren nach wenigen Tagen abgeschlossen, und die Mitarbeiter konnten mit der neuen CAD-Software arbeiten. Die erfahrenen Kollegen standen dabei hilfreich zur Seite und gaben ihr Wissen von der SolidLine-Schulung weiter. Für ihre Arbeit nutzen die Ingenieure bei SkySails sowohl die 2D- als auch die 3D-Möglichkeiten der Software. »Bei der Konstruktion des Start- und Lande-



Beim heutigen Ölpreis verursacht ein SkySails-Zugdrachenantrieb pro kWh Antriebsleistung nur zirka ein Drittel der Kosten im Vergleich zu einem herkömmlichen Schiffsdiesel. Geeignet ist das Konzept für fast alle Arten von Frachtschiffen und Superyachten.

systems arbeiten wir hauptsächlich mit Zeichnungen, da dies im Schiffbau üblich ist und uns die Schiffspläne ebenfalls in 2D vorliegen. 3D-Modelle nutzen wir unter anderem für die Konstruktion der Steuer gondel«, sagt Brabeck.

Gerade für das zuverlässige Zusammenspiel zwischen beiden Dimensionen bietet die CAD-Software viele Vorteile. So wird beispielsweise jede Änderung an 2D-Zeichnungen oder 3D-Modellen verlässlich in allen verknüpften Ansichten, Blättern und Zeichnungen mitgeführt. Alle Zeichnungsansichten, Bemaßungen und Beschriftungen werden zuverlässig

aktualisiert. Praktisch ist auch die automatische Generierung von Stücklisten, besonders wenn sich eine Konstruktion aus zahlreichen Teilen zusammensetzt. Das Programm fügt eine Beschreibung und die Anzahl jeder Komponente in Stücklisten ein und spart dadurch dem Konstrukteur viel Zeit.

Zum Einsatz kommt SolidWorks unter anderem bei der Konstruktion des Kraftübertragungssystems, das aus den Komponenten Zugseil, Krafteinleitungspunkt (Holepunkt) und Winde besteht. Der ›Holepunkt‹ bezeichnet einen Punkt, an dem das Zugseil des Drachens am Schiff ansetzt. Dieser Zugpunkt ist

auf dem Backdeck des Vorschiffes installiert. Die angreifenden Zugkräfte werden durch die im Schiffkörper bestehenden Versteifungen aufgenommen und auf den Schiffkörper übertragen. Die vorhandenen Schiffstrukturen sind dafür in der Regel ausreichend dimensioniert. Für die Zugdrachen werden zudem dynamisch arbeitende Winden entworfen. Sie dienen zum Einholen des Drachens und gleichzeitig als Seilspeicher. Die Zugkraftmessung ist in der Winde vorinstalliert. Die Geschwindigkeit der Winde ist so gewählt, dass der Zugdrachen jederzeit flugdynamisch unterstützt werden kann. Diese Vorrichtungen müssen für jedes Schiff individuell konstruiert werden. Die Techniker passen hierzu auch immer wieder bestehende CAD-Modelle an und überprüfen die Konstruktion mit einer Bewegungssimulation, die das SolidWorks-Office-Professional-Paket ebenfalls an Bord hat.

## DER ANTRIEB

**SkySails.** SkySails, Hamburg, wurde Ende 2001 von Dipl.-WirtschaftsIng. Stephan Wrage und Dipl.-Ing. für Schiffbau und Meerestechnik Thomas Meyer gegründet. Seitdem entwickelt SkySails das weltweit erste, praxistaugliche Zugdrachenantriebssystem für die gewerbliche Schifffahrt und Luxusyachten. SkySails hat es sich zum Ziel gesetzt, den Treibstoffverbrauch der modernen Schifffahrt durch die Nutzung umweltfreundlicher, kostenloser Windenergie zu reduzieren. Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt ein international zum Patent angemeldetes Zugdrachen-Windantriebssystem. Durch den Einsatz des SkySails-Systems wird der Betrieb von Schiffen profitabler, sicherer, umweltfreundlicher und unabhängiger von knappen Ölreserven.

Ende 2005 wurde nach fünfjähriger intensiver Entwicklungstätigkeit die Grundlagenentwicklung abgeschlossen. Alle wesentlichen Systemkomponenten wurden auf dem 15 m langen Versuchsträger Jan Luiken erfolgreich auf der Ostsee vor Wismar erprobt. 2006 hat an Bord des 55 m langen Tonnenlegers MS Beaufort die letzte Entwicklungsphase vor der Markteinführung des SkySail-Systems begonnen. Die Entwicklungsarbeiten sind im Zeit- und Kostenplan. SkySails wurde bisher zu etwa 90 Prozent durch Investoren und zu etwa 10 Prozent über Fördermittel finanziert. Im Jahr 2007 wird das erste SkySails-System auf einem Frachtschiff, der Beluga SkySails, installiert.

## Kollisionsprüfung in der Steuergondel

Für den Entwurf des vollautomatisch arbeitenden Steuerungssystems mit der Steuergondel sind 3D-Funktionalitäten gefragt. Der Zugdrachen kann in Abhängigkeit von Windrichtung, Windstärke,



Zum Einsatz kommt SolidWorks unter anderem bei der Konstruktion des Kraftübertragungssystems, das aus den Komponenten Zugseil, Kräfteinleitungspunkt und Winde besteht. Die Kollisionsprüfung erkennt Fehler frühzeitig.

Schiffskurs und Schiffsgeschwindigkeit ausgerichtet werden. Das Steuerungssystem besteht aus der Steuergondel sowie dem Control-System.

Die Funktion der Steuergondel ist vergleichbar mit dem Piloten eines Gleitschirms: Sie verkürzt oder verlängert mithilfe kleiner Motoren die Steuerleinen rechts oder links. Dadurch wird das aerodynamische Profil des Zugdrachens verändert und damit seine Flugbahn beeinflusst. In der Steuergondel ist sowohl die mechanische Steuerungsaktorik als auch die Elektronik für die Steuerung des Zugdrachens installiert. Die Konstruktion ist eine Herausforderung, denn die Gondel muss so klein und leicht wie möglich sein und trotzdem Motoren und Elektronik aufnehmen. Hierzu eignet sich die 3D-Technologie, da sie dem Anwender detaillierte Einblicke ermöglicht. Zusätzlich unterstützt wird er durch eine ausgefeilte Kollisionsprüfung. Durch das Bewegen der Bauteile als Volumenkörper in Echtzeit lassen sich Fehler in der Konstruktion frühzeitig erkennen.

Von Beginn an setzte SkySails auf PDMWorks. Damit lassen sich unter anderem 3D-CAD-Dateirevisionen steuern und alle Projekt-

daten verwalten. Das PDM-System beinhaltet zudem vielseitige Kontrollen, die dem Konstruktionsteam helfen, die Möglichkeit eines Überschreibens von Dateien sowie andere Fehler, welche beispielsweise die Terminplanung in der Produktentwicklung gefährden könnten, zu verhindern.

Ergänzt wird die Komplettlösung SolidWorks Office Professional durch die Toolbox, die eine Bibliothek von Normteilen beinhaltet und damit den Ingenieuren viel Zeit spart. Die Anwender wählen beispielsweise die passenden Verbindungselemente aus und fügen diese in ihre Konstruktion ein.

»Für uns steht der Markteinstieg an: Erste Pilotsysteme für Frachtschiffe, Superyachten und Fischtrawler werden 2007 mit Zugdrachenflächen von bis zu 320 m<sup>2</sup> ausgerüstet, und 2008 folgt der Produktionsstart der SkySails-Systeme«, sagt Brabeck.

Steffen Herzog, freier Autor



[www.skysails.com/](http://www.skysails.com/)  
[www.solidworks.de](http://www.solidworks.de)  
[www.solidline.de](http://www.solidline.de)