

## Wieviel Zugkraft wird das neue Segel bei welcher Windstärke entwickeln?

Ein Schiff ist ein hochdynamisches System, das einer Vielzahl von unterschiedlichen Umweltbedingungen gleichzeitig ausgesetzt ist. Das Ergebnis ist ein komplexes Wirkgefüge, dessen Faktoren in den wenigsten Fällen linear korrelieren.

Umweltfaktoren können z.B. Wind, Wellen, Wassertemperatur oder der Salzgehalt des Wassers sein. Auch ändert sich der Zustand eines Schiffes je nach seinem Beladungszustand oder Bewuchs des Rumpfes. Untereinander unterscheiden sich Schiffe wiederum z.B. in ihrer Fahrtgeschwindigkeit, dem Wirkungsgrad ihres Propellers oder ihrer Hauptmaschine und in der Rumpfform. All diese Faktoren wirken auf den Schiffswiderstand und damit auch auf die Antriebsleistung des SkySails-Systems ein.

Da Schiffe zudem in den verschiedensten Fahrtgebieten eingesetzt werden, ist es schwer, eine pauschalisierte Aussage bezüglich der Antriebsleistung eines SkySails-Systems zu treffen. Um dennoch eine Aussage über die Antriebsleistung von SkySails-Systemen machen zu können, gibt SkySails die effektive Zugkraft unter normierten Bedingungen an. Die effektive Zugkraft des SkySails-Antriebs gibt die unter optimalen Bedingungen maximale Zugkraft des Systems in Fahrtrichtung des Schiffes an. Sie ist maßgeblich für die Dimensionierung des SkySails-Systems, da sie direkt mit dem für die Reisegeschwindigkeit des Schiffes benötigten Propellerschub verglichen werden kann.

Die Leistung wird für einen genau definierten Systemzustand zu einem Zeitpunkt ermittelt. Dieser Systemzustand ist wie folgt definiert:

SkySails-Normbedingungen:

Systemvariable	Ausprägung
Windgeschwindigkeit	12,8 m/s (25 Knoten)
Wahre Windrichtung	130°
Schiffsgeschwindigkeit	5,1 m/s (10 Knoten)
Sea State	2
Zugdrachen-Flugmodus	dynamisch

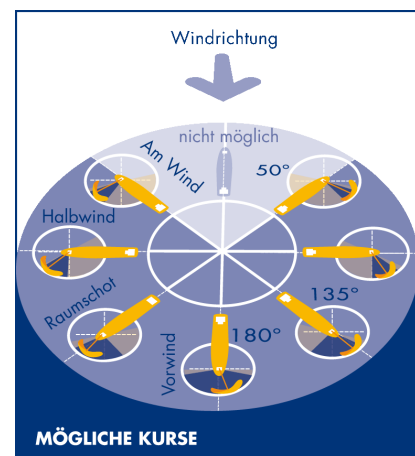
Die effektive SkySails-Zugkraft unter Normbedingungen wird für ein Beispielschiff bestimmt, das mit einer Geschwindigkeit von 10 Knoten auf einem Kurs von 130° zum wahren Wind fährt. Die Windgeschwindigkeit beträgt 25 Knoten, die Wellen haben eine Höhe von bis zu 60 Zentimetern und der Zugdrachen wird dynamisch geflogen.

Als Grundlage für die Bestimmung der Leistung unter Normbedingungen dienen Messungen aus dem Praxiseinsatz der SkySails-Technologie und theoretische Berechnungen. Für Frachtschiffe bietet SkySails derzeit Zugdrachen-Antriebssysteme mit einer effektiven Zugkraft zwischen 8 und 32 Tonnen an, SkySails mit 32 Tonnen sollen in 2012 verfügbar sein. Das geplante Produktprogramm umfasst Zugdrachen-Antriebssysteme mit einer effektiven Zugkraft von bis zu 130 Tonnen.

8 Tonnen effektive SkySails-Zugkraft entsprechen abhängig von den Schiffseigenschaften (Propellerwirkungsgrad, Widerstand etc.) ca. 600 bis 1.000 kW installierter Maschinenleistung.

## Bis zu welchem maximalen Winkel zur Vorausrichtung wird das Segel nutzbar sein?

Ihr Doppelhüllenprofil verleiht den SkySails-Zugdrachen aerodynamische Eigenschaften, die mit denen eines Flugzeugflügels vergleichbar sind. Mit dem SkySails-System können daher nicht nur Vorwindkurse, sondern auch Kurse bis 50° am Wind gefahren



werden. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass gute Vortriebswerte bei Halbwind-, Raumschot- und Vorwind-Kursen von 90° bis 270° erzielt werden können.

#### Wie groß wird die Trift relativ zum gesteuerten Kurs sein?

Die praktischen Erfahrungen haben gezeigt, dass aufgrund der hohen Kursstabilität von Frachtschiffen, beim Einsatz des SkySails-System kaum Gegenruder gelegt werden muss. Dafür gibt es zwei Gründe: Zum einen befindet sich der Drehpunkt eines fahrenden Schiffes aus hydrodynamischen Gründen in der Nähe des Bugs. Das Schiffsruder verfügt somit über einen erheblich größeren Hebelarm als das SkySails-System. Zum anderen wird die Querkraft des Zugdrachens von der großen Lateralfäche eines Frachtschiffes so effektiv kompensiert, dass der Driftwinkel bei normalem Seegangs- und Strömungsverhältnissen nicht messbar ist. Mathematische Berechnungen sowie Schlepptankversuche an der HSVA bestätigen, dass der Driftwinkel bei normalen Frachtschiffrümpfen vernachlässigbar ist ( $<1^\circ$ ).

#### Welche Vorteile hat das bisherige Segel ( Geschwindigkeit, Brennstoffersparnis ) gebracht?

Die Erfahrungen, die wir auf beiden Pilotkundenschiffen - der "Michael A." und der "Beluga SkySails" - während der Pilotphase gesammelt haben, beweisen eindrucksvoll, dass das System unter realen Bedingungen hohe Zugkräfte von bis zu 8 Tonnen erzeugt. Zum Vergleich: Für die volle Fahrtgeschwindigkeit benötigt die „Michael A.“ etwa 11 Tonnen Schub.

An Bord des MS "Beluga SkySails" beispielsweise konnte der innovative Zusatzantrieb bereits bei mäßigem Wind bis zu 20% der Maschinenleistung ersetzen. Auf der - mit 90 Metern Länge etwas kleineren und mit einem 160m<sup>2</sup>-Zugdrachen optimal ausgerüsteten - "Michael A." konnte der Treibstoffverbrauch durch den Einsatz von SkySails unter guten Windbedingungen zeitweise um weit mehr als 50% gesenkt werden. Alternativ konnte die Schiffsgeschwindigkeit mit Hilfe der durch das SkySails-System zusätzlich bereit gestellten Energie um ca. 1,6 Knoten erhöht werden.

#### Besteht die Wahrscheinlichkeit, dass eine weitere verbesserte Anlage auf der BELUGA SKYSAIL eingebaut wird?

Die „Beluga SkySails“ wird derzeit auf das SkySails-System der neuesten Generation umgerüstet, in dessen Entwicklung die umfangreichen Erfahrungen, die während der Piloterprobung gesammelt wurden, eingeflossen sind. Ebenfalls wird noch in diesem Jahr die Zugdrachenfläche auf die für diesen Schiffstyp optimale Größe von 320m<sup>2</sup> aufgerüstet.

#### Hat eine weitere Reederei Interesse an der Erprobung des Skysail gezeigt?

Gibt es eine zeitliche Begrenzung nach der das Skysail kommerziell genutzt werden wird, werden muss?

SkySails rüstet zur Zeit eine Serie von drei Frachtschiffen der Reederei Wessels mit dem SkySails-System der neuesten Generation aus. Im nächsten Jahr wird die Serienproduktion aufgenommen.