

Technische Beschreibung

Titel

Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie für geometrisch einfache Unterwasserbauteile von Seefahrzeugen.

Stand der Wissenschaft und Technik

Bei aerodynamisch wirksamen Auftriebsflächen und Tragflügeln kommt es in bestimmten Flugphasen und bei Flugmanövern mit großem Anstellwinkel zu einer Strömungsablösung an der Tragflächenoberseite (allgemein: Leeseite des Strömungskörpers) infolge lokaler Rückströmung und Wirbelbildung. Das Auftriebsgebaren der Tragfläche ist nun gestört; Flugsysteme können in Gefahr geraten, abzustürzen. Der strömungsmechanische Ablöseeffekt wird bei artifiziellen und biologischen Tragflächen beobachtet.

Biologie. Aus den Naturwissenschaften und insbesondere der Beobachtung des Vogelfluges ist bekannt, dass sich die Deckfedern am Vogelflügel beim Ablösen der Strömung aufrichten. Die Vermutung, dass dieses Aufsteilen des Deckgefieders in der Wirkungsweise einer lokalen Rückströmbremse funktioniert und so ein Abreißen der Strömung verhindert, gilt nach dem Stand der Wissenschaft, theoretischen Untersuchungen, verfeinerten Beobachtungen und Laborexperimenten als bestätigt.

Technik. Die in den Neunziger Jahren an der Technischen Universität Berlin durchgeführten Untersuchungen biologischer und technischer Strömungsklappen (Druckmessungen, Strömungsvisualisierungen und Nachlaufuntersuchungen) haben zum Verständnis des Phänomens der Strömungsablösung bei großen Tragflächen-Anstellwinkeln beitragen. Technische, dem biologischen Vorbild nachempfundene Ablöseklappen wurden flugtechnisch experimentell untersucht und Prototypen gebaut. Ablöseklappen für Hochleistungssegelflugzeuge sind Stand der Technik, ohne jedoch kommerzielle Verbreitung gefunden zu haben.

Strömungsphysik. Das Phänomen der Strömungsablösung und das beim biologischen System beobachtete Aufsteilen des Deckgefieders ist dann universell und gilt für Fluide allgemein, wenn geometrische und strömungsmechanische Ähnlichkeit herrscht. Strömungen sind geometrisch ähnlich, wenn ihre Reynolds-Zahlen gleich sind. Die Reynolds-Zahl hat große Bedeutung für das Problem der dynamischen Ähnlichkeit oder des Maßstabeffektes und ist von praktischer Bedeutung für den Vergleich der Strömungsbilder geometrisch ähnliche Körper unterschiedlicher Größe bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten in unterschiedlichen Medien.

Modellversuche. Da die kinematische Zähigkeit von Wasser von der der Luft unterscheidet, muss die Strömungsgeschwindigkeit kleiner sein als in Luft, damit das von zwei gleichen Tragflügeln - der eine im Wasser, der andere in der Luft - erzeugte Strömungsbild ähnlich ist. In Freifeldexperimenten mit Modellen konnte gezeigt werden, dass flexible, dem biologischen Vorbild nachempfundene Ablöseklappen an Unterwasserbauteilen unter bestimmten Anströmbedingungen geeignet sind, die Strömung zu konditionieren.

Nachfolgend ist von Fluiden im Allgemeinen und von Flüssigkeiten im Besonderen die Rede.

Problembeschreibung

Strömungsablösung ist bei Unterwasserbauteilen von Seefahrzeugen, insbesondere bei beweglichen und starren Leit- und Steuerflächen ein unerwünschtes

physikalisches Phänomen. Die Steuerwirkung eines hart gelegten Yachtruders (großer Anstellwinkel einer tragflügelähnlichen Steuerfläche) sinkt drastisch, der Gesamtwiderstand des Fahrzeuges nimmt zu.

Im Gegensatz zu aerodynamischen Tragflächen haben hydrodynamische Leit- und Steuerflächen oftmals stark gewölbte oder ballige Oberflächenkonturen und die beaufschlagenden Kräfte sind größer. Eine Übertragung sowohl der in der belebten Natur (beim fliegenden Vogel) beobachteten Strömungskonditionierung durch Deckgefieder, als auch technischer Strömungsklappen für Flugzeugtragflügel nach Stand der Technik auf in Fluiden betriebene Leit- und Steuerflächen ist hinsichtlich einer konstruktiven Gestaltung, der Ausführung in einem für die technische Anwendung relevantem Produkt und einem der Grundidee entsprechendem Betrieb in der Praxis der Seefahrzeuge nicht möglich.

Darüber hinaus stellt das Oberflächenfouling einer im Wasser befindlichen Oberfläche ein Problem dar. Permanente Strömungsklappen sind deshalb nicht vorteilhaft. Zwar ist im Regatta-Sport das Reinigen des Unterwasserschiffes und aller Unterwasserbauteile bei Jollen und auch bei Rennyachten vor einer Wettfahrt üblich, doch ist die Funktionserhaltung von permanenten Strömungsklappen durch Reinigung sehr aufwändig und in der Praxis der Regattasports und für Trainingsfahrten wenig praktikabel.

Problemlösung

Das der Erfindung zu Grunde liegende Problem wird dadurch gelöst, dass auf die gereinigten Oberflächen von Seefahrzeugen Strömungsklappen auf der Basis von Einweg-Oberflächenfolien nach Anspruch 1 geklebt werden. Die hydroflexiblen Einweg-Oberflächenfolien für geometrisch einfache Unterwasserbauteile von Seefahrzeugen sind nach dem Betrieb leicht entfernbar und zu entsorgen.

Die strömungsmechanisch wirksamen Einweg-Oberflächenfolien sind durch parametrische Variation der Geometrie vom Hersteller auf unterschiedliche Schiffstypen spezifizierbar und vom Anwender leicht auf an dem Unterwasserbauteil befindlichen Markierungen zu positionieren. Die Einwegfolien sind nach Anspruch 1 selbstklebend oder nach Anspruch 2 mit Hilfe von unterwassertauglichen, handelsüblichen Klebebändern auf dem Unterwasserteil zu befestigen.

Durch die hydroflexiblen Einweg-Oberflächenfolien nach Anspruch 1 wird die in der belebten Natur (beim fliegenden Vogel) beobachtete Effekt der Strömungskonditionierung durch Deckgefieder auf ein technisches System übertragen und der physikalische Effekt des Aufsteilens biologischen Gefieders für fluidisch beaufschlagte Unterwasserbauteile von Seefahrzeugen nutzbar.

Erreichbare Vorteile

Durch die Erfindung nach Anspruch 1 wird erreicht, dass der Widerstand durch Strömungsablösung bei fluidisch belasteten Leit- und Steuerflächen von Seefahrzeugen vermindert wird und die Steuerwirkung über einen großen Bereich möglicher Anstellwinkel erhalten bleibt. Gegenüber einer permanenten Anordnung ist eine Einweg-Oberflächenfolien nach Anspruch 1 kostengünstig und einer auf die Regatta-, Wettfahrt und Trainingspraxis relevanten Anwendung angepasst.

Aufbau, Anfertigung, Montage und Wirkungsweise

Die hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie nach Anspruch 1 besteht aus einem wasserbeständigem Kunststoff- Folienmaterial von für fluidische Beaufschlagung ausreichender Biegeflexibilität, die mit üblichen technischen Mitteln bedruckt werden kann. Transparenz der Folie ist vorteilhaft, aber für die Wirkungsweise des Bauteils nicht relevant.

Figur 1 zeigt das Grundschema eines Oberflächenfolien-Elements. Das Folien-Element ist hinsichtlich seiner Geometrie rapportierbar und durch computerunterstützte Bildbearbeitungsverfahren in einfacher Weise zu einem beliebig langen System von Folien-Sequenzen erweiterbar. Folienelement und Oberflächenfoliensystem sind beliebig skalierbar (siehe schematische Skizzen in Figur 2). Das Grundschema des Oberflächenfolien-Elements ist mit handelsüblicher Software informationstechnisch verarbeitbar und kann als Produkt von einem Hersteller vertrieben werden.

Die Folien werden entweder maschinell fabriziert, oder durch den Anwender selbst hergestellt. Die Anfertigung der gebrauchsfertigen Oberflächenfoliensysteme erfolgt durch lochen und schneiden bzw. stanzen. Der ersten Anfertigung einer Serie von Oberflächenfoliensystemen geht eine informationstechnische Verarbeitung voraus.

Die Lochungen in der Folie (siehe Figur 1 und Figur 2) erleichtern den manuellen Schneidevorgang. Im Betrieb dienen die Lochungen dem Abbau mechanischer Spannungen in der Folie während der fluidischen Beaufschlagung.

In den Abbildungen des Folienelements und der Oberflächenfoliensysteme (Figur 1 und Figur 2) befinden sich schraffierte Flächen. Die schraffierten Flächen sind im Falle der fabrizierten Folie einseitig mit Klebstoff beschichtet und dienen der Befestigung auf dem Strömungskörper. Die schraffierten Flächen stellen Montagelaschen dar und sind im Falle der Selbstanfertigung der Folie genau die Bereiche des Oberflächenfoliensystems die vom Klebeband erfasst werden und der Montage auf dem Strömungskörper dienen (Figur 3).

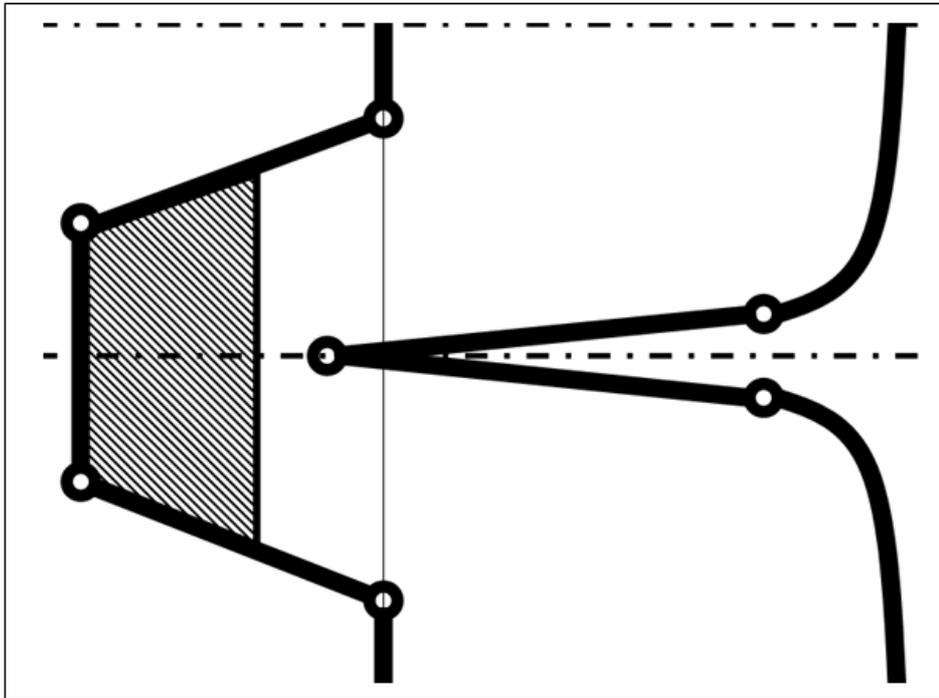
Durch das Fügen des Oberflächenfoliensystems mit dem Strömungskörper (hydrodynamisch wirksamen Auftriebsflächen, Leit- und Steuerflächen) durch Selbstklebung oder durch Befestigung mit Klebeband entstehen hydroflexible Klappenelemente (Figur 5).

Die zu beklebenden Strömungskörper sollen an den relevanten Bereichen möglichst einfach geformt sein, also keinen springenden Kanten, keinen Versatz, Löcher oder Anbauten aufweisen. Die Strömungskörper sollen beim Fügen der Oberflächenfolie unverschmutzt und trocken sein. Symmetrische Strömungskörper sind auf beiden Seiten mit (spiegelsymmetrischen) Oberflächenfoliensystemen zu bekleben. Materialstärke, Steifigkeit, Größe, Position und spezifische Ausgestaltung der Oberflächefolie variieren nach Art und Größe des Strömungskörpers und der Anströmsituation; sie sind durch Berechnung, Erfahrung oder im Versuch zu ermitteln (siehe hierzu schematische Skizze Figur 5). Die Position der Oberflächenfoliensysteme kann auf den Strömungskörpern durch Markierungen geschehen.

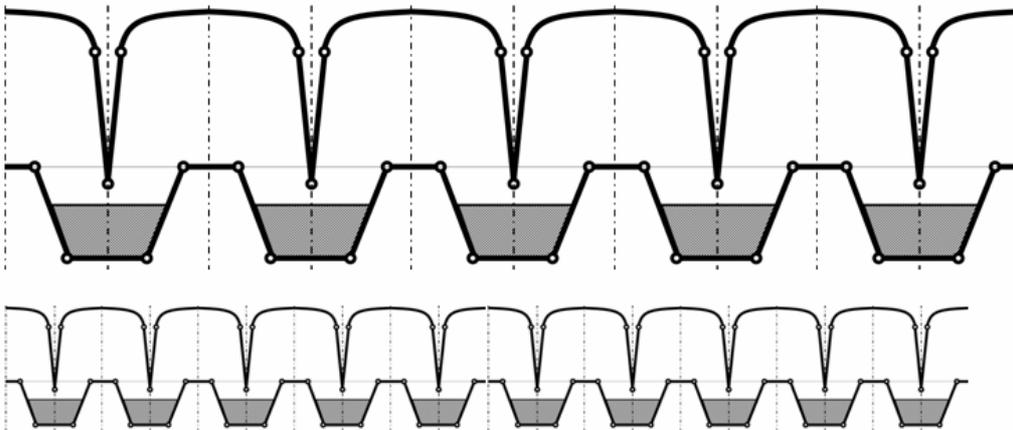
Nach dem Gebrauch kann die Oberflächenfolie in einfacher Weise durch Abziehen oder Schälen vom Strömungskörper entfernt werden.

Kommt es bei hydrodynamisch wirksamen Auftriebsflächen, Leit- und Steuerflächen in bestimmten Anströmsituationen mit großem Anstellwinkel des Strömungskörpers infolge lokaler Rückströmung und Wirbelbildung zu einer Strömungsablösung an der Strömungskörperoberseite (Leeseite des Strömungskörpers), steilen sich die hydroflexiblen Klappenelemente lokal auf. Das Aufsteilen der hydroflexiblen Klappenelemente funktioniert in der Wirkungsweise einer Rückströmbremse und bewirkt lokal, dass ein Abreißen der Strömung verhindert wird, wie in der Darstellung zum Stand der Wissenschaft beschrieben. Die hydroflexible Oberflächenfolie auf der der Hauptströmungsrichtung zugewandten Seite (Luvseite des Strömungskörpers) ist inaktiv und legt sich, vermittelt durch die Druckkräfte der Strömung, an den Strömungskörper an, wie in der schematischen Skizze (Figur 4) dargestellt.

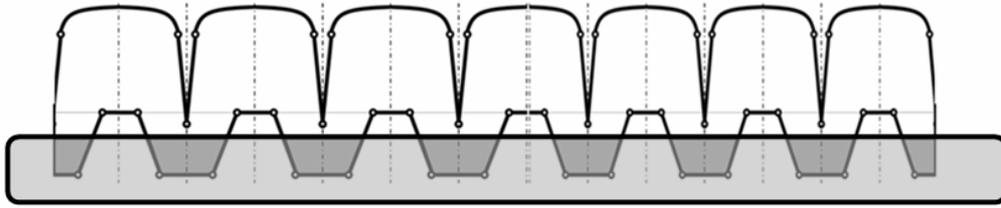
Figur 1



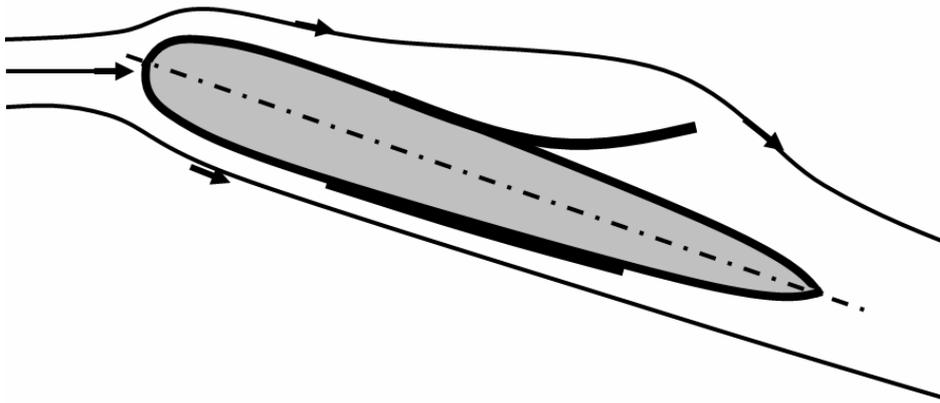
Figur 2



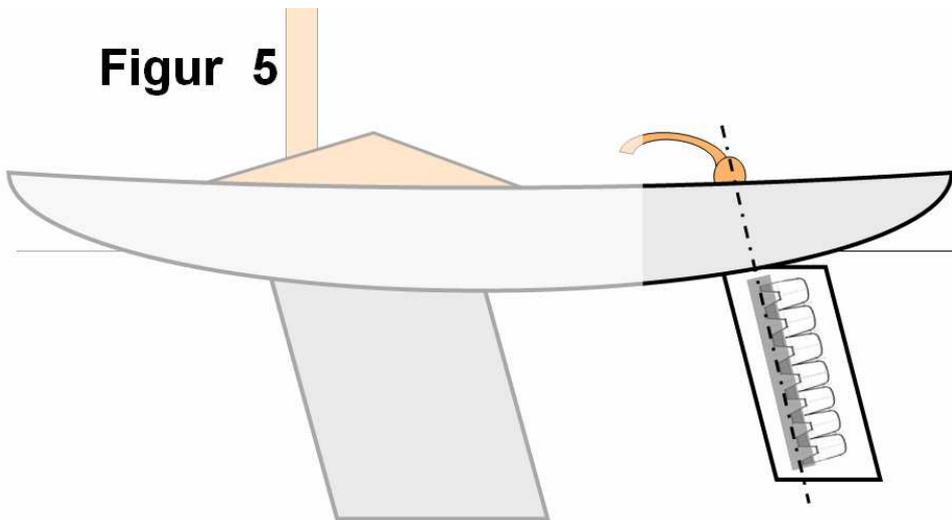
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Schutzansprüche

1. Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie für geometrisch einfache Unterwasserbauteile von Seefahrzeugen dadurch gekennzeichnet,

dass Folienelemente zu einer Sequenz formiert ein System von Strömungsklappen (Oberflächenfoliensystem) darstellen und eine konstruktive Einheit bilden,
2. Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,

dass die Oberflächenfolien aus einem wasserbeständigen, flexiblen Material bestehen und hinsichtlich ihrer Geometrie auf verschiedene Anwendungsbereiche skaliert werden können.
3. Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,

dass das Oberflächenfoliensystem partiell selbstklebend ausgeführt wird.
4. Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,

dass das Oberflächenfoliensystem auf Unterwasserbauteile reversibel durch Kleben mit einem Strömungskörper gefügt werden kann
5. Hydroflexible Einweg-Oberflächenfolie nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,

dass das Oberflächenfoliensystem Laschen besitzt welches reversibel mittels wasserfesten Klebebandes mit einem Strömungskörper gefügt werden kann.