

Michael Dienst

Transactions in Bionic Patents, Vol. 007:
Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für
Segelsurfbretter

Wissenschaftlicher Aufsatz

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2013 GRIN Verlag
ISBN: 9783656519584

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/262861>

Michael Dienst

**Transactions in Bionic Patents, Vol. 007: Wirbelspulen-
effekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter**

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Transactions in Bionic Patents

Traktat über die Beiträge zu den "Transactions in Bionic Patents"

Die "Transactions in Bionic Patents" bilden eine Sammlung von Schriften zu Patent- und Gebrauchsmusteranmeldungen im Themenfeld Biologie & Technik die in loser Reihenfolge und Terminus erscheint.

Gegenstand der Beiträge zu den Schriften der "Transactions in Bionic Patents" sind Gestaltungsfragen und die kritische Auseinandersetzung mit aktuellen Themen der Bionik, also Technik nach Vorbildern aus der belebten und unbelebten Natur und ihre patentrelevante Umsetzung.

Mit den "Transactions in Bionic Patents" soll der Fortschritt auf dem Gebiet der angewandten Bionik dadurch gefördert werden, dass die dargestellten Patente und Gebrauchsmuster frei von Rechten Dritter und mit ausdrücklicher Genehmigung der Patentanmelder und Inhaber dem Leser dieser Schriften zur Nutzung verfügbar werden.

Gleichzeitig wird ein tieferes Verständnis der Bionik innerhalb des Fachs und der Öffentlichkeit her- und ein rezentes Problemfeld wirklichkeitsnah und verständlich dargestellt. Als Übergeordneter Aspekt gilt es, Lösungswege der Übertragung biologischer Phänomene zu untersuchen, auszuleuchten und Fragestellungen die im Zusammenhang stehen mit Natur und Technik nachzugehen sowie Forschung und Ausentwicklung zum Thema anzustoßen

Die Beiträge zur Schriftensammlung "Transactions in Bionic Patents" sind in deutscher Sprache verfasst. Dem Text kann eine teilweise oder vollständige Übersetzung in englischer Sprache beigelegt werden; Art, Umfang, Anordnung und Organisation der Textteile sind dem Autor überlassen und frei. Die englische Fassung soll den Umfang der deutschen Fassung nicht überschreiten.

In einer Ausgabe der Schriftensammlung "Transactions in Bionic Patents" soll nur ein Werk platziert werden. Der Text kann durch Abbildungen ergänzt werden; die Bildrechte und andere Urheberrechte sind dabei zu achten.

Die jeweiligen Gebrauchsmuster- oder Patentschriften sind dem Anhang beigelegt.

M. Dienst, Berlin.

Transactions in Bionic Patents. Vol. 007

Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter

Gebrauchsmuster Nr. 20 2013 007 167.2

IPC IPC: B63H 9/06

Bezeichnung: Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter

Tag der Anmeldung 07. 8. 2013

Tag der Eintragung 04.09.2013

Interne Kennung (GM240)

Anmelder Dienst, Mi. 13437 Berlin

Technische Beschreibung

Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter

Die Erfindung betrifft ein Rigg für Segelsurfbretter, bestehend aus einer textilen Tragflügelmembran und einem Führ- und Befestigungstragwerk. Das Rigg nutzt den so genannten Wirbelspuleneffekt. Das Grundprinzip der Segelgeometrie ist dem so genannten "Krabbescheren-Rigg" nachempfunden.

University of Applied Sciences Berlin, Germany

BIONIC RESEARCH UNIT

Stand der Technik, Historische Betrachtung und Neuheit.

Das Krabbenscherensegel (crabs claw sail) stammt aus Polynesien. Es hat eine Dreiecksform und wird auf Auslegerkanus (Proas) verwendet. Als der holländische Seefahrer und Entdecker Abel Tasman (*1603, †1659) im Jahre 1642 als erster Europäer Neuseeland erreichte war die Technik der Proas, durch mündliche Überlieferung und Werk schon seit hunderten von Jahren wenn nicht sei Jahrtausenden entwickelt und etabliert. Variationen der Krabbenscherensegel werden auf 2000 bis 2700 Jahre vor unserer Zeitrechnung datiert (Fundorte an der Westküste Perus). Die exzellente Technik der Polynesier und der Völker des pazifischen Raums, insbesondere die Navigations- und Schiffstechnik wurde von den Entdeckern in ihrer Exzellenz und Leistungsfähigkeit vollkommen unterschätzt und missachtet, weil sie von den Konstruktionsparadigmen der alten Welt dieser Zeit nicht entsprach. Erst in jüngerer Zeit wurden theoretische Erklärungen der physikalischen Wirkungsweise und messtechnische Untersuchungen zur Leistungsermittlung der Krabbenscherensegel unternommen (siehe auch: Marchaj, C. A. Sail Performance: Techniques to Maximise Sail Power [Marc-03]). Die Ergebnisse rezenter Forschung legen den Schluss nahe, dass von einem erheblichen Leistungs- und Effizienzpotential der Krabbenscherensegel ausgegangen werden muss. Allerdings geht die (nahezu ausschließlich) bekannt gewordene Forschung von der

Interpretation des Krabbenscheren-Riggs als "Delta-Tragfläche" aus. Dies trifft für eine ganz bestimmte Betriebsart dieser Segel zu (geneigt liegende Dreiecksform, am Wind gefahren). In historischen Überlieferungen, Zeichnungen, Graphiken und Stichen wird aber häufig die aufrecht stehende Dreiecksform der Krabbenscherensegel im Betrieb, am Wind und vor dem Wind gefahren, wiedergegeben.

Vor dem Hintergrund der historischen Überlieferungen und der Beschäftigung der rezenten Forschung mit Krabbenscheren-Riggs ist die Neuheit der geometrischen Grundform des Segels, welches Gegenstand dieser Erfindung ist, zweifelhaft. Die Neuheit des Wirbelspuleneffekt nutzenden Riggs für Segelsurfbretter nach Anspruch 1 ist aber gegeben.

Stand der Wissenschaft

Die Argumentation zur aerodynamischen Wirksamkeit der Krabbenscherensegel als geneigt liegende dreieckige Deltaflügelform (am Wind gefahren) ist Stand der Wissenschaft und kann der einschlägigen Literatur entnommen werden [Marc-64] [Marc-97] [Marc-00]. Für die Argumentation zur aerodynamischen Wirksamkeit der Krabbenscherensegel als im Betrieb aufrecht stehende Dreiecksform der Krabbenscherensegel, am Wind und vor dem Wind gefahren, ist die so genannte

Wirbelspulentheorie heranzuziehen, die (1) ebenfalls Stand der Wissenschaft ist, aber (2) nicht zum Standardrepertoire der klassischen Strömungslehre zählt, jedoch (3) notwendig und hinreichend den physikalischen Hintergrund für die Erfindung nach Anspruch 1 bildet.

Stand der Wissenschaft, Wirbelspulenphänomenologie. Nach der Tragflügeltheorie hängt die Auftriebskraft einer umströmten Tragfläche alleine von der Zirkulation ab [Kutta-Jankowski]. Überlagern sich an einem Strömungskörper (bei einer zweidimensionalen Modellvorstellung in der Profilebene des Strömungskörpers) ein translatorisches und ein rotatorisches Strömungsfeld, kommt es infolge der Zirkulation um diesen Körper zu Verzögerung der Strömung auf der einen und zu einer Beschleunigung der Strömung auf der anderen Seite. Nach der Bernoullischen Gleichung führt die Beschleunigung zu einer Druckminderung, die Verzögerung zu einer Druckerhöhung, was im Falle eines Tragflügels als Auftriebskraft spürbar wird. Für einen angeströmten, endlichen Tragflügel ist die Auftriebskraft elliptisch über den Auftrieb erzeugenden Körper verteilt. Infolge des Druckgradienten kommt es am materiellen Ende der Tragfläche zu einer Umströmung der Tragflächenkante. Im Nachlauf der Kantenumströmung bildet sich nun ein kompakter Wirbel aus, der als durch den Druckgradienten induzierter Randwirbel in der Literatur beschrieben wird. Der induzierte

Transactions in Bionic Patents. Vol. 007

Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter

Randwirbel bindet einen erheblichen Anteil der zur Erzeugung der Auftriebskräfte des Systems aufgebrauchten Energie. Der Wirbelzopf im Nachlauf einer Auftrieb erzeugenden Tragfläche ist sehr stabil. In Strömungsuntersuchungen am Windkanal aber auch durch numerische Strömungssimulationsrechnungen kann das Umströmungsgebaren an den Enden Auftrieb erzeugender Strömungskörper sichtbar gemacht werden. Jeder durch das Auftriebsgebaren einer Tragflügelfläche induzierter Wirbelzopf ist idealer Weise hinsichtlich seiner Geschwindigkeitsverteilung in seinem Querschnitt kompakt und bildet ein graduelles rotatorisches Fernfeld aus. Existieren zwei oder mehr kompakte Wirbelzöpfe gleicher Drehrichtung und ähnlicher, in einem günstigen Fall, gleicher Intensität, beginnen die Wirbelzöpfe im Nachlauf ihres Entstehungsortes um ein gemeinsames Zentrum zu rotieren. Ein schraubenartiges Wirbelspulengebilde entsteht. Während die Wirbelzöpfe auf dem Mantel der Wirbelspule stromabwärts um eine gemeinsame zentrale Achse rotieren bildet sich innerhalb der Wirbelspule entlang des zentralen (gedachten) Stromfadens eine beschleunigte Strömung aus, die nach außen durch den Wirbelmantel begrenzt und geführt wird und in ihrem inneren Strömungsprofil rotorfrei ist. Dieses als „Wirbelspuleneffekt“ bezeichnete Phänomen wurde in den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch messtechnische Untersuchungen belegt, eine Theorie der Wirbelspule entwickelt und von Ingo Rechenberg in Berlin eine Windkraftanlage patentiert

University of Applied Sciences Berlin, Germany

BIONIC RESEARCH UNIT

[Rech-85] [Rech-85] [www-11] [www-12] [www-13]. Die Beschleunigung der Strömung innerhalb der Wirbelspule ist intensiv; die Geschwindigkeiten können gegenüber der den Wirbelspuleneffekt hervorrufenden Flügelumströmung mehr als den dreifachen Wert annehmen. Aus Windkanalmessungen ist bekannt, dass zu einer den Auftrieb generierende Tragflächen der kumulierten Tragflügeltiefe t erzeugte Wirbelspule stromabwärts eine Länge von $L > 10t$ hinweg stabil existiert und über die gesamte Distanz einen rotorfreien Strömungs-Jet produziert. Das Geschwindigkeitsniveau der Innenströmung kann derart ansteigen, dass aufgrund der Druckabnahme im Jet (Bernoulli-Gleichung, Kontinuität) die umhüllende Mantelströmung implodieren kann und die den Effekt tragende Wirbelspule ihre schraubenförmige Struktur verliert und letztlich zerstört wird.

Stand der Wissenschaft, Biologie und Technik. Landsegelnde Vögel mit ihren kastenförmigen und an den Flügelenden mit Gefiederfinger ausgestatteten Tragflächen nutzen den Wirbelspuleneffekt [Nach-02]. Der durch die Wirbelspule erzeugte Strömungsjet spielt zu einem gewissen Maße die zur Generierung von Auftrieb eingesetzte Energie des Landseglers wieder ein. Rechenberg untersuchte das Auftriebsgebaren großer landsegelnder Vögel und postulierte den Wirbelspuleneffekt, bevor er ihn durch Experimente an biologischen Flügeln und an technischen Auftrieb generierenden Tragflächen nachwies. Auch Seevögel mit

ihren schlanken Flügeln besitzen aufgefingerte Tragflächenenden, wenn auch weniger ausgeprägt. Ein den induzierten Widerstand mindernder Effekt wird hier dadurch erzielt, dass die Geometrie des Auftrieb bedingten (induzierten) Randwirbels deformiert und in seiner Kompaktheit geschwächt wird. In ihrer technischen Ausführung werden diese den Widerstand mindernden (singulären) Anflügel "Winglets" genannt und sind Stand der Technik.

Problembeschreibung.

Das "Krabbescheren-Rigg" findet auf kleinen Booten und Jollen und versuchsweise gelegentlich auch auf größeren Einheiten Anwendung. Aufgrund spezieller bauartbedingter Konstruktionseigenschaften Surfbord-Riggs ist das Krabbescheren-Segel nicht ohne erhebliche zusätzliche technische Ausrüstung von einer Anwendung bei Segeljollen oder Segelyachten auf eine Anwendung für Segelsurfboards zu übertragen. Die Übertragung des Rigg-Prinzips der "Krabbescheren-Segel" auf eine Anwendung für Segelsurfboards ist offenbar deshalb bislang unterblieben, weil die Argumentation der Erklärung der physikalischen Wirksamkeit der "Krabbescheren-Segel" nahezu ausschließlich auf der Deltaflügelphänomenologie fußt.

Problemlösung

Die Erfindung betrifft ein Rigg für Segelsurfbretter, bestehend aus einer textilen Tragflügelmembran und ein Führ- und Befestigungstragwerk. Das Rigg nutzt den so genannten Wirbelspuleneffekt. Das Grundprinzip der Segelgeometrie ist dem so genannten "Krabbescheren-Rigg", einer historischen Segelform der polynesischen Proas, ähnlich und nachempfunden. Befestigungs- und Bedienelemente sind denen eines Segelsurf-Riggs ähnlich. Alle Bauteile sind von einem durchschnittlichen Fachmann mit Werkzeugen vom Stand der Technik herstellbar. Als Alternative zu einem Segelsurf-Rigg vom Stand der Technik ist das den Wirbelspuleneffekt nutzende Segel wirtschaftlich verwertbar.

Erzielbare Vorteile

Der Druckpunkt der aerodynamischen Kräfte liegt bei einem Segelsurfrigg in Krabbescheren-Konfiguration im oberen Drittel der Tragflächengeometrie. Dies hat erhebliche Vorteile bei der Ausnutzung der aerodynamischen Kräfte. Da die Befestigungs- und Bedienelemente denen eines Segelsurf-Riggs ähnlich sind, ist die Handhabung des Segel-Riggs gutmütig und das gesamte Segelfahrzeug auch von einem ungeübten Sportler leicht bedienbar. Eine wirtschaftliche Verwertbarkeit ist gegeben. Durch die bauartbedingte Geometrie des Wirbelspuleneffekt nutzenden

Segels werden die auftriebsbedingten Randwirbel zu einer Verminderung des induzierten Widerstands, der als Folge des Auftriebgebarens Segels entsteht, genutzt. Dies kommt dem Gesamtwirkungsgrad des Segelfahrzeugs zugute.

Aufbau, bauliche Ausführung und Wirkungsweise

Das in den skizzenhaften Darstellungen, den schematischen Abbildungen Figur 1 und Figur 2 dargestellte Surfboard, der Bootskörper B ist nicht Gegenstand der Erfindung und dient in den Abbildungen lediglich als erklärender Kontext. Der bewegliche Mastfuß MF schematisch dargestellt in Figur 2 und Figur 3 ist ein handelsübliches Kaufteil. Es sind polymerelastische oder kardangelartige Ausführungen vom Stand der Technik mit einer halbkugelförmigen Bewegungsfreiheit auszuwählen.

Das den Wirbelspuleneffekt nutzende Rigg für Segelsurfbretter, nachfolgend einfach Rigg genannt, bestehend aus den Hauptkomponenten der Mastenbasis Y, dem Segelführbaum G, den beiden Masten M1 und M2 und aus einer textilen Tragflügelmembran, dem Segeltuch F bilden eine organisatorische und konstruktive Einheit. Die Hauptkomponenten sind in den skizzenhaften Darstellungen, den schematischen Abbildungen Figur 1 und Figur 2 zu ersehen. Die textile Tragflügelmembran, das Segeltuch F wird oben vom Oberliek OL, unten vom Unterliek

UL und an den Seiten von den beiden Lieken L begrenzt wie aus der schematischen Abbildung Figur 1 ersichtlich. Die textile Tragflügelmembran besitzt an den Lieken L jeweils eine taschenförmige Kammer T1 und T2. Die taschenförmige Kammer T1 führt den Mast M1 und die Kammer T2 führt den Mast M2. Die textile Tragflügelmembran wird genäht. An den beiden Mast-Tops der Masten M1 und M2 sind die beiden taschenförmigen Kammern T1 und T2 geschlossen, so dass die Mastspitzen in den Kammertaschen lagern. Auf der Höhe des Segelführbaums G besitzt die Tragflügelmembran F auf jeder Seite eine Aussparung, die Montagezwecken dient und gegebenenfalls mit verstärkten Nähten ausgestattet werden kann. In der schematischen Darstellung Figur 4 ist der Segelführbaum G in einer Draufsicht gemäß dem Schnitt A1 - A2 in der schematischen Darstellung Figur 2 dargestellt. Mit dem Segelführbaum G wird das Rigg vom Bediener geführt. Der Segelführbaum G besitzt eine flachelliptische Grundform und ist an dem jeweiligen spitzen Ende (dem Segelführbaumhorn) mit einer Materialverstärkung versehen.

Die Masten M1 und M2 und die textile Tragflügelmembran F erscheinen als Schnitt, die Kloben R1 und R2 sind in einer Draufsicht zu sehen. An den Mast M1 greift die Klobe R1 an. An den Mast M2 greift die Klobe R2 an. Die Kloben können so ausgeführt werden, dass sie einerseits Tampen als Tragflächenstrecker TR in der Art eines Flaschenzugs aufnehmen

und in einer in der Yacht- und Surfboardtechnik üblichen Weise führen können. Desgleichen ist in der schematischen Skizze Figur 4 eine handelsübliche Schotenklemme graphisch angedeutet. Die Kloben R1 und R2 sind kraftschlüssig in einer in der Surfboardtechnik üblichen Weise an den Mast M1 bzw. M2 gefügt. Der Segelführbaum G dient somit auch dem (horizontalen) Trimmen des Riggs. Die Mastenbasis Y ist ein komplexes Bauteil, das urformend aus einem hochfesten Kunststoff hergestellt werden kann. Die Mastaufnehmerhülse MA1 und Mastaufnehmerhülse MA2 können in einer hochwertigen Ausführung mit einem metallische Inlet ausgestattet werden, wie in der schematischen Darstellung Figur 3 dargestellt. In der Mastenbasis Y nimmt die Mastaufnehmerhülse MA1 den Mast M1 auf; die Mastaufnehmerhülse MA2 nimmt den Mast M2 auf. Die Mastenbasis Y stellt die mechanische Kopplung zum (handelsüblichen Kaufteil) Mastfuß MF her, der nicht Gegenstand der Erfindung ist. Dazu dient der Mastfußbolzen MFB, der je nach Ausführung des Mastfußes formschlüssig gefügt Teil von diesem ist und zur Montage in die Mastenbasis Y gefügt wird, oder formschlüssig gefügter Teil der Mastenbasis Y ist und in den handelsüblichen Mastfuß gesteckt wird. Mastaufnehmerhülse MA1 und Mastaufnehmerhülse MA2 spannen den für die Mastenbasis Y signifikanten Gabelwinkel β auf, wie in der schematischen Darstellung Figur 3 dargestellt. Mit dem Gabelwinkel β wird

zugleich der Typ, die mechanische Vorspannung und der Schlankheitsgrad der Gesamtkonstruktion festgelegt. Der Gabelwinkel β kann von der speziellen Betriebseinsatz abhängig und nach den Vorgaben des Konstrukteurs variiert werden. Die Mastenbasis Y besitzt zwei Bohrungen für die Liekenstrecker der textilen Tragflügelmembran F. Um das Rigg in Vertikaler Richtung zu trimmen kann aus die Mastbasis eine handelsübliche Schotenklemme angebracht werden, die einen Trimmstampen S fixiert, der durch die jeweilige Bohrungen in der Mastenbasis Y und der entsprechenden Kausch K in der Segelmembran geschoren wird, wie in der Darstellung Figur 2 schematischen dargestellt ist.

Die Segelmembran F ist aus handelsüblichen Materialien für Yachtsegel oder Surfsegel maschinell oder per Handarbeit zu fertigen. Liegen und Taschen sind mit Verstärkungen auszuführen. Der Segelführbaum G kann in einer in der Bootsbaubranche klassischen Weise aus Holz gefertigt werden oder aus Halbzeugen gefügt, wie es bei handelsüblichen Gabelbäumen für Surfboards Stand der Technik ist. Die Masten M1 und M2 sind biegeelastisch und können aus faserverstärktem Kunststoff gefertigt oder als handelsübliche Halbzeuge verbaut werden. Naturmaterialien wie etwa Bambus können eingesetzt werden.

Wirkungsweise

In Verbindung mit einem handelsüblichen Surfboard nach Stand der Technik bildet das Rigg ein einfach zu bedienendes kleines Segelseefahrzeug aus. Auf einem Amwindkurs, bei raumigen Wind oder einem Kurs vor dem Wind wird das Rigg aufrecht stehend betrieben. Durch die Gelenkigkeit des (handelsüblichen) Mastfußes kann das Rigg aber auch extrem geneigt werden um beispielsweise einen raumigen Kurs zu fahren.

In aufrechter Fahrweise mit senkrecht stehendem Rigg und einem zur Anströmung günstigen Anstellwinkel produziert die Segelmembran eine aerodynamische Querkraft aus, die zum Vortrieb genutzt wird. Wie in der Recherche zur physikalischen Wirksamkeit in den Ausführungen zum Stand der Technik beschrieben, kommt es infolge der speziellen und der Erfindung gemäßen Geometrie des Riggs, zur Ausbildung von zwei in gleicher Rotationsrichtung drehenden induzierten Randwirbeln. Diese wiederum bilden im Nachlauf der Strömung eine fluiddynamisch wirksame Wirbelspule, die ihrerseits einen rotationsfreien (rotationsarmen) Jet erzeugt, wie oben beschrieben.

Unabhängig von der physikalischen Wirksamkeit der Vorrichtung ist das den Wirbelspuleneffekt nutzende Rigg ein sehr Einfaches.

Weiterführende Literatur und Quellenhinweise

- [Marc-64] Marchaj, C. A. (1964) "Sailing Theory and Practice", Adlard Coles Nautical, 1964 Library of Congress Catalogue Card Number 64-13694.
- [Marc-86] Marchaj, C. A. (1986) Seaworthiness: the forgotten factor, ISBN 0-87742-227-3
- [Marc-97] Marchaj, C. A. (1997) Die Aerodynamik der Segel. Bielefeld: Delius Klasing.
- [Marc-00] Marchaj, C. A. (2000) Aero-hydrodynamics of sailing, ISBN 0-229-98652-8
- [Marc-03] Marchaj, C. A. (2003) Sail performance: techniques to maximize sail power, ISBN 0-07-141310-3
- [Nach-02] Werner Nachtigall (2002) Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer Berlin Heidelberg New York ISBN 3-540-43660
- [Rech-73] Rechenberg,-I.: Evolutionsstrategie. Stuttgart-Bad Cannstatt: Friedrich Frommann Verlag 1973.
- [Rech-85] DE3330899 (A1) 1985-03-14. Arrangement for increasing the speed of a gas or liquid flow.

Transactions in Bionic Patents. Vol. 007

Wirbelspuleneffekt nutzendes Rigg für Segelsurfbretter

[www-11] <http://www.bionik.tuberlin.de/institut/s2foshow/show>.

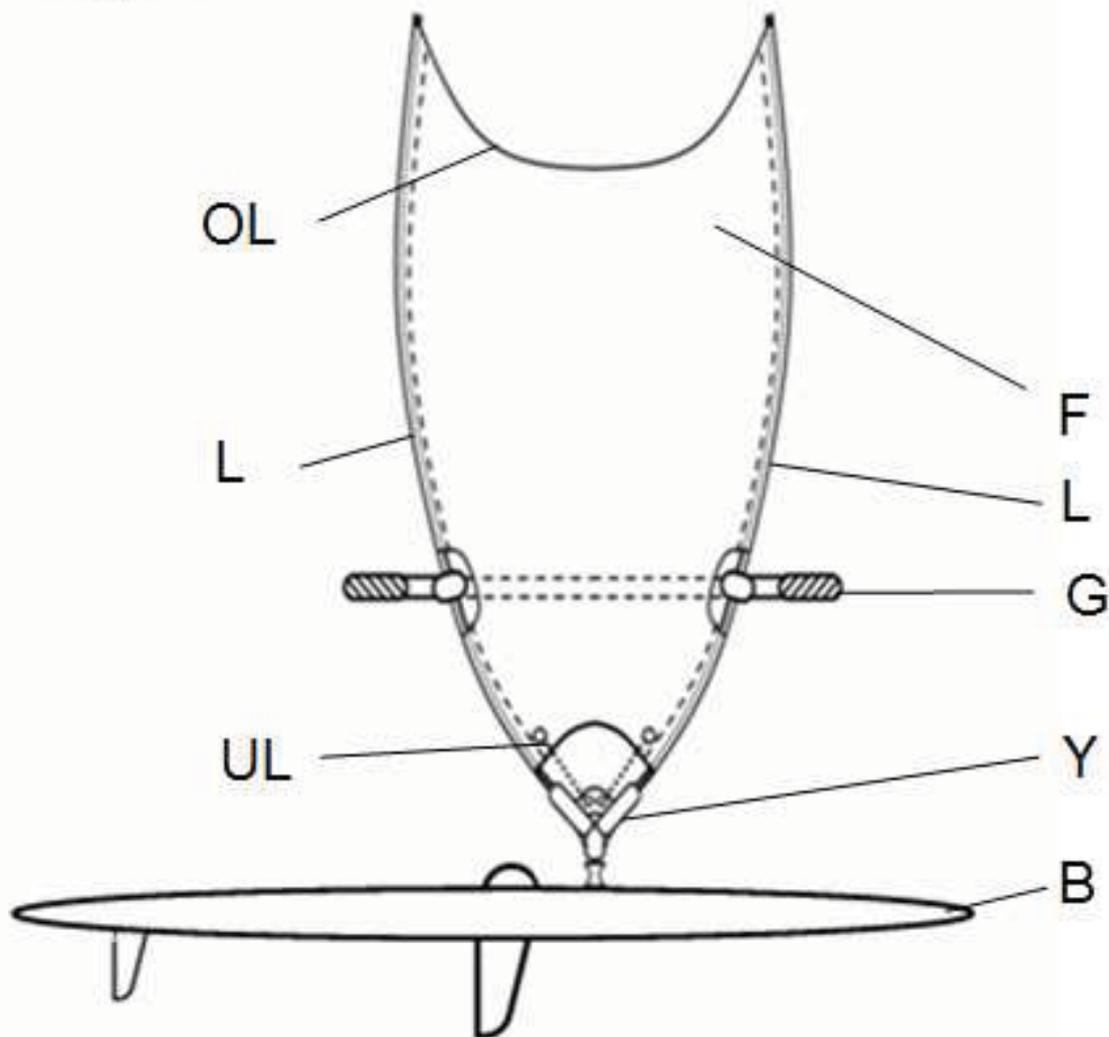
(Aufruf 01072013)

[www-12] <http://www.bionik.tuberlin.de/institut/xs2foshow/list.html>

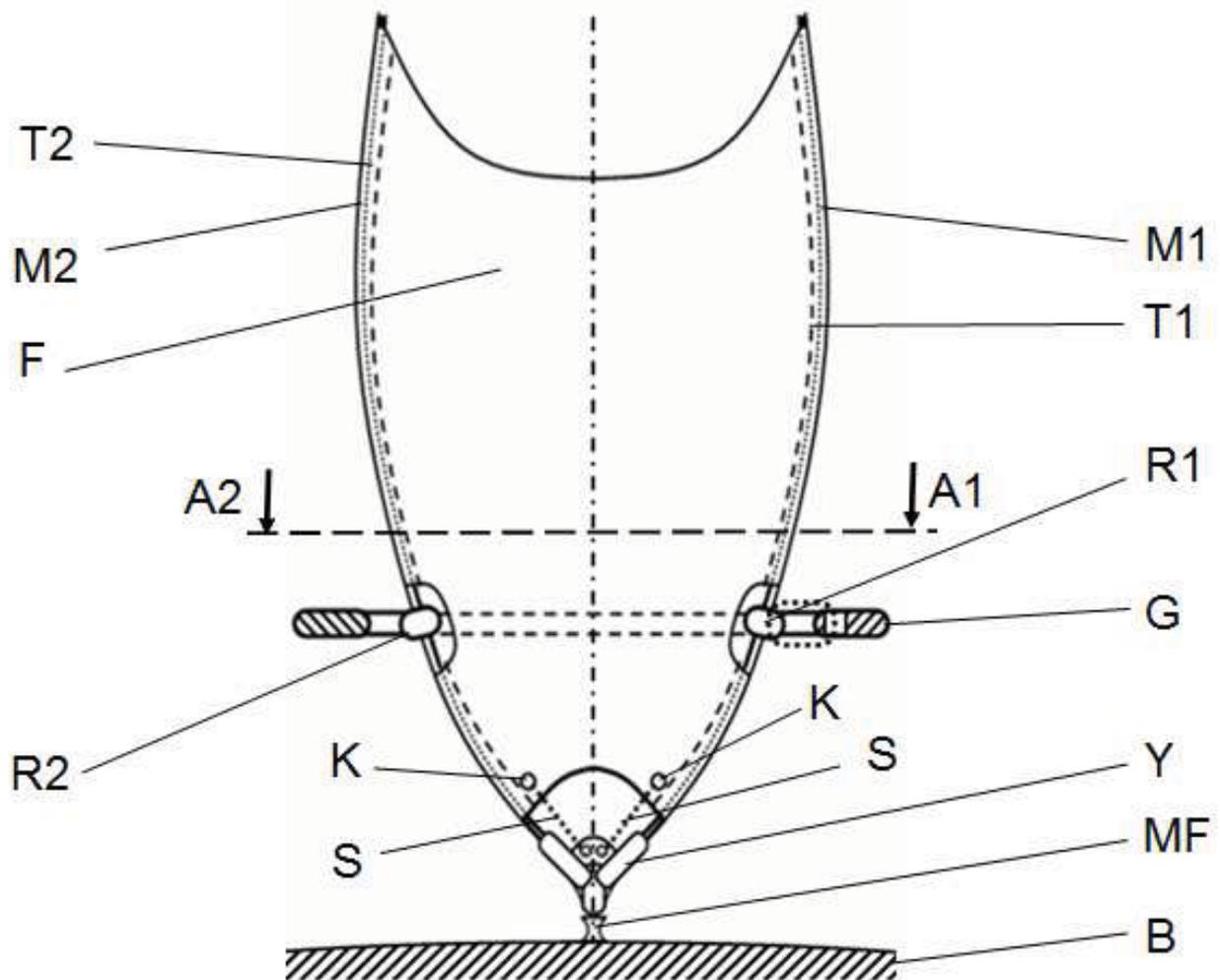
(Aufruf 01072013)

[www-13] <http://www.bionik.tu-berlin.de/> (Aufruf 01072013)

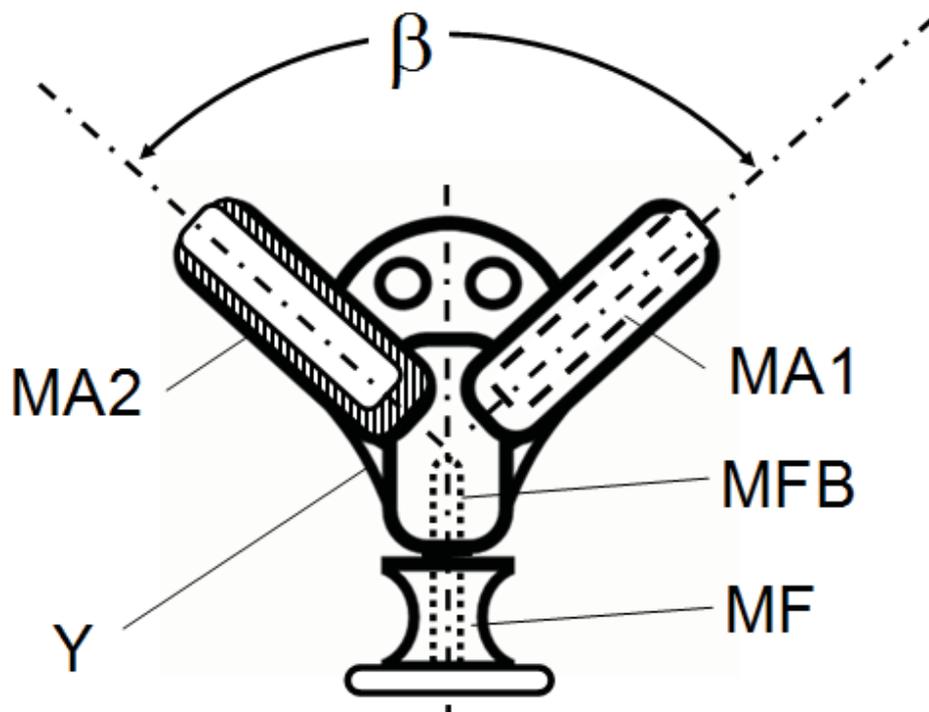
Figur 1



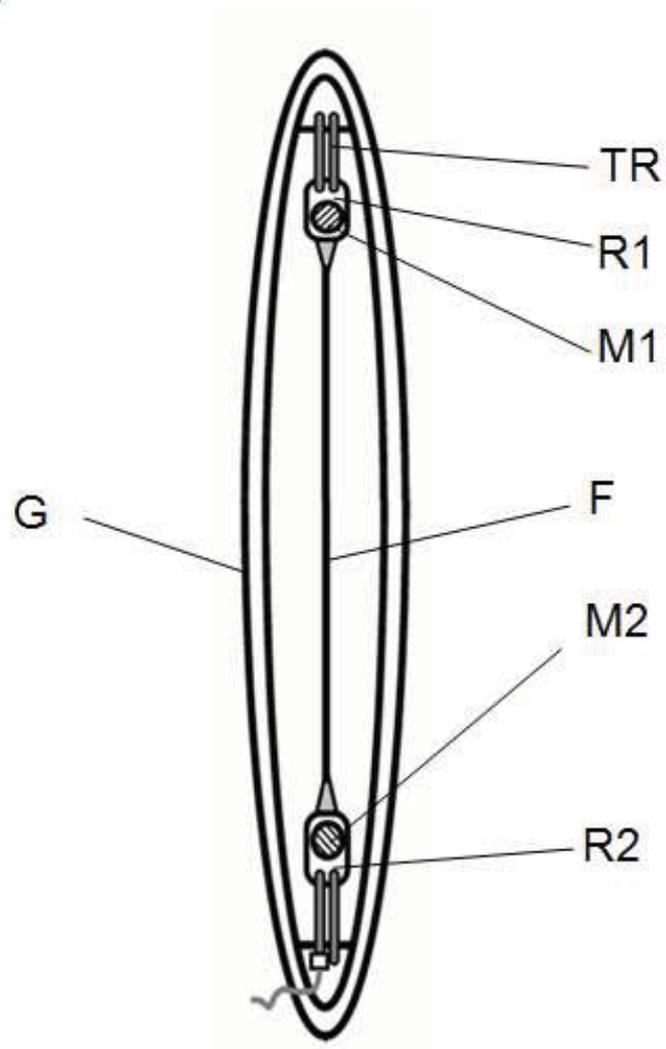
Figur 2



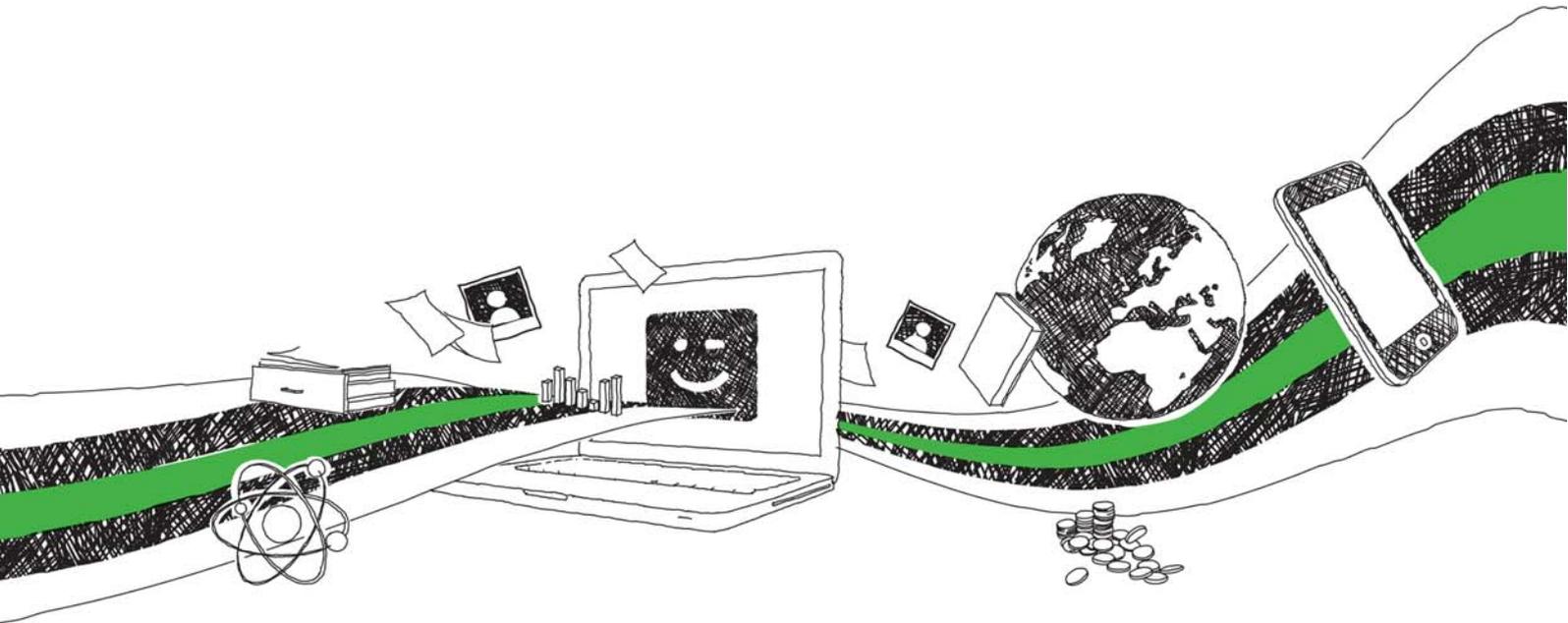
Figur 3



Figur 4



BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren

