

(19)



(11)

EP 2 887 005 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2015 Patentblatt 2015/26

(51) Int Cl.:
F42B 15/04^(2006.01) F42B 15/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14004051.0**

(22) Anmeldetag: **02.12.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Bohacek, Radomir**
DE - 88662 Überlingen (DE)
• **Albert, Elmar**
DE - 73272 Neidlingen (DE)

(30) Priorität: **20.12.2013 DE 102013021645**
04.03.2014 DE 102014003202

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co. Kg**
88662 Überlingen (DE)

(54) Spulensystem für ein Fahrzeug

(57) Die Erfindung geht aus von einem Spulensystem (26a, 26b, 26c) für ein Fahrzeug (2), insbesondere für einen Lenkflugkörper, umfassend eine Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) mit zumindest einer Spindel (34a, 34b, 34c) und zumindest einem Wickelpaket (36a, 36b, 36c), die für einen Abzug bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs (2) vorbereitet ist, eine Luftspule (28a, 28b, 28c) mit zumindest einer Spindel (32a, 32b, 32c) und zumindest einem Wickelpaket (38a, 38b, 38c), die für einen nachfolgenden Abzug in der Luft bis zu einem Ziel

(14) und für einen Verbleib am Fahrzeug (2) bis dahin vorbereitet ist, und einen auf beiden Spulen (28a, 28b, 28c, 30a, 30b, 30c) aufgewickelten, durchgehenden Datenleiter (4).

Um ein Verheddern des Datenleiters (4) am Übergang zwischen einem Unterwasserabschnitt (40) und einem Luftabschnitt (44) des Datenleiters (4) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass die Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) abwurfest an der Luftspule (28a, 28b, 28c) befestigt ist.

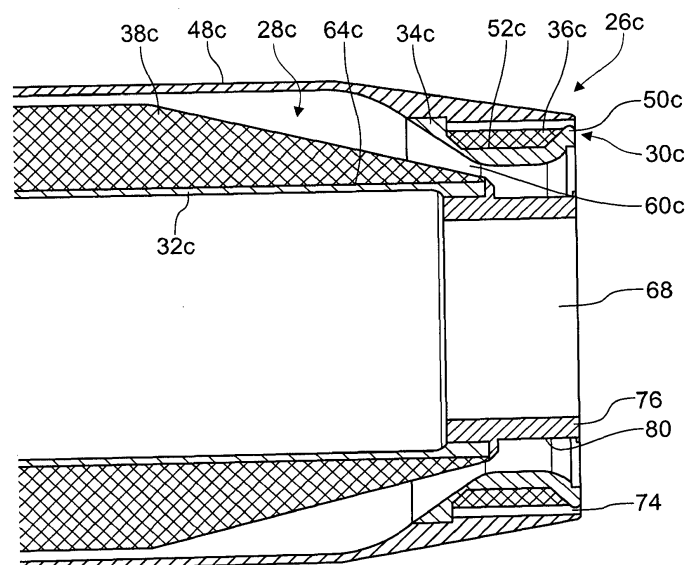


Fig. 6

EP 2 887 005 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Spulensystem für ein Fahrzeug, insbesondere für einen Lenkflugkörper, umfassend eine Unterwasserspule, die für einen Abzug bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs vorbereitet ist, eine Luftspule, die für einen nachfolgenden Abzug in der Luft bis zu einem Ziel und für einen Verbleib am Fahrzeug bis dahin vorbereitet ist, und einen auf beiden Spulen aufgewickelten, durchgehenden Datenleiter.

[0002] Bei zu einer Mission ausgeschickten Fahrzeugen kann es vorkommen, dass die Notwendigkeit besteht, dass das Fahrzeug während der gesamten Missionszeit mit einer Lenk- beziehungsweise Leitstelle verbunden bleiben muss, um Bild-, Zustands- oder Navigationsdaten austauschen zu können. Dies kann durch einen Datenleiter realisiert werden, der als Daten- oder Signalübertragungsleitung für die Übertragung von Signalen vorbereitet ist. Wegen der hohen Übertragungsbandbreite und gleichzeitig geringer Signaldämpfung werden solche Datenleiter üblicherweise als Lichtwellenleiter ausgeführt. Der Datenleiter ist in einer Spule aufgewickelt und mit einer Spindel verbunden, die das Wickelpaket trägt. Während der Fahrt oder während des Flugs des Fahrzeugs wird der Datenleiter von der Spule abgewickelt, sodass die Datenverbindung zwischen einer Sende- beziehungsweise Empfangsstation der Leitstelle und dem bewegten Fahrzeug erhalten bleibt. Hierbei ist die abwickelnde Spule üblicherweise am oder im Fahrzeug angeordnet, damit der abgewickelte Datenleiter möglichst stationär im Luft- oder Wasserraum verbleiben kann.

[0003] Aus der DE 10 2004 024 858 A1 ist ein solches Spulensystem bekannt. Das Fahrzeug ist ein Lenkflugkörper, das einen ersten Teil seiner Mission unter Wasser und einen zweiten Teil seiner Mission in der Luft verbringt. Entsprechend umfasst das Spulensystem eine Unterwasserspule, die am Lenkflugkörper während der Unterwasserfahrt verbunden bleibt und den Datenleiter abwickelt. Nach dem Auftauchen des Lenkflugkörpers aus dem Wasser wird die Unterwasserspule mit einer Boje abgeworfen und der Datenleiter wird von einer Luftspule abgewickelt, der während des Luftflugs am Lenkflugkörper verbleibt. Die den Übergang zwischen einem Unterwasserdatenleiter und einem Überwasserdatenleiter bildende Boje sinkt an einem Fallschirm auf die Wasseroberfläche, während der Lenkflugkörper auf sein Ziel zufliegt.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Spulensystem hinsichtlich seiner Handhabbarkeit zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch Spulensystem gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst, bei dem die Unterwasserspule erfindungsgemäß abwurfest an der Luftspule befestigt ist.

[0006] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass der Abwurf der Unterwasserspule an der Boje problembehaftet ist. So sollte der Datenleiter auch während

des Sinkflugs der Boje zum Flugkörper hin abgewickelt werden, um den Sinkflug auszugleichen. Dies führt nicht selten zu einem Verheddern im Fallschirm oder der Boje und damit einem Knicken des Datenleiters, sodass die Signalübertragung gestört oder sogar unterbrochen ist. Hat die Boje die Wasseroberfläche erreicht, so sinkt der in der Luft abgewickelte Datenleiter auf die Boje an der Wasseroberfläche herab, verheddert sich an der Boje und wird durch Wellengang ebenfalls geknickt oder gerissen. Gleiche oder ähnliche Probleme treten auf, wenn versucht wird, die Boje unterhalb der Wasseroberfläche zu halten, um deren Entdeckung zu erschweren.

[0007] Durch die abwurfeste Anordnung der Unterwasserspule an der Luftspule werden diese Probleme umgangen. Beide Spulen verbleiben am Fahrzeug und auf eine Boje kann verzichtet werden. Der Datenleiter wird zunächst von der Unterwasserspule und dann von der Luftspule abgewickelt, wobei der Leitungsübergang vom Wickelpaket der Unterwasserspule zum Wickelpaket der Luftspule zweckmäßigerweise kanisterfrei beziehungsweise bojenfrei ausgeführt ist. Ein Verheddern in der Boje oder einer abgetrennten Unterwasserspule kann verhindert werden.

[0008] Das Fahrzeug ist dazu vorbereitet, sowohl im Wasser als auch in der Luft fahren zu können, wobei unter Fahren auch Fliegen und/oder Tauchen verstanden werden kann. Das Fahrzeug kann ein bemannter oder unbemannter Flugkörper sein und ist zweckmäßigerweise mit einem Unterwasserantrieb und/oder einem Luftantrieb versehen oder einem Antrieb, der sowohl unter als auch über Wasser das Fahrzeug antreibt, beispielsweise einem Raketenantrieb.

[0009] Die Luftspule und die Unterwasserspule sind zwei Spulen mit jeweils zumindest einem eigenen Wickelpaket, die vorzugsweise voneinander beabstandet sind. Die Wickelpakete sind vorzugsweise so ausgeführt, dass bei einem Abzug zunächst das Wickelpaket der Unterwasserspule - insbesondere vollständig - abgewickelt wird und danach das Wickelpaket der Luftspule - insbesondere vollständig - abgewickelt wird - wenn die Abwicklung des Spulensystems vollständig erfolgt.

[0010] Die Unterwasserspule ist für einen Abzug bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs vorbereitet, insbesondere bei einem von einem Raketenantriebwerk angetriebenen Unterwasserflug. Eine solche Vorbereitung beinhaltet, dass die Abwicklung von der Unterwasserspule, also der Abzug der Unterwasserspule, bei dieser Geschwindigkeit ohne ein Knicken des Datenleiters - und damit ohne Datenverlust bei üblicher Signalübertragung - und erst recht ohne einen Abriss des Datenleiters vorstatten geht, sodass die Signalübertragung fehlerfrei aufrechterhalten werden kann.

[0011] Die Luftspule ist für einen Abzug in der Luft bis zu einem Ziel vorbereitet. Sie ist also beim Abzug in der Luft angeordnet, fest an einem Bauteil des Fahrzeugs befestigt. Ist das Fahrzeug ein Lenkflugkörper, so sollte der Abzug bis zu einer für den Lenkflugkörper typischen Höchstgeschwindigkeit reibungslos und zuverlässig

vonstatten gehen, also beispielsweise bis zu einer Geschwindigkeit von 250 m/s. Die Länge des Datenleiters sollte hierbei zumindest fünf Kilometer, insbesondere zumindest 20 Kilometer betragen.

[0012] Die Unterwasserspule ist abwurfest an der Luftspule befestigt. Dies beinhaltet, dass ein Lösen der Unterwasserspule von der Luftspule im regulären Betrieb nicht vorgesehen ist und im fehlerfreien Betrieb auch nicht möglich ist. Die Unterwasserspule ist hierbei zweckmäßigerweise so an der Luftspule fixiert, dass sie nur am Boden und insbesondere nur mit Werkzeug von der Luftspule getrennt werden kann. Ein Abwurfmechanismus für einen automatisierten oder manuellen Abwurf ist nicht vorhanden. Die Unterwasserspule wird also bei der Fahrt des Fahrzeugs, insbesondere bei dem Flug des Lenkflugkörpers, bis zum Ziel mitgeführt. Oder anders ausgedrückt: Die Unterwasserspule bleibt auch dann an der Luftspule befestigt, wenn die Luftspule bereits im Flug abgewickelt wird, insbesondere zumindest zur Hälfte bereits abgewickelt ist.

[0013] Die Unterwasserspule ist zweckmäßigerweise zumindest teilweise hinter der Luftspule befestigt. Eine solche Anordnung ist günstig, da der Datenleiter zweckmäßigerweise generell zuerst von der Unterwasserspule und erst dann von der Luftspule abgewickelt wird, während das Fahrzeug seine Mission erfüllt. Die Richtung bezieht sich hierbei auf die Fahrtrichtung des Fahrzeugs beziehungsweise dessen Konstruktion, sodass das Heck hinter der Spitze des Fahrzeugs angeordnet ist.

[0014] Eine Spule besteht zumindest aus einer Spindel und zumindest einem Wickelpaket und kann optional ein Gehäuse aufweisen, das das Wickelpaket nach außen zumindest teilweise abschirmt. Das Wickelpaket beinhaltet den aufgewickelten Datenleiter in einer Vielzahl von Windungen. Die Spindel kann eine Außenabzugsspindel oder eine Innenabzugsspindel sein, wobei das Wickelpaket bei einer Außenabzugsspindel radial außerhalb der Spindel angeordnet ist, der Datenleiter also auf die Spindel aufgewickelt ist, und das Wickelpaket bei einer Innenabzugsspindel radial innerhalb der Spindel angeordnet ist. Hierbei wird der Datenleiter in der Regel zunächst als Wickelpaket gewickelt und dieses wird dann in die Innenabzugsspindel eingesetzt, die das Wickelpaket radial außerhalb umgibt und somit auch eine Gehäusfunktion erfüllen kann. Innenabzugsspindel und Außenabzugsspindel werden im Folgenden vereinfacht auch als Innenspindel und Außenspindel bezeichnet.

[0015] Der Datenleiter umfasst zweckmäßigerweise einen Datenleitungskörper, insbesondere einen Lichtleitungskörper, wie einen Glaskörper. Der Datenleitungskörper kann von einem Abschirmkörper umgeben sein, beispielsweise ein weiterer Glaskörper mit einem anderen Brechungsindex, sodass eine reflektierende Ebene entsteht, innerhalb derer die datentragende Strahlung verbleibt. Bei einem elektrischen Signal ist auch ein metallischer Abschirmkörper möglich. Der Datenleiter umfasst außerdem zweckmäßigerweise eine nach außen schützende Hülle, beispielsweise in Form eines Kunst-

stoffüberzugs, einer Textilummantelung oder einer Ummantelung mit faserförmigem Gewebe. Innerhalb der Hülle kann ein Stabilisationselement angeordnet sein, beispielsweise ein stabiler Faden, das den Datenleiter hinsichtlich seiner Reißfestigkeit verbessert.

[0016] Der Datenleiter ist ein durchgehender Leiter, er geht also vom Anfang der Unterwasserspule bis zum Ende der Luftspule durch, ohne in eine Empfangsstation, wie einen Verstärker oder ein anderes elektronisches Bauteil, zu münden. Er kann hierbei einen Spleiß haben, z.B. zwischen den Wickelpaketen der beiden Spulen, also eine Verbindungsstelle, an der zwei zuvor getrennte Datenleiter Teile signalübertragungsfähig miteinander verbunden sind. Zweckmäßigerweise geht der Datenleiter jedoch spleißlos von einem Wickelpaket in das andere über, insbesondere ist der Datenleiter vom Beginn der Unterwasserspule bis zum Ende der Luftspule spleißlos ausgeführt, sodass also auch die Wickelpakete spleißlos sind.

[0017] Der Datenleiter kann in einen Unterwasserleiter und einen Luftleiter aufgeteilt sein, wobei der Unterwasserleiter zweckmäßigerweise dicker ausgeführt, beispielsweise dicker ummantelt, ist. Hierdurch kann einem größeren Abzugswiderstand unter Wasser Rechnung getragen werden. Eine strikte Trennung der Leiterarten auf die Wickelpakete ist jedoch nicht zwingend notwendig, sodass beispielsweise der dickere Unterwasserdatenleiter noch bis in das Wickelpaket der Luftspule eingeführt werden kann und beispielsweise noch mehrere Lagen der Luftspule bilden kann. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Möglichkeit besteht, dass der Datenleiter auch noch während einer Unterwasserfahrt von der Luftspule abgewickelt wird und hierdurch einem erhöhten Reibungs- beziehungsweise Abzugswiderstand ausgesetzt ist.

[0018] Die beiden Spulen können ein System bilden, bei dem beispielsweise die Spindeln der beiden Spulen unmittelbar aneinander angrenzen und zum Beispiel nur durch einen Absatz voneinander getrennt sind. Auch eine gemeinsame, einstückige Spindel für beide Spulen ist möglich. Generell ist die Unterwasserspindel zweckmäßigerweise mit dem Gehäuse beziehungsweise der Spindel der Luftspule verschraubt oder verschweißt, sodass ein fester Zusammenhalt gewährleistet ist.

[0019] Beide Spulen können einen inneren Hohlraum bilden, durch den ein Triebwerksstrahl während des Flugs des Lenkflugkörpers geführt ist. Insbesondere bei der Ausführung der Unterwasserspindel als Außenspindel kann eine Triebwerksstrahlführung übergangslos durch die beiden Spindeln geführt sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Spindel der Unterwasserspule an einem Gehäuse der Luftspule befestigt ist. Die Unterwasserspindel kann hierbei Innenspindel oder Außenspindel sein, je nach Bauart der Unterwasserspule.

[0020] Die Unterwasserspule kann aus einem Gehäuse der Luftspule herausragen und insbesondere auch aus einem Gehäuse des Lenkflugkörpers herausragen. Es ist jedoch auch möglich, dass ein Gehäuse der

Luftspule auch die Unterwasserspule gehäuseartig zumindest teilweise umgibt und somit schützt. Das Gehäuse muss hierbei nicht einstückig ausgeführt sein, wobei jedoch eine Außenfläche des Gehäuses zweckmäßigerweise auch eine Außenfläche des Fahrzeugs beziehungsweise des Lenkflugkörpers bildet.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Unterwasserspule eine Innenabzugsspule. Mit dieser Ausgestaltung kann einem Verheddern bei der Abwicklung der Unterwasserspule unter Wasser, also bei einem Unterwasserabzug, entgegengewirkt werden. Dieser Aspekt der Erfindung geht von der Überlegung aus, dass bei einem Luftabzug und auch bei einem Unterwasserabzug immer die Gefahr eines Mehrfachabzugs besteht, also des gleichzeitigen Abziehens von mehreren Windungen, sodass ein freies Leitungsknäuel entsteht. Dies führt leicht zu einem Abknicken des Leiters. Um bei einer Außenspule einen Mehrfachabzug zu verhindern, ist das Wickelpaket zweckmäßigerweise nach hinten, also zur Abzugsrichtung hin, verjüngt ausgestaltet, sodass eine scharfe Wicklungskante nach hinten hin möglichst vermieden wird. Bei einem Luftabzug ist diese Formgebung ausreichend, denn mit hoher Geschwindigkeit tritt der Effekt auf, dass der sich abwickelnde Datenleiter durch die hohe Abwicklungsgeschwindigkeit und die damit verbundene hohe Fliehkraft beim rotierenden Abwickeln nach außen geschleudert wird und sich somit von den darunter liegenden Lagen abhebt. Hierdurch wird in der Luft einem Mehrfachabzug entgegengewirkt. Bei einem Abwickeln unter Wasser hat sich jedoch gezeigt, dass diese Fliehkraftwirkung nicht ausreichend ist, um den Datenleiter genügend von den darunter liegenden Wicklungslagen abzuheben. Ein nach hinten gezogener Datenleiter wird daher leicht mit einem zu geringen Radius abgewickelt, sodass er darunter liegende Lagen mit abzieht. Außerdem führen geringe Radien dazu, dass die Signalübertragung behindert oder verhindert wird. Diesen Problemen kann mit einem Innenabzug entgegengewirkt werden. Ein nach radial innen abgezogener Datenleiter hat die viel größere Tendenz, sich von den darunter liegenden beziehungsweise radial außerhalb liegenden Windungslagen abzuheben. Der Abzugswiderstand ist geringer und dadurch auch der engste Radius des Datenleiters an der Stelle des momentanen Ablösens des Datenleiters vom Wickelpaket nach innen. Durch die Innenabzugsspule kann somit ein störungsfreier Datenübertragungsbetrieb leichter gewährleistet werden.

[0022] Vorteilhafterweise ist ein Innendurchmesser einer Ausgabeöffnung der Unterwasserspule größer als ein Außendurchmesser einer Ausgabeöffnung der Luftspule nach hinten. Hierdurch kann einerseits ein größeres Paketvolumen des Wickelpakets und damit bei langer Leitung auch eine axial kürzere Unterwasserwicklung erreicht werden. Außerdem kann der Datenleiter - je nach Konstruktion des Fahrzeugs - radial leichter von einem inneren Triebwerksstrahl beabstandet werden. Die Ausgabeöffnung der Luftspule nach hinten ist hierbei

diejenige Öffnung, durch die der Datenleiter bei einem Abwickeln von der Luftspule nach hinten und aus dem Gehäuse der Luftspule heraus geführt wird.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass ein Leiterübergang in Form eines Übergangsabschnittes von einem Wickelpaket der Unterwasserspule zu einem Wickelpaket der Luftspule auf dem Wickelpaket der Luftspule fixiert ist. Die Fixierung kann beispielsweise durch eine Verklebung oder eine Fixierung mithilfe eines Fadens geschehen. Im Fall einer Verklebung ist eine andere, insbesondere festere Verklebung sinnvoll, als eine solche, mit der die Windungen der Luftspule aneinander verklebt sind. Mit diesem Aspekt der Erfindung kann folgendes Problem gelöst werden: Bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs wird auch die Luftspule geflutet, da ein Gehäuse der Luftspule nach hinten offen sein muss, um einen Abzug zu ermöglichen. Um eine Flutung von hinten nach vorne zu vermeiden besteht die Möglichkeit, ein Gehäuse der Luftspule mit vorderen Öffnungen zu versehen, durch die das Wasser vorne einströmen und nach hinten fließen kann. Versuche haben gezeigt, dass das nach hinten aus der Luftspule wieder herausströmende Wasser an dem Leiterübergang bzw. dem Übergangsabschnitt zerrt. Dieser ist für das vorbeiströmende Wasser deshalb besonders exponiert, weil er von der Luftspule abgehoben werden muss, um zur Unterwasserspule geführt zu werden. Insofern greifen an diesem Leiterübergang größere Kräfte durch das vorbeiströmende Wasser an, als an den übrigen Windungen der Luftspule. Löst sich nun dieser Leiterübergang ungewollterweise von der Luftspule oder auch von der Unterwasserspule, so kann schnell ein Leitungsknäuel unkontrolliert im Bereich der ein oder anderen Spule entstehen. Dieses Knäuel stört das Abwickeln des Datenleiters, so dass sich der Datenleiter verheddert. Wird nun dieser Leiterübergang auf der Luftspule verklebt, so kann einem Ablösen durch vorbeiströmendes Wasser entgegengewirkt werden. Vorteilhafterweise wird zum Verkleben ein Kleber verwendet, der sich bei einer höheren Ablösegeschwindigkeit leichter löst als bei einer niedrigeren Ablösegeschwindigkeit. Unter leichter ist hierbei eine Kraft zu verstehen, mit der der Leiterübergang von den darunter liegenden Windungen der Luftspule abgelöst werden kann.

[0024] Weiter ist es vorteilhaft, wenn ein Leiterübergang von einem Wickelpaket der Unterwasserspule zu einem Wickelpaket der Luftspule zumindest teilweise quer zu den Windungen des Wickelpakets der Luftspule geführt ist. Hierdurch bietet der Leiterübergang dem vorbeiströmenden Wasser einen geringeren Widerstand, sodass sich der Leiterübergang leichter fixieren lässt. Unter quer ist hierbei ein Winkel von zumindest 70°, insbesondere ein rechter Winkel zu den Windungen des Wickelpakets der Luftspule, zu verstehen. Zwar kann es sein, dass der Leiterübergang an solchen Stellen, die nicht quer über den Windungen verlaufen, immer noch einen relativ hohen Angriffswiderstand für das vorbeiströmende Wasser bieten. Durch die quere Verlegung

kann jedoch über eine verhältnismäßig große Strecke eine feste Fixierung des Leiterübergangs auf der Luftspule gewährleistet werden, sodass einem unbeabsichtigten Ablösen durch das vorbeiströmende Wasser entgegen gewirkt wird.

[0025] Das Abziehen des Datenleiters von einer Spule unter Wasser ist mit einer hohen Reibung und dadurch mit der Gefahr des Verknickens des Datenleiters verbunden. Auch wenn diese Gefahr mit einer Innenspule verringert werden kann, kann es vorteilhaft sein, als Unterwasserspule eine Außenabzugsspule zu verwenden. Geeignete Maßnahmen können das Verknicken oder einen unerwünschten Mehrfachabzug verhindern, wie beispielsweise ein langsames Abziehen, eine an die Abzugsgeschwindigkeit gut angepasste Verklebung der Windungen eines Wickelpakets untereinander und/oder eine konisch nach hinten zulaufende Spindelgeometrie, wodurch das Abheben des Datenleiters von den darunter liegenden Windungen eines Wickelpakets erleichtert wird.

[0026] Insbesondere bei einer Unterwasserspule, die als Außenabzugsspule gestaltet ist, ist es vorteilhaft, wenn ein Wicklungsboden der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule radial innerhalb eines Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel der Luftspule liegt. Beim Abzug der Luftspule kann der Datenleiter in einfacher Weise radial außerhalb der Unterwasserspindel und zweckmäßigerweise berührungsfrei von ihr geführt werden, sodass eine Beschädigung des Datenleiters auch bei sehr hohen Abzugsgeschwindigkeiten vermieden wird.

[0027] Weiter ist es vorteilhaft, wenn ein Durchmesser einer Ablösehilfe beziehungsweise eines Lenkmittels der Unterwasserspule kleiner ist als ein Durchmesser der innersten Lage des zumindest einen Wickelpakets der Luftspule. Hierdurch kann der Datenleiter der Unterwasserspule anstoßfrei von der Luftspule abgewickelt werden. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Durchmesser der radial äußersten Lage des zumindest einen Wickelpakets der Unterwasserspule kleiner ist als der Durchmesser der innersten Lage des zumindest einen Wickelpakets der Luftspule. Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung kann ein Lenkmittel zum Lenken des von der Unterwasserspule abgezogenen Datenleiters von den darunter liegenden Wicklungen weg radial nach außen über die äußerste Lage eines Wickelpakets der Unterwasserspule herausragen, ohne den Luftabzug zu stören. Der Datenleiter kann von der Luftspule auch in diesem Fall anstoßfrei abgewickelt werden.

[0028] Um einen Mehrfachabzug der Unterwasserspule, also ein Abziehen von mehreren Windungen des zumindest einen Wickelpakets der Unterwasserspule gleichzeitig zu verhindern und außerdem einem Verknicken des Datenleiters entgegenzuwirken, ist es vorteilhaft, wenn die Unterwasserspule ein Lenkmittel aufweist, das den sich abziehenden Datenleiter nach radial außen von beispielsweise der darunter liegenden Lage von Windungen des Wickelpakets oder dem Wicklungsboden ab-

hebt. Ein ähnlicher Effekt kann zwar auch durch ein konisches Auslaufen des Wickelpakets nach hinten erreicht werden, diese Ausführung hat jedoch den Nachteil, dass sie axial länger baut. Durch das Lenkmittel kann also eine kompakte axiale Bauform der Unterwasserspule mit einem zuverlässigen Unterwasserabzug verbunden werden.

[0029] Als Lenkmittel sind solche Mittel geeignet, die dafür sorgen, dass der Datenleiter an der Stelle, an der er sich von einem Wickelpaket löst, zumindest ein Stück weit nach radial außen abgehoben wird. Besonders einfach ist eine Ausgestaltung des Lenkmittels derart, dass es ein hinterer, radial abstehender Kragen ist. Dieser kann beispielsweise direkt vom Wicklungsboden der zumindest einen Spindel abstehen oder von einem anderen Element der Unterwasserspule oder einer anderen Einheit. Der Kragen kann eine hintere, tangential umlaufende und nach radial auswärts gerichtete Ausformung sein und beispielsweise Teil der Unterwasserspule sein. Möglich ist beispielsweise ein Flansch in der Art des Stahlbaus. Zweckmäßigerweise ragt das Lenkmittel radial über die äußerste Windung des zumindest einen Wickelpakets der Unterwasserspule hinaus.

[0030] Um eine Störung des Luftabzugs von der Luftspule zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn das Lenkmittel vollständig radial innerhalb eines Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel der Luftspule liegt, also radial nirgendwo über den Wicklungsboden der Luftspule hinausragt. Die axiale Lage ist hiervon unabhängig. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass auch dann, wenn der Datenleiter von der untersten Lage des zumindest einen Wickelpakets der Luftspule abgezogen wird, eine Berührung mit dem Lenkmittel bei einem Luftabzug verhindert und somit eine störungsfreie Signalübertragung durch den Datenleiter erhalten bleibt.

[0031] Um einem Abknicken des Datenleiters bei einem Unterwasserabzug entgegenzuwirken ist es außerdem vorteilhaft, wenn das Lenkmittel zum Wickelpaket der Unterwasserspule hin abgeschrägt ist. Zweckmäßigerweise ist die Schräge so ausgeführt, dass sie einen Winkel zum Wicklungsboden der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule größer 120° bildet oder anders gesagt, ein Winkel zwischen Radialrichtung und Abschrägung von größer 30° gebildet wird. Die Abschrägung reicht zweckmäßigerweise bis an den Wicklungsboden heran, wobei ein kleiner Absatz in der Höhe von maximal zwei Wicklungslagen hierbei unschädlich ist. Die Abschrägung kann eine Kegelfläche sein, die zweckmäßigerweise nach radial außen im Profil abgerundet ist. Der Datenleiter kann an der Abschrägung und der Abrundung entlang schleifen, ohne mit einem zu geringen Radius gebogen beziehungsweise geknickt zu werden.

[0032] Während der Unterwasserfahrt des Fahrzeugs werden beide Spulen in der Regel nass, da auch sie in das Wasser eintauchen. Je nach Ausführung des Datenleiters saugt sich die Hülle des Datenleiters, beispielsweise bei einer Textilumwicklung oder Umwicklung mit

faserförmigem Gewebe, mit Wasser voll. Dies kann dazu führen, dass sich die Dicke des Datenleiters vergrößert und somit ein Wickelpaket einer Spule einen gewissen Druck aufbaut. Während die Windungen einem solchen Druck ohne weiteres widerstehen, kann der Druck für einen Übergangsteil bzw. einen Übergangsabschnitt des Datenleiters von einem Wickelpaket der Unterwasserspule zu einem Wickelpaket der Luftspule problematisch sein.

[0033] Um einer unerwünschten Beanspruchung des Datenleiters entgegenzuwirken, ist es vorteilhaft, wenn der Übergang des Datenleiters von einem Wickelpaket der Unterwasserspule zu einem Wickelpaket der Luftspule in eine Verlegenut eingelegt ist. Im empfindlichen Übergangsbereich bzw. Übergangsabschnitt kann der Datenleiter durch die Verlegenut geschützt und vor einem Knicken bewahrt werden. Die Verlegenut kann in der Unterwasserspule eingearbeitet sein, beispielsweise in einem vorderen oder hinteren Flansch der Unterwasserspule. Zweckmäßigerweise ist die Verlegenut dort angebracht, wo das Wickelpaket der Unterwasserspule an eine axiale Begrenzungsfläche, beispielsweise einen Flansch, angrenzt. Vorteilhafterweise ist die Verlegenut bis zum radial oberen Ende der Begrenzungsfläche, beispielsweise des Flanschs, geführt. Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Verlegenut bis an den Wickelboden reicht, sodass der Datenleiter von der untersten Lage direkt in die Verlegenut eingeführt werden kann.

[0034] Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Richtung der Verlegenut eine tangentielle Komponente aufweist, um einen glatten Richtungsübergang zur tangentialen Wickelrichtung des Datenleiters auf dem Wickelboden zu ermöglichen. Zweckmäßigerweise ist die Ausrichtung der Verlegenut um maximal 30°, insbesondere maximal 15°, zur Ausrichtung des Wickelbodens an dem Ort geneigt, an dem die Verlegenut den Wickelboden erreicht. Hierbei kann die Verlegenut vorteilhafterweise zumindest im Wesentlichen geradlinig oder gekrümmt ausgeführt sein.

[0035] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Unterwasserspule so relativ zur Luftspule angeordnet ist, dass der Datenleiter bei einem regulären Abzug von der Luftspule radial innerhalb einer als Außenspindel ausgeführten Spindel der Unterwasserspule und durch diese hindurch abgezogen wird. Die Unterwasserspule bildet also eine innere Öffnung, durch die der Datenleiter geführt wird. Eine solche Anordnung hat den Vorteil, dass ein Wickelpaket der Unterwasserspule radial relativ groß und damit axial kompakt ausgeführt werden kann und außerdem ein relativ großer radialer Abstand des abgewickelten Datenleiters von einem Triebwerksstrahl hergestellt werden kann.

[0036] Weiter ist es vorteilhaft, wenn das zumindest eine Wickelpaket der Unterwasserspule teilweise hinter dem zumindest einen Wickelpaket der Luftspule angeordnet ist. Durch eine axiale Überlappung der beiden Wickelpakete kann eine axial kompakte Anordnung im System erreicht werden, sodass das Fahrzeug beziehungs-

weise der Lenkflugkörper axial kompakt gestaltet werden kann.

[0037] Zweckmäßigerweise liegt der Wicklungsboden der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule radial außerhalb des Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel der Luftspule, der Umfang des Wicklungsbodens der Unterwasserspule ist also größer als der Umfang des Wicklungsbodens der Luftspule. Der Wicklungsboden der Unterwasserspule kann hier ganz oder teilweise hinter dem Wicklungsboden der Luftspule angeordnet sein.

[0038] Eine kompakte und mechanisch stabile Bauform des Spulsystems kann erreicht werden, wenn die zumindest eine Spindel der Unterwasserspule an einem Gehäuse der Luftspule befestigt ist. Ein Haltekraftfluss zwischen den Spulen verläuft also durch das Gehäuse. Hierbei kann zwischen der Luftspule und der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule ein Luftraum sein, durch den der von der Luftspule abgezogene Datenleiter hindurchgeführt ist. Ein solcher Abzugsluftraum trennt die beiden Spindeln der beiden Spulen.

[0039] Ebenfalls einer kompakten Bauform ist es förderlich, wenn die zumindest eine Spindel der Unterwasserspule einen Gehäuseabschnitt der Luftspule bildet. Dieser Gehäuseabschnitt ist zweckmäßigerweise nach hinten konisch zusammengeführt, sodass sich also der Innendurchmesser des Gehäuses nach innen verringert, die Spindel also einen Teil des sich nach hinten verjüngenden Gehäuses bildet. Die Spindel kann mehrschichtig ausgeführt sein, sodass das Material des Gehäuses ein anderes ist als das Material des Wicklungsbodens der Spindel der Unterwasserspule.

[0040] Vorteilhafterweise ist ein Übergangsabschnitt des Datenleiters vom zumindest einen Wickelpaket der Unterwasserspule zum zumindest einen Wickelpaket der Luftspule von der Unterwasserspule zunächst nach hinten und dann radial durch die zumindest eine Spindel der Unterwasserspule hindurch nach vorne geführt. Diese Anordnung ist zweckmäßigerweise auch dann gewahrt, wenn noch kein Stück Datenleiter von der Unterwasserspule, geschweige denn von der Luftspule, abgewickelt ist.

[0041] Ein großes Wickelpaketvolumen und damit ein langer Datenleiter in der Unterwasserspule kann erreicht werden, wenn der Wicklungsboden der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule radial weiter außen liegt als zumindest innere Teile des zumindest einen Wickelpakets der Luftspule.

[0042] Beim Abzug des Datenleiters von der Unterwasserspule und der Luftspule ist der Datenleiter wegen der hohen Abzugsgeschwindigkeiten einer großen Belastung ausgesetzt. Insbesondere beim Übergang des Abzugs von der Unterwasserspule zur Luftspule bildet der abgezogene Datenleiter Wellen, die zu einer Erhöhung der Belastung beitragen. Um solche Wellen gering zu halten, ist es vorteilhaft, wenn der Datenleiter in einem Übergangsbereich oder Übergangsabschnitt von einem Wickelpaket der Unterwasserspule zu einem Wickelpa-

ket der Luftspule in einer Vertiefung, die beispielsweise in Form einer Nut ausgeführt sein kann und im Folgenden als Verlegenut bezeichnet wird, geführt ist. Die Vertiefung beziehungsweise Verlegenut kann am hinteren Ende der Unterwasserspule angeordnet sein, beispielsweise in einem hinteren Lenkmittel der Unterwasserspule, das als Flansch oder allgemein als radiale Erhebung über dem Wicklungsboden ausgeführt sein kann. Die Verlegenut ist zweckmäßigerweise bis zu einem radial oberen Ende des Lenkmittels geführt und liegt auf der zum Wicklungspaket weisenden Seite des Lenkmittels.

[0043] Weiter ist es vorteilhaft, wenn die Verlegenut einen ersten zum Wicklungspaket weisenden Nutabschnitt und einen zweiten nach hinten weisenden Nutabschnitt aufweist. Beide Abschnitte können im Lenkmittel angeordnet sein. Der Datenleiter ist zweckmäßigerweise in beiden Abschnitten verlegt.

[0044] Eine besonders starke Abzugsbelastung des Datenleiters kann vermieden werden, wenn die Verlegenut ein Lenkmittel im hinteren Teil der Unterwasserspule im Bereich der größten radialen Ausdehnung des Lenkmittels wie in ein Tal durchsticht. Der aus der Verlegenut abgezogene Datenleiter bildet keine so große Welle, wie ohne die Verlegenut.

[0045] Um die Welle klein zu halten, sollte die Verlegenut tief in das Lenkmittel einschneiden. Vorteilhaft ist es, wenn die radiale Erhebung des Talgrunds maximal 30% der Erhebung des Lenkmittels über den Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel der Unterwasserspule über den Wicklungsboden hinausgeht. Der Talgrund kann jedoch auch radial tiefer liegen als der Spindelboden bzw. Wicklungsboden der Unterwasserspule.

[0046] Beim Abzug von der Unterwasserspule kann es sein, dass der Datenleiter über den Rand des Lenkmittels geschleift wird. Um Belastungen des Datenleiters gering zu halten, sollte der Rand entlang des Umfangs daher möglichst gleichmäßig verlaufen. Das kann erreicht werden, wenn ein kreisförmig verlaufender äußerer Rand des Lenkmittels durch die Verlegenut - aus Sicht von hinten nach vorne auf das Lenkmittel - radial maximal um 20% der Erhebung des Lenkmittels über den Spindelboden der Unterwasserspule eingekerbt ist, zweckmäßigerweise maximal 5 mm, insbesondere maximal 2 mm.

[0047] Eine Unstetigkeit im Verlauf des Datenleiters, wie ein Knick im Datenleiter, kann beim Abzug zu einer Welle und somit zu einer erhöhten Abzugsbelastung des Datenleiters führen. Um diese gering zu halten, ist es vorteilhaft, wenn der Grund der Verlegenut an seinem hinteren Ende in der Weise radial gekrümmt ist, dass der Datenleiter radial knickfrei in der Verlegenut geführt ist und auch radial knickfrei aus ihr austritt.

[0048] Wenn der Abzugspunkt des Datenleiters das hintere Lenkmittel passiert und hinter dem Lenkmittel nach radial innen läuft, wird der Datenleiter aufgrund der Richtungsänderung des Abzugspunkts etwas in Tangentialrichtung ausschlagen. Um ein Anstoßen des Datenleiters an einer Kante des hinteren Bereichs der Verle-

genut zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn der nach hinten weisende Nutabschnitt der Verlegenut in tangentialer Abzugsrichtung des Datenleiters axial nach hinten ausläuft.

[0049] Ein gleichmäßiger Verlauf des Datenleiters verbunden mit einem glatten äußeren Rand des Lenkmittels kann erreicht werden, wenn der zum Wicklungspaket der Unterwasserspule weisende Nutabschnitt in einem Winkel von zumindest 75° zur Axialrichtung des Spulensystems ausgerichtet ist, und zwar möglichst über den größten Teil seiner Gesamtlänge, insbesondere über die gesamte Länge des vorderen Bereichs bzw. Nutabschnitts der Verlegenut.

[0050] Bei Ausführungen, in denen das hintere Ende der Luftspule in Axialrichtung vor dem hinteren Ende der Unterwasserspule liegt, ist es vorteilhaft, wenn der Datenleiter zwischen der Unterwasserspule und der Luftspule auf einer Zwischenspule aufgewickelt ist. Die Zwischenspule kann eine Zwischenwicklung aufweisen, die nur aus einer Lage besteht.

[0051] Um einen Abzug von der Luftspule nicht zu stören, ist die Zwischenwicklung auf der Zwischenspule zweckmäßigerweise vollständig radial innerhalb des Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel der Luftspule angeordnet. Zweckmäßigerweise ist die Zwischenspule an einem vorderen Flansch mit einer Verlegenut versehen, in der der Datenleiter verlegt ist.

[0052] Außerdem ist die Erfindung gerichtet auf ein Fahrzeug, insbesondere einen Lenkflugkörper mit einem Raketentriebwerk, mit einem am Heck angeordneten Spulensystem, insbesondere wie vorhergehend beschrieben. Es wird vorgeschlagen, dass eine für einen Abzug eines Datenleiters bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs vorbereitete Unterwasserspule des Spulensystems abwurfest am Heck befestigt ist. Zweckmäßigerweise ist das Spulensystem am Heck des Fahrzeugs und insbesondere um einen Triebwerksstrahlraum angeordnet. Die Unterwasserspule umfasst zweckmäßigerweise zumindest eine Spindel und zumindest ein Wickelpaket.

[0053] Ferner ist die Erfindung gerichtet auf ein Verfahren zum Halten einer Datenverbindung zwischen einem bewegten Fahrzeug, insbesondere einem fliegenden Lenkflugkörper, und einer Leitstelle, insbesondere einer Abschussstation, über einen Datenleiter, bei dem der Datenleiter während einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs von einer Unterwasserspule abgezogen wird, das Fahrzeug durch die Wasseroberfläche in die Luft eintritt und der Datenleiter während einer Überwasserfahrt von einer Luftspule abgezogen wird. Die Leitstelle kann in einem Gebäude oder einem Fahrzeug sein, beispielsweise in einem U-Boot.

[0054] Es wird vorgeschlagen, dass die Unterwasserspule vorzugsweise während der Unter- und Überwasserfahrt bis zu einem Ziel des Fahrzeugs fest mit der Luftspule verbunden bleibt. Es kann auf das Abwerfen einer Schnittstelle, beispielsweise einer Boje, verzichtet werden, wodurch ein Verheddern des Datenleiters ver-

hindert werden kann.

[0055] Der Luftabzug erfolgt zweckmäßigerweise bis das Fahrzeug ein vorbestimmtes Ziel erreicht, beispielsweise nach einer Flugphase. Vorteilhafterweise wird ein Teil der Unterwasserspule noch in der Luft abgezogen.

[0056] Ferner ist die Erfindung gerichtet auf ein Verfahren zum Bewickeln eines Spulensystems mit einem Datenleiter, der zum Halten einer Datenverbindung zwischen einem bewegten Fahrzeug, insbesondere einem fliegenden Lenkflugkörper, und einer Leitstelle ausgeführt ist, bei dem der Datenleiter zunächst auf eine Spindel einer Luftspule und anschließend auf eine Spindel einer Unterwasserspule des Spulensystems gewickelt wird.

[0057] Um einem Abriss des Datenleiters bei einem Abwickeln entgegenzuwirken, ist es vorteilhaft, wenn dieser einstückig auf der Unterwasserspule und der Luftspule aufgewickelt ist. Hierzu müssen beide Spulen mit einem durchgehenden Datenleiter bewickelt werden. Um dies zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass die Spindel der Unterwasserspule erfindungsgemäß beim Bewickeln in einer Position gehalten ist, in der zwischen ihr und der Spindel der Luftspule eine Ausgabeöffnung zum Ausgeben des Datenleiters bei einem Abzug von der Luftspule vorhanden ist.

[0058] Vorteilhafterweise wird die Spindel der Unterwasserspule beim Bewickeln von einem Hilfshalter in ihrer Wickelposition gehalten, wobei der Hilfshalter nach dem Wickeln entfernt wird und die Spindel dann betriebsfertig an der Luftspule befestigt wird. Die Spindel kann unmittelbar oder vorteilhafterweise mittelbar, insbesondere über ein Gehäuse des Fahrzeugs an der Luftspule befestigt werden.

[0059] Zur Befestigung der Unterwasserspule an der Luftspule verbleiben die beiden Spulen zweckmäßigerweise während der Befestigung unbeweglich zueinander. Zur Befestigung wird ein drittes Element an der Unterwasserspule und der Luftspule befestigt zu deren Befestigung aneinander. Zweckmäßigerweise ist dieses dritte Element ein Gehäuse des Fahrzeugs. Zweckmäßigerweise ist die Luftspule unmittelbar am Gehäuse des Fahrzeugs befestigt. Es ist aber auch möglich, die Luftspule zweckmäßigerweise mittelbar, also über ein oder mehrere weitere Elemente an dem Gehäuse des Fahrzeugs zu befestigen.

[0060] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfasst werden. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar.

[0061] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und

Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und/oder mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

[0062] Es zeigen:

- FIG 1 ein Fahrzeug, das über einen Datenleiter mit einer Abschussstation verbunden ist,
- FIG 2 ein Spulensystem mit einer vorderen Luftspule und einer hinteren als Innenabzugsspule ausgeführten Unterwasserspule,
- FIG 3 ein weiteres Spulensystem mit einer als Außenabzugsspule ausgeführten Unterwasserspule,
- FIG 4 die Spindel der Unterwasserspule aus FIG 3 in einer perspektivischen Darstellung,
- FIG 5 die Spindel aus FIG 4 in einer Seitendarstellung,
- FIG 6 ein weiteres Spulensystem mit einer radial äußeren Außenabzugsspule als Unterwasserspule,
- FIG 7 das Hinterteil des Fahrzeugs mit der an dessen Heck angeordneten Unterwasserspule aus Fig. 6 in einer perspektivischen Darstellung,
- FIG 8 eine Draufsicht von hinten in Axialrichtung in Flugrichtung auf das Fahrzeug beziehungsweise die Unterwasserspule,
- FIG 9 die Spindel der Unterwasserspule in einer Seitenansicht,
- FIG 10 das hintere Lenkmittel der Unterwasserspindel mit einer darin einschneidenden Verlegenut,
- FIG 11 einen hinteren Nutabschnitt der Verlegenut und
- FIG 12 die Spindel einer Zwischenspule zwischen der Unterwasserspule und der Luftspule.

[0063] FIG 1 zeigt ein Fahrzeug 2, das in diesem Ausführungsbeispiel als ein Lenkflugkörper mit einem Raketentriebwerk ausgeführt ist. Der Lenkflugkörper ist über einen Datenleiter 4 mit einer Leitstelle 6, in diesem Ausführungsbeispiel ein U-Boot, verbunden. Der Datenleiter 4 ist eine Leitung mit einem Glasfaserkern zum Übertragen optischer Signale, der von einer Hülle aus Kunststoff überzogen ist.

[0064] Der Lenkflugkörper wurde aus einem Torpedorohr des U-Boots gestartet, das eine Abschussstation 8

für den Lenkflugkörper bildet. Der Lenkflugkörper hat unter einer Wasseroberfläche 10 eine missionsabhängige Strecke 12, beispielsweise 400 m, zurückgelegt. Nach Zurücklegen der Unterwasserstrecke 12 hat der Lenkflugkörper seine Fahrtrichtung geändert, die Wasseroberfläche 10 durchstoßen und setzt nun seine Fahrt oberhalb der Wasseroberfläche 10 in Richtung auf ein Ziel 14 fort. Das Ziel ist beispielsweise 25 km von der Leitstelle 6 entfernt, wobei der überwiegende Teil dieser Strecke vom Fahrzeug 2 in der Luft zurückgelegt wird.

[0065] Der Datenleiter 4 ist im U-Boot an einer Schnittstelle 16 befestigt und über eine weitere Datenverbindung signaltechnisch mit einer Steuereinheit 18 der Leitstelle 6 verbunden. Die Steuereinheit 18 steuert einen Flug des Fahrzeugs 2 sowohl unter Wasser als auch über Wasser und verarbeitet von einem Suchkopf 20 des Fahrzeugs 2 erzeugte Bilddaten, die der Suchkopf 20 während des Flugs aufnimmt. Die Steuereinheit 18 ist über den Datenleiter 4 signaltechnisch mit einer Steuereinheit 22 verbunden, die innerhalb des Fahrzeugs 2 angeordnet ist. Diese Steuereinheit 22 steuert den Flug des Fahrzeugs 2 über Steuerruder 24, wobei die Steuerbefehle von der Leitstelle 6 über den Datenleiter 4 an die Steuereinheit 22 übertragen werden. Die Daten des Suchkopfs 20 werden wiederum über den Datenleiter 4 an die Leitstelle 6 übertragen, die daraus die Steuerbefehle erzeugt.

[0066] Die Schnittstelle 16 weist eine nicht dargestellte Spule zur Ausgabe des Datenleiters 4 auf, um eine Bewegung der Leitstelle 6 relativ zum umgebenden Wasser ausgleichen zu können, ohne dass der Datenleiter 4 durch das Wasser gezogen wird. Der größte Teil des Datenleiters 4 wird jedoch durch ein Spulensystem 26 ausgegeben, das am Heck des Fahrzeugs 2 angeordnet und in FIG 2 detaillierter dargestellt ist.

[0067] FIG 2 zeigt den hinteren Teil des Spulensystems 26 des Fahrzeugs 2 aus FIG 1 in einem Längsschnitt. In FIG 2 ist das Spulensystem mit dem Bezugszeichen 26a versehen. In den folgenden Ausführungsbeispielen sind gleichartige Bauteile mit der gleichen Bezugsziffer aber je nach Ausführungsbeispiel mit anderen Bezugsbuchstaben gekennzeichnet, wenn die Bauteile geringfügige Unterschiede aufweisen, z.B. in Abmessung, Position und/oder Funktion. Wird die Bezugsziffer alleine ohne einen Bezugsbuchstaben erwähnt, so sind die entsprechenden Bauteile aller Ausführungsbeispiele angesprochen.

[0068] Das Spulensystem 26a umfasst eine Luftspule 28a und eine Unterwasserspule 30a, die in diesem Ausführungsbeispiel vollständig hinter der Luftspule 28a angeordnet ist. Während die Luftspule 28a als Außenabzugsspule ausgeführt ist, ist die Unterwasserspule 30a als Innenabzugsspule ausgestaltet.

[0069] Der Datenleiter 4 ist sowohl auf der Luftspule 28a als auch auf der Unterwasserspule 30a aufgewickelt und ist unterbrechungslos, insbesondere spleißlos, auf beiden Spulen 28a, 30a durchgehend. Die Luftspule 28a umfasst eine Spindel 32a, auf der der Datenleiter 4 Lage

für Lage aufgewickelt ist. Auch die Unterwasserspule 30 ist mit einer Spindel 34a ausgestattet, die jedoch in diesem Ausführungsbeispiel als Innenspindel ausgeführt ist, also eine Spindel, die das - durch die Lagen bzw. Windungen des Datenleiters 4 gebildete - Wickelpaket 36a der Unterwasserspule 30a von außen radial umgibt. Demgegenüber ist die Spindel 32a der Luftspule 28a radial innerhalb des Wickelpakets 38a der Luftspule 28a angeordnet.

[0070] Der Datenleiter 4 ist in drei Abschnitte aufgeteilt: Das Wickelpaket 36a bildet einen Unterwasserabschnitt 40 des Datenleiters 4, der an der Schnittstelle 16 der Leitstelle 6 anfängt, bis zum Wickelpaket 36a reicht und dieses bildet. Ein Übergangsabschnitt 42a verbindet das Wickelpaket 36a mit dem Wickelpaket 38a der Luftspule 28a. Ein Luftabschnitt 44 des Datenleiters 4 bildet das Wickelpaket 38a und reicht bis zur Steuereinheit 22. Der Übergangsabschnitt 42a kann auch noch einige Windungen der Luftspule 28a bilden. Alle drei Abschnitte 40, 42a, 44 sind von einem einzigen, durchgehenden Lichtwellenleiter durchzogen, der spleißfrei durch die drei Abschnitte 40, 42a, 44 geführt ist. Lediglich die Ummantelung des Datenleiters 4 variiert in den Abschnitten 40, 42a, 44. Die Ummantelung ist in den Abschnitten 40, 42a dicker ausgeführt als im Luftabschnitt 44. Hierdurch ist der Datenleiter 4 in diesen beiden hinteren Abschnitten 40, 42a reißfester als im Luftabschnitt 44. Allerdings kann der Luftabschnitt 44 durch seine im Vergleich dazu schlankere und leichtere Bauart schneller abgezogen werden, was insbesondere für den Luftabzug von Vorteil ist.

[0071] Während der Lenkflugkörper während der Unterwasserfahrt mit einer gewissen Geschwindigkeit durch das Wasser fährt und sich die Unterwasserspule 30a mit der entsprechenden Geschwindigkeit abwickelt, wird der Abzug des Datenleiters 4 nach Durchstoßen der Wasseroberfläche 10 erheblich beschleunigt, da der Lenkflugkörper während seines Flugs zum Ziel 14 Geschwindigkeiten bis 250 m/s erreicht.

[0072] Während des gesamten Flugs, sowohl über Wasser als auch unter Wasser, verbleibt die Unterwasserspule 30a mit ihrer Spindel 34a - bis auf den abgewickelten Teil des Datenleiters 4 - am Fahrzeug 2. Hierzu ist die Spindel 34a fest mit den übrigen Bauelementen des Fahrzeugs 2 verbunden, in diesem Ausführungsbeispiel mit dem äußeren Gehäuse 48a des Lenkflugkörpers 2, das auch zugleich das Gehäuse 48a der Luftspule 28a bildet. Die Spindel 34 ist mit dem Gehäuse 48a fest verschraubt und somit während des Flugs des Lenkflugkörpers nicht lösbar. Sie kann lediglich nach Entfernung des Wickelpakets 36a mit Hilfe von Werkzeug vom Rest des Fahrzeugs 2 getrennt werden, was jedoch im regulären Betrieb nicht vorgesehen ist. Alternativ ist es auch denkbar, dass die Unterwasserspule 30a beziehungsweise deren Spindel 34 mit dem Fahrzeug 2 verschweißt ist.

[0073] Um einen unerwünschten Mehrfachabzug zu vermeiden und ein radiales Abheben des abziehenden

Datenleiters 4 von den darunterliegenden Windungen bzw. Lagen des Wickelpakets 36a zu erleichtern, ist die Unterwasserspule 30 beziehungsweise deren Spindel 34a mit einem Lenkmittel 50a in Form eines Flanschs ausgebildet, der einstückig mit dem Wicklungsboden 52a der Spindel 34a verbunden ist. Bei einem Unterwasserabzug schleift der Datenleiter 4 über den abgerundeten Rand 54a des Flanschs 50a und wird hierdurch schräg nach radial innen von der darunterliegenden Wicklungslage abgehoben. Das Lenkmittel 50a ist in diesem Falle als nach radial innen weisende Ausformung ausgeführt, die hierbei weiter nach innen als die am weitest innen liegende Wicklungslage des Wickelpakets 36a der Unterwasserspule 30a ragt, sodass auch die radial innerste Lage des Datenleiters 4 beim Abzug noch ein Stück weit nach innen gezogen wird. Allerdings sollte der Radius des Lenkmittels 50a an der engsten Stelle, also am Rand 54a, größer als der Außenradius der Ausgabeöffnung 60a sein, damit der sich von der Luftspule 28 abwickelnde Datenleiter 4 nicht an den Rand 54a anstößt. Besonders geeignet ist ein Radius, der zumindest das 1,1-fache des Außenradius der Ausgabeöffnung 60a beträgt.

[0074] Außerdem bewirkt dieses Lenkmittel 50a, dass das Wickelpaket 36a nach hinten hin nicht radial dünner werden muss, um Mehrfachabzüge zu vermeiden. Das Lenkmittel 50a begrenzt das Wickelpaket 36a nach hinten so, dass ein unerwünschter Mehrfachabzug hierdurch bereits von alleine vermieden wird. Dazu grenzt das Wickelpaket 36a zumindest im Wesentlichen unverjüngt an das Lenkmittel 50a an.

[0075] Beim Eintauchen in das Wasser wird der Innenraum 56 um die Luftspule 28a beziehungsweise innerhalb des Gehäuses 48a mit Wasser geflutet, das durch Öffnungen 58 in diesen Innenraum 56 einströmt. Das Wasser strömt nach hinten und durch eine Ausgabeöffnung 60a wieder aus dem Gehäuse 48a der Luftspule 28a hinaus. Das strömende Wasser zieht an den Windungen des Wickelpakets 38a der Luftspule 28a. Allerdings ist der Datenleiter 4 innerhalb der Wickelpakete 36a, 38a verklebt, die einzelnen Windungen des Datenleiters 4 sind also miteinander verklebt, sodass ein stabiles Wickelpaket 36a, 38a entsteht. Die Verklebung ist hierbei so gewählt, dass der Datenleiter 4 bei einem Abzug nicht zu stark geknickt wird, um die Datenübertragung nicht zu gefährden. Andererseits ist die Verklebung so stark, dass das entsprechende Wickelpaket 36a, 38a auch unter Wasser ausreichend zusammenhält und nicht ein Mehrfachabzug durch lose Windungen entsteht.

[0076] Allerdings ist der Übergangsabschnitt 42a ein Stück weit durch die Luft geführt, so dass das strömende Wasser an diesem Abschnitt 42a stärker reißt. Um ein Mitreißen des Übergangsabschnitts 42a des Datenleiters 4 mit dem bewegten Wasser zu vermeiden, ist ein Teil des Übergangsabschnitts 42a mit den darunterliegenden Windungen 62 der Luftspule 28a fester verklebt, als die Windungen 62 untereinander verklebt sind. Hierfür wird ein Kleber verwendet, der ein Ablösen des verklebten Datenleiters 4 bei einer schnellen Ablösege-

schwindigkeit mit einer geringeren Kraft erlaubt als mit einer langsameren Ablösegeschwindigkeit. Der Kleber kann ein Silikon sein, der zwischen Windungen 62 und Übergangsabschnitt 42a gefügt ist.

[0077] Außerdem ist ein Teil des Übergangsabschnitts 42a quer, nämlich senkrecht zur Wicklungsrichtung der Windungen 62, geführt, um eine möglichst lange Verklebestrecke zu erreichen. Auch wenn das durch den Innenraum 56 schießende Wasser sehr stark an dem hinteren Teil des Übergangsabschnitts 42a zieht, so bleibt der quer ausgerichtete Teil des Übergangsabschnitts 42a doch fest mit den Windungen 62 verbunden, sodass der Datenleiter 4 durch das einschießende Wasser nicht in unerwünschter Weise von den darunterliegenden Windungen 62 der Luftspule 28a abgelöst wird.

[0078] Der Übergangsabschnitt 42a erstreckt sich noch ein Stück weit in das Wickelpaket 38a der Luftspule 28a und bildet einen Teil der obersten Lage der Windungen der Luftspule 28a. Hierdurch wird ermöglicht, dass die Luftspule 28a so weit wie der Übergangsabschnitt 42a reicht unter Wasser abgezogen werden kann, ohne dass der Datenleiter 4 beeinträchtigt wird. Das zum Übergangsabschnitt 42a Gesagte ist auch für die Übergangsabschnitte 42b und 42c zutreffend.

[0079] Die Luftspule 28a ist eine Außenspule, die eine Vielzahl von Wicklungslagen enthält, die sich parallel zum Spindelboden oder Wicklungsboden 64a erstrecken. Sie bilden das Wickelpaket 38a, das nach hinten verjüngend gewickelt ist, um einen unerwünschten Mehrfachabzug hinterer Windungen zu vermeiden.

[0080] Bei der Fahrt des Fahrzeugs 2 wird dieses zunächst aus der Abschussstation verschossen, wobei der Datenleiter im Wesentlichen von der Unterwasserspule 30a, aber auch etwas von der Spule der Schnittstelle 16 abgewickelt wird. Das Abwickeln vollzieht sich hierbei durch die Zugkraft, die das sich bewegende Fahrzeug 2 auf den Datenleiter 4 ausübt, so dass sich dieser von alleine abwickelt.

[0081] Die Länge des Unterwasserabschnitts 40 des Datenleiters 4 ist so bemessen, dass die festgelegte Strecke 12 unter Wasser ± 30 m länger bzw. kürzer als die Länge des Unterwasserabschnitts 40 ist. Beim Auftauchen des Fahrzeugs 2 aus dem Wasser ist also die Unterwasserspule zumindest im Wesentlichen vollständig abgewickelt. Ist beim Auftauchen noch Datenleiter 4 auf der Unterwasserspule 30a, so wird diese in den längstens ersten 30 m über Wasser abgewickelt, in denen das Fahrzeug 2 noch nicht so schnell ist, dass die Abwicklung bzw. der Abzug von der Unterwasserspule 30a problematisch wäre. Ist andererseits die Fahrt unter Wasser noch nicht beendet, wenn die Unterwasserspule 30a abgewickelt ist, so kann noch die Strecke von einigen Metern Übergangsabschnitt 42a bzw. Übergangsdatenleiter von der Luftspule 28a abgewickelt werden, die der hohen mechanischen Belastung des Unterwasserabzugs standhält.

[0082] FIG 3 zeigt ein weiteres Spulensystem 26b mit einer Luftspule 28b und einer Unterwasserspule 30b. Die

Beschreibung der nachfolgenden Ausführungsbeispiele beschränkt sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel in FIG 2, auf das bezüglich gleich bleibender Merkmale und Funktionen verwiesen wird. Im Wesentlichen gleich bleibende Bauteile sind grundsätzlich mit den gleichen Bezugszeichen beziffert und nicht erwähnte Merkmale sind in den folgenden Ausführungsbeispielen übernommen, ohne dass sie erneut beschrieben sind.

[0083] Während die Luftspule 28b im Wesentlichen gleich ausgeführt ist, wie die Luftspule 28a aus FIG 2, ist die Unterwasserspule 30b eine Außenabzugsspule. Sie ist im Wesentlichen außerhalb des Gehäuses 48b angeordnet, das, wie auch die Öffnungen 58, gleich wie im Ausführungsbeispiel aus FIG 2 gestaltet sein kann. Das Wickelpaket 36b der Unterwasserspule 30b ist wie das Wickelpaket 36a der Unterwasserspule 30a in einer Vielzahl von Lagen gewickelt, jedoch in dem Ausführungsbeispiel aus FIG 3 von innen nach außen, sodass der Datenleiter 4 von außen nach innen abgewickelt wird.

[0084] Im allgemeinen Fall ist die Spindel 34b der Unterwasserspule 30b mit der Spindel 32b der Luftspule 28b unmittelbar verbunden oder aber beide Spindeln 32b, 34b sind einstückig miteinander verbunden, sodass zumindest deren Wicklungsböden 64b, 52b aus einem Stück sind. Die Spindeln 32b, 34b können aus Metall oder für besondere Anwendungen aus Kunststoff bestehen.

[0085] Beide Spulen 28b, 30b sind als Hohlspulen ausgeführt und bergen einen röhrenförmigen Hohlraum 68 (FIG 4), sodass das Gasleitrohr des Lenkflugkörpers beziehungsweise seines Raketentriebwerks in der Flugkörperachse liegen kann. Der Triebwerksstrahl ist also durch die Spulen 28b, 30b hindurchgeführt.

[0086] Um einen unerwünschten Mehrfachabzug bei einem Wasserabzug zu vermeiden, ist die Unterwasserspule 30b mit einem Lenkmittel 50b an ihrem hinteren Ende ausgeführt. Dieses steht rundum radial über den gesamten Umfang über die äußerste Lage des Wickelpakets 36b heraus, wie in FIG 3, die das Wickelpaket 36b gestrichelt andeutet, gezeigt ist. Beim Abzug wird der Datenleiter 4 über den äußeren abgerundeten Rand 54b des Lenkmittels 50b geschleift, sodass der radial überstehende Rand 54b ein Abheben des sich abwickelnden Datenleiters 4 von der darunterliegenden Lage bewirkt. Hierdurch wird die Reibung des Datenleiters 4 beim Abziehen gering gehalten, sodass der Datenleiter 4 nicht geknickt wird und die Signalübertragung störungsfrei aufrechterhalten bleiben kann. Außerdem bewirkt das Lenkmittel 50b, dass das Wickelpaket 36b auch nach hinten hin eingefasst ist, sodass die hinteren Windungen nicht in einem unerwünschten Mehrfachabzug das Wickelpaket 36b verlassen können und sich der Datenleiter 4 verheddert.

[0087] Um einen störungsfreien Luftabzug zu gewährleisten, ist das gesamte Wickelpaket 36b der Unterwasserspule 30b radial innerhalb des Wickelpakets 38b der Luftspule 28b angeordnet. Die radial äußerste Lage des

Wickelpakets 36b ist also radial innerhalb der radial innersten Lage des Wickelpakets 38b angeordnet. Weiter ist auch das Lenkmittel 50b in seiner radialen Ausdehnung so bemessen, dass es radial nicht weiter herausragt als der Wicklungsboden 64b der Luftspule 28b. Hierdurch ist gewährleistet, dass der von der Luftspule 28b abgezogene Datenleiter 4 nicht an die Unterwasserspule 30b und insbesondere an deren Lenkmittel 50b anstößt. Für einen anstoßfreien Abzug des Datenleiters 4 von der Luftspule 28b hat sich ein Außendurchmesser d des Lenkmittels 50b von $d = (0,8 \pm 0,1) D$ bewährt, wobei D der Durchmesser des Wicklungsbodens 64b der Luftspule 28b ist.

[0088] Es ist jedoch auch möglich, dass das Lenkmittel 50b zwar ein Stück weit über den Wicklungsboden 64 radial hinausragt, er jedoch überall zumindest 3 mm radial innerhalb des äußeren Umfangs der Ausgabeöffnung 60b verbleibt. Denn beim Luftabzug wird der Datenleiter 4 durch den drehenden Abzug und den dabei wirkenden Fliehkräften nach außen gerissen und liegt im Bereich der Ausgabeöffnung 60b an der abgerundeten Innenkante des Gehäuses 48 an. Ist diese Innenkante ausreichend weit von dem Wicklungsboden 64b entfernt, wird der Datenleiter 4 also auch bei einem radial etwas über den Wicklungsboden 64b hinausragenden Rand 54b beziehungsweise das Lenkmittel 50b der Unterwasserspule 30b herumgeführt.

[0089] Die Spindel 34b der Unterwasserspule 30b ist in FIG 4 in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. FIG 5 zeigt die Spindel 34b in einer Seitenansicht. Der Wicklungsboden 52b ist zwischen einem vorderen Flansch 66b und dem hinteren als Flansch ausgeführten Lenkmittel 50b angeordnet, sodass das Wickelpaket 36b zwischen diesen beiden Flanschen 50b, 66b gehalten ist. Eine nicht direkt abgezogene Windung des Wickelpakets 36b ist also - auch wenn sie axial verrutschen sollte - zwischen den beiden Flanschen 50b, 66b gefangen. Ein Herunterfallen vom Wickelpaket 36b beziehungsweise Mehrfachabzug ist dadurch nicht möglich.

[0090] Wie aus FIG 5 zu sehen ist, ist die zum Wickelpaket 36b weisende Flanschseite zur Radialrichtung um den Winkel α geneigt. Dieser Winkel verringert den Biegeradius des über den Rand 54b gezogenen Datenleiters, sodass die Datenübertragung auch bei einem sehr beanspruchten Datenleiter 4 störungsfrei erfolgt. Je größer die Maximalgeschwindigkeit des Fahrzeugs unter Wasser ist, desto größer sollte der Winkel α sein. Andererseits nimmt ein größerer Winkel α bei gleicher axialer Baulänge der Unterwasserspule 30b Bauraum für das Wickelpaket 36b weg, sodass verschiedene Spindeln beziehungsweise Spulen für verschieden schnelle Unterwasserfahrten sinnvoll sind.

[0091] Insofern ist die Erfindung generell auch gerichtet auf ein System aus zumindest zwei Wasserfahrzeugen, die eine unterschiedliche bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit unter Wasser besitzen. Die Fahrzeuge sind jeweils mit einem erfindungsgemäßen Spulensystem ausgerüstet, wobei der Winkel α der Neigung des

hinteren Lenkmittels 50b zur Radialrichtung bei dem Fahrzeug mit der höheren Höchstgeschwindigkeit größer ist als bei dem Fahrzeug mit der niedrigeren Höchstgeschwindigkeit.

[0092] Um eine hohe Lagestabilität zu erreichen, ist das Wickelpaket 36b direkt nach vorne an die hintere Wand des Flanschs 66b geführt, liegt also an diesem an. Die Hinterkante des vorderen Flansches 66b kann senkrecht zum Wickelboden 52b verlaufen, sodass sich ein großer Wickelraum ergibt. In diesem Bereich ist der Datenleiter 4 von der radial innersten Lage des Wickelpakets 36b nach radial außen zur Luftspule 28b geführt, er muss also zwischen Wickelpaket 36b und Flansch 66b hochgeführt werden. Quillt nun das Wickelpaket 36b infolge der Benetzung mit Wasser auf, so übt es einen Druck auf die Hinterwand des Flanschs 66b aus und quetscht so den Datenleiter 4 zwischen Wickelpaket 36b und Flansch 66b ein. Dies kann insbesondere im radial inneren Bereich zu einem Verknicken des Datenleiters 4 führen.

[0093] Um dies zu verhindern, ist der das Wickelpaket 36b nach vorn hin begrenzende Flansch 66b mit einer Verlegenut 70b ausgestaltet. Diese ist als Vertiefung in die nach hinten weisende Fläche des Flanschs 66b eingearbeitet und reicht nach radial innen bis zum Wicklungsboden 52b. Die Verlegenut 70b ist in ihrer Ausrichtung mit einer tangentialen Komponente versehen, sodass der Datenleiter 4 mit einem ausreichend großem Radius straff vom Wicklungsboden 52b durch die Verlegenut 70b nach radial außen geführt werden kann. Entsprechend mündet die Verlegenut 70b mit ihrer radial nach außen weisenden Fläche kurz vor dem Wicklungsboden 52b in eine Rundung 72 und gibt die Krümmung des an der Rundung 72 entlang geführten Datenleiters 4 vor.

[0094] Beim Abziehen der Unterwasserspule 30b wird also die letzte Lage des Wicklungspakets 36b von hinten nach vorne abgezogen und dann das Stück des Datenleiters 4 aus der Verlegenut 70b gezogen, was unmittelbar das Abziehen des aufgeklebten Übergangsabschnitts 42a einleitet.

[0095] Die Verlegenut 70b hat die Tiefe von zumindest 0,8 des Durchmessers des Datenleiters 4 in Übergangsabschnitt 42a. Damit der quer zur Verlegenut 70b verlaufende Unterwasserabschnitt 40 des Datenleiters 4 im Wickelpaket 36b nicht über die Kanten der Verlegenut 70b geknickt wird, sollte auch die Breite der Verlegenut 70b klein gewählt werden. Sie sollte maximal das Fünffache des Durchmessers des Datenleiters 4 im Übergangsabschnitt 42a sein, insbesondere nur das maximal Zweifache. Besonders vorteilhaft ist ein Verhältnis der Nutbreite zum Datenleitungsdurchmesser zwischen 1 und 2, insbesondere zwischen 1,2 und 1,6.

[0096] Zweckmäßigerweise ist auch die Unterwasserspule 30a des Spulensystems 26a mit einer Verlegenut ausgestattet. Diese kann genau so ausgeführt sein, wie die Verlegenut 70b aus FIG 4, wobei sie in den vorderen Flansch der Spindel 34a eingearbeitet sein kann und je

nach Ausführung auch in das Gehäuse 48a, wie es beim Ausführungsbeispiel aus FIG 2 sinnvoll wäre. In jedem Fall wäre die Verlegenut im Bauteil eingearbeitet, das unmittelbar an das Wickelpaket 36a anschließt und dieses nach vorne hin begrenzt.

[0097] Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Spulensystems 26c ist in FIG 6 dargestellt. Das Spulensystem 26c hat wiederum eine Luftspule 28c und eine Unterwasserspule 30c. Die Luftspule 28c kann - bis auf das Gehäuse 48c - wieder gleich ausgeführt sein wie die vorhergehenden Luftspulen 28a, 28b. Die Unterwasserspule 30c ist als Außenspule ausgeführt, jedoch radial außerhalb des Wicklungsbodens 64c der Luftspule 28c angeordnet. Hierbei ist der Wicklungsboden 52c und damit auch das gesamte Wickelpaket 36c der Unterwasserspule 30c radial außerhalb des Wicklungsbodens 64c der Luftspule 28c angeordnet.

[0098] Der sich bei einem Abzug abwickelnde Datenleiter 4 wird beim Abzug von der Luftspule 28c radial innen durch die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c geführt und liegt beim Abzug innen an der Spindel 34c an und zwar an der dem Wickelpaket 36c abgewandten Seite der Spindel 34c.

[0099] Die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c bildet einen Teil des Gehäuses 48c der Luftspule 28c, an dessen Innenfläche der sich abwickelnde Datenleiter 4 beim Abzug durch die Ausgabeöffnung 60c hindurch entlang geführt wird. Das Gehäuse 48c ist ein Element, das die Luftspule 28c radial nach außen umgibt und diese in Richtung nach radial außen vollständig umschließt. Die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c umgibt die Luftspule 28c an ihrem hinteren Ende und bildet so einen Teil des Gehäuses 48c. Durch das Zusammenlegen der Spindelinnenfläche mit einem Teil der Gehäuseinnenfläche kann eine besonders kompakte Bauform erreicht werden. Außerdem können Teile und Material und damit Gewicht eingespart werden.

[0100] Die Spindel 34c ist unmittelbar an einem Gehäusekörper des Gehäuses 48c befestigt, wobei das Gehäuse 48c außerdem radial über die Unterwasserspule 30c geführt ist zu deren Schutz gegen äußere Einflüsse. Das Gehäuse 48c ist also im Bereich der Spindel 34c in zwei parallel geführte Abschnitte aufgeteilt, die sich radial überdecken: Der innere parallele Teil bildet die Gehäuseinnenwandung im Bereich der Ausgabeöffnung 60c und der Spindel 34c. Der äußere Bereich bildet das Fahrzeuggehäuse und eine radiale Überdeckung der Unterwasserspule 30c zum Schutz nach außen.

[0101] Der Wicklungsboden 52c der Unterwasserspule 30c liegt entlang seiner gesamten Fläche radial außerhalb des Wicklungsbodens 64c der Luftspule 28c, sodass der Durchmesser des Wickelpakets 36c der Unterwasserspule 30c größer ist als zumindest die inneren Windungen des Wickelpakets 38c der Luftspule 28c. Hierdurch kann auf verhältnismäßig geringem axialem Bauraum ein großes Wickelvolumen und damit eine große Länge Datenleiter 4 untergebracht werden. Außerdem kann der sich aus der Ausgabeöffnung 74 heraus-

bewegende Datenleiter 4 radial weit von einem Hohlraum 68c beabstandet gehalten werden, durch den ein Triebwerksstrahl zum Vortrieb des Fahrzeugs 2 während der Fahrt des Fahrzeugs 2 geführt wird.

[0102] Die Unterwasserspule 30c ist in Bezug auf die Ausgabeöffnung 60c so angeordnet, dass ihre Spindel 34c axial im Bereich der engsten Stelle der Ausgabeöffnung 60c liegt. Hierdurch ist die Gesamtbauf orm besonders kompakt. Insbesondere bildet die Spindelinnenfläche die äußere Wand der Ausgabeöffnung 60c an deren engstem Querschnitt.

[0103] Die Unterwasserspule 30c ist teilweise axial hinter der Luftspule 28c angeordnet, zumindest Bereiche der Unterwasserspule 30c sind also axial hinter der Luftspule 28c angeordnet. Prinzipiell ist es auch möglich, die Unterwasserspule 30c vollständig axial hinter der Luftspule 28c anzuordnen, oder alternativ nach hinten vor der Luftspule 28 abschließen zu lassen, so dass die Luftspule 28c axial weiter nach hinten reicht, als die Unterwasserspule 30c.

[0104] FIG 7 zeigt das Hinterteil des Fahrzeugs 2, wobei auf die Darstellung der Steuerruder 24 aus FIG 1 der Übersichtlichkeit halber verzichtet wurde. Zu sehen ist der hintere Teil des Gehäuses 48c mit der darin angeordneten Unterwasserspule 30c. Deren Ausgabeöffnung 74 bildet den radial äußersten Bereich innerhalb des Gehäuses 48c des Hecks des Fahrzeugs 2. Aus FIG 7 ist anschaulich gut zu sehen, dass der große Radius der Unterwasserspule 30c eine lange Datenleitung 4 auf der Unterwasserspule 30c erlaubt bei verhältnismäßig flachem Aufbau des Wickelpakets 36c der Unterwasserspule 30c.

[0105] Innerhalb der Ausgabeöffnung 74 ist in FIG 7 die Rückseite der Spindel 34c der Unterwasserspule 30c und eine Spindel 76 einer Zwischenspule 78 zu sehen, die radial innerhalb der Unterwasserspule 30c angeordnet ist. Nicht dargestellt ist das Wickelpaket 36c der Unterwasserspule 30c und eine Zwischenwicklung 80, die in FIG 6 gestrichelt angedeutet ist. Der radial innerhalb der Zwischenspule 78 liegende Hohlraum 68c bildet den Durchgang für den Triebwerksstrahl des Fahrzeugs während dessen Flugs.

[0106] FIG 8 zeigt eine perspektivische Ansicht auf das Fahrzeug 2 von hinten mit Blickrichtung nach vorne in Flugrichtung des Fahrzeugs 2, wobei wiederum auf die Darstellung der Steuerruder 24 verzichtet wurde. Sichtbar - von außen nach innen - ist das Gehäuse 48c, die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c, die Ausgabeöffnung 60c, das Wickelpaket 38c der Luftspule 28c vor der Spindel 76 der Zwischenspule 78 und den Hohlraum 68, durch den der Triebwerksstrahl während des Flugs des Fahrzeugs 2 austritt. Ebenfalls dargestellt ist der Übergangsabschnitt 42c des Datenleiters 4, im Übergangsbereich von der Unterwasserspule 30c zur Zwischenspule 78.

[0107] Die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c ist in FIG 9 in einer perspektivischen Seitendarstellung ohne das Gehäuse 48c dargestellt. Zu sehen ist der Wick-

lungsboden 52c, der vordere Flansch 66c, der das nur angedeutete Wickelpaket 36c der Unterwasserspule 30c nach vorne begrenzt, und das hintere Lenkmittel 50c, das das Wickelpaket 36c nach hinten hin begrenzt. Wie zu FIG 5 beschrieben, weitet sich das Lenkmittel 50c auf seiner zum Wickelpaket 36c zugewandten Seite konisch nach hinten auf mit dem Konuswinkel α .

[0108] In diese Konusfläche ist eine Verlegenut 70c eingebracht, die einen vorderen Nutabschnitt 82 und einen hinteren Nutabschnitt 84 aufweist. Der vordere Nutabschnitt 82 ist in die konische und nach vorne weisende Schrägfläche des Lenkmittels 50c eingeschnitten, wohingegen der hintere Nutabschnitt 84 in die nach hinten weisende Fläche des Lenkmittels 50c eingearbeitet ist. Im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen aus den Figuren 2 bis 5 ist in diesem Ausführungsbeispiel die Verlegenut 70c also am hinteren Ende des Wickelpakets 36c angeordnet, also im Lenkmittel 50c.

[0109] Der Datenleiter 4 ist vom Wicklungsboden 52c durch den vorderen Nutabschnitt 82 der Verlegenut 70c und von dort in den hinteren Nutabschnitt 84 der Verlegenut 70c geführt, um anschließend in gerader Linie zur Zwischenwicklung 80 zu verlaufen, wie in FIG 8 dargestellt ist. Er taucht hierbei durch das Lenkmittel 50c, ohne durch dieses besonders weit nach radial außen geführt zu werden, wodurch eine Wellenbildung des Datenleiters 4 bei seinem Abzug und damit ein Schlagen des Datenleiters 4 und seine Belastung beim Abzug gering gehalten werden kann. In FIG 9 ist angedeutet, wie der Datenleiter FIG 4 gerade aus dem vorderen Nutabschnitt 82 der Verlegenut 70c herausgezogen wird während eines Überwasserabzugs.

[0110] Der Einschnitt des vorderen Nutabschnitts 82 in das Lenkmittel 50c ist in FIG 10 besonders gut zu sehen. Der Talgrund 86 liegt tief eingeschnitten im Lenkmittel 50c und ragt im Bereich seiner maximalen radialen Ausdehnung nur wenig über die radiale Ausdehnung beziehungsweise den Radius R_1 des Wicklungsbodens 52c hinaus. Die maximale radiale Erhebung des Talgrunds 86 beziehungsweise dessen maximaler Radius R_2 ragt weniger als 50 % der Erhebung des Lenkmittels 50c, insbesondere weniger als 1/3 der Erhebung des Lenkmittels 50c über den Wicklungsboden 52c heraus, wobei beide Radien R_1 , R_2 von der Symmetrieachse des Spulensystems 26c beziehungsweise der Spindel 34c gemessen sind. Auf diese Weise kann eine Verlängerung des Datenleiters 4, der durch das Überwinden des Lenkmittels 50c eventuell vorhanden ist, gering gehalten werden, wodurch eine Wellenbildung beim Abzug vermindert wird.

[0111] FIG 11 zeigt einen Ausschnitt der Spindel 34c der Unterwasserspule 30c von hinten auf das Lenkmittel 50c. Der in FIG 11 verdeckte Talgrund 86 ist in einer eng gestrichelten Linie dargestellt. Weit gestrichelt ist der Wicklungsboden 52c dargestellt. Wie durch die Radien R_2 , R_1 zu sehen ist, ragt der Talgrund 86 nur wenig radial über den Spindelgrund 52c heraus. Der Talgrund 86 ist außerdem an seinem ausgangsseitigen beziehungswei-

se hinteren Ende in der Weise radial gekrümmt, dass der Datenleiter 4 radial knickfrei sowohl im vorderen Nutabschnitt 82 als auch im hinteren Nutabschnitt 84 der Verlegenut 70c, als auch aus der Verlegenut 70c heraus geführt ist, wie in FIG 11 dargestellt ist. Auch auf diese Weise kann eine Wellenbildung und eine Belastung des Datenleiters 4 in einem zu vermeidenden Knick vermindert werden.

[0112] Wie aus FIG 9 ersichtlich ist, schleift der Datenleiter 4 während seines Abzugs über den radial äußersten Rand 54c des Lenkmittels 50c beziehungsweise der Unterwasserspule 30c. Dieser Rand 54c ist im Bereich der Verlegenut 70c eingekerbt und behindert somit einen Abzug des Datenleiters 4, da dieser bei jeder Umdrehung über diese Kerbe schleift. Um eine solche Behinderung möglichst gering zu halten, ist der kreisförmig verlaufende äußere Rand 54c des Lenkmittels 50c durch die Verlegenut 70c - aus Sicht von hinten nach vorne auf das Lenkmittel 50c - nur äußerst geringfügig eingekerbt, wie in FIG 11 dargestellt ist. Eine kleine Kerbe 88 verbleibt dennoch und ist in FIG 11 dargestellt. Ihre Tiefe beträgt jedoch weniger als 2 mm und sie ist außerdem beidseitig tangential abgerundet und beidseitig sehr flach - weniger als 30 ° auf jeder Seite - ausgeführt. Auf diese Weise wird das Schleifen des Datenleiters 4 über die Kerbe 88 nur zu einer sehr geringen Mehrbelastung des Datenleiters 4 beim Abzug führen. Die Tiefe der Kerbe 88 beträgt weniger als 10 % der Erhebung des Lenkmittels 50c über den Wicklungsboden 52c der Unterwasserspule 30c hinaus.

[0113] Wie aus den Figuren 9, 10 und 11 zu sehen ist, läuft der hintere Nutabschnitt 84 der Verlegenut 70c in tangentialer Abzugsrichtung des Datenleiters 4 axial nach hinten aus. Er ist also kantenfrei nach hinten geführt, sodass die Verlegenut 70c in ihrem hinteren Nutabschnitt 84 im Prinzip ihre Nutform verliert und zu einer keilförmigen Vertiefung ausgestaltet ist mit der Keilspitze in Abzugsrichtung weisend. Der aus der Verlegenut 70c abgezogene Datenleiter 4 kann hierdurch frei aus dem hinteren Nutabschnitt 84 heraus schwingen ohne gegen eine Kante zu stoßen. Um den Datenleiter 4 beim schnellen Abzug nicht zu beschädigen, ist der nach hinten weisende Nutabschnitt 84 mit einer deutlich größeren tangentialen Breite ausgeführt, als der nach vorne weisende Nutabschnitt 82 eine axiale Breite aufweist. Die tangentiale Breite der Verlegenut 70c im hinteren Bereich 84 beträgt hierbei zumindest das Zehnfache des Durchmessers der Datenleitung 4 im Bereich des Übergangsabschnitts 42.

[0114] Da der Datenleiter 4 beim Unterwasserabzug am Lenkmittel 50c entlang schleift, und damit auch über die Verlegenut 70c, sollte die Ausrichtung des vorderen Nutabschnitts 82 eine Tangentialkomponente aufweisen. Die Tangentialkomponente kann hierbei verstanden werden als Richtungskomponente des vorderen Nutabschnitts 82 in Tangentialrichtung bei einer Seitenansicht auf das Lenkmittel 50c senkrecht von oben, wie in FIG 9 dargestellt. Zweckmäßigerweise ist der Winkel β zwi-

schen der Axialrichtung des Spulensystems 26c und der Ausrichtung des vorderen Nutabschnitts 82 zumindest 45 °, insbesondere zumindest 60 °, wobei sich zumindest 75 ° als besonders vorteilhaft erwiesen haben.

[0115] Um den über die Verlegenut 70c schleifenden, sich abwickelnden Datenleiter 4 zu schützen, ist es außerdem vorteilhaft, wenn die Verlegenut 70c zumindest teilweise, insbesondere im vorderen Nutabschnitt 82, abgedeckt wird. Dies kann durch eine Abreißfolie oder ein anderes Element geschehen. Es ist zusätzlich oder alternativ möglich, die Verlegenut 70c beziehungsweise den vorderen Nutabschnitt 82 von ihr mit einem Silikon oder anderem Stoff zumindest teilweise zu füllen.

[0116] In seinem weiteren Verlauf wird der Datenleiter 4 innen durch die Unterwasserspule 30c nach vorne zur Luftpule 28c geführt. Er verläuft also mit seinem Übergangsabschnitt 42c im unabgewickelten Zustand vom Wickelpaket 36c der Unterwasserspule 30c nach hinten und durch den hinteren Rand 54c hindurch nach radial innen. Im weiteren Verlauf ist er wieder nach vorne geführt, um durch die Ausgabeöffnung 60c hindurch das Wickelpaket 36c der Luftpule 28c zu erreichen. Um den Abzugsübergang von der Unterwasserspule 30c zur Luftpule 28c zu verbessern, kann der Übergangsabschnitt 42c auf der Zwischenspule 78 aufgewickelt sein. Die Zwischenspule 78 enthält beispielsweise nur eine einzige Lage, sodass der Datenleiter 4 im Übergangsabschnitt nur einmal von hinten nach vorne durch die Zwischenwicklung 80 abgezogen wird. Im weiteren Verlauf ist der Datenleiter 4 dann zur Luftpule 28c geführt.

[0117] FIG 12 zeigt die Zwischenspule 78 beziehungsweise deren Spindel 76 in einer perspektivischen Darstellung. Der in FIG 12 nicht dargestellte Datenleiter 4 ist auf dem Wicklungsboden 90 der Zwischenspule 78 aufgewickelt und zwar in seinem Abschnitt von der Unterwasserspule 30c zur Luftpule 28c von hinten nach vorne. Wenn er den vorderen Flansch 92 der Spindel 76 erreicht, ist er in eine Verlegenut 70d geführt, die in den nach vorne weisenden Flansch 92 eingearbeitet ist. Dieser kann analog zum Flansch 70b der Unterwasserspule 34b ausgeführt sein. Bei dem in FIG 12 dargestellten Ausführungsbeispiel läuft die Verlegenut 70d an ihrem radial nach innen weisenden Ende axial flach aus, sodass der Datenleiter 4 an ihrem keilförmigen Ende keine Kante passieren muss, um in die Verlegenut 70d zu gelangen. Auch an ihrem radial äußeren Ende kann die Verlegenut 70d axial abgerundet sein, um im Übergang zur Luftpule 28c keine Kanten zu erzeugen.

[0118] Wie aus FIG 6 zu sehen ist, ist der Radius des Wicklungsbodens 90 der Zwischenspule 78 kleiner als der Radius des Wicklungsbodens 64c der Luftpule 28c. Dies gilt zweckmäßigerweise auch analog für die radiale Ausdehnung des vorderen Flanschs 92 und des hinteren Flanschs 94 der Zwischenspule 78. Auf diese Weise wird ein Luftabzug der Luftpule 28c nicht behindert.

[0119] Durch die Zwischenspule 78 werden Übergänge zwischen der Unterwasserspule 30c und der Luftpule 28c ausgeglichen beziehungsweise verringert, sodass

der Datenleiter 4 in diesem Übergang beim Abzug kleinere Wellen schlägt und damit weniger belastet wird. Um den Datenleiter auch beim Zwischenabzug wenig zu belasten, kann eine Vorderseite des Flanschs 94 nach vorne hin konisch ausgeführt sein, analog wie die Lenkmittel 50.

[0120] Der Datenleiter 4 sollte von der Luftspule 28c zur Unterwasserspule 30c übergangslos, das heißt ohne Spleiß, verlaufen. Dies bedingt, dass der Datenleiter 4 in einem Stück auf die Luftspule 28c und auf die Unterwasserspule 30c gewickelt wird. Um dies zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn der Datenleiter 4 beim Wickeln des Spulensystems 26c zunächst auf die Luftspule 28c und dann auf die Zwischenspule 78 gewickelt wird. Hierzu ist das Gehäuse 48c und die Spindel 34c entfernt.

[0121] Nun ist es vorteilhaft, wenn die Unterwasserspindel 34c losgelöst vom Gehäuse 48c gewickelt wird. Hierzu wird vorgeschlagen, dass die Spindel 34c der Unterwasserspule 30c mit einem Halter in einer solchen Position gehalten wird, die ihrer endgültigen Montageposition relativ zur Luftspule 28c zumindest im Wesentlichen entspricht. Kleinere Positionsschwankungen im Bereich von wenigen Millimetern sind hierbei unter Umständen tolerierbar. Nach dem Wickeln der Unterwasserspule 30c kann deren Spindel 34c am Gehäuse 48c befestigt werden, das hierbei an die Spindel 34c annähert und so in seine endgültige Position gebracht wird. Anschließend wird die Spindel 34c am Gehäuse 48c befestigt und der Halter zum Halten der Spindel 34c kann entfernt werden.

Bezugszeichenliste

[0122]

2	Fahrzeug
4	Datenleiter
6	Leitstelle
8	Abschussstation
10	Wasseroberfläche
12	Strecke
14	Ziel
16	Schnittstelle von 6
18	Steuereinheit von 6
20	Suchkopf
22	Steuereinheit von 2
24	Steuerruder von 2
26a,b,c	Spulensystem
28a,b,c	Luftspule
30a,b,c	Unterwasserspule
32a,b,c	Spindel von 28a,b,c
34a,b,c	Spindel von 30a,b,c
36a,b,c	Wickelpaket von 34a,b,c
38a,b,c	Wickelpaket von 32a,b,c
40	Unterwasserabschnitt
42a,b,c	Übergangsabschnitt
44	Luftabschnitt
48a,b,c	Gehäuse

50a,b,c	Lenkmittel
52a,b,c	Wicklungsboden
54a,b,c	Rand
56	Innenraum
58	Öffnung
60a,b,c	Ausgabeöffnung
62	Windung
64a,b,c	Wicklungsboden
66b,c	Flansch
68	Hohlraum
70b,c	Verlegenut
72b,c	Rundung
74	Ausgabeöffnung
76	Spindel
78	Zwischenspule
80	Zwischenwicklung
82	Nutabschnitt
84	Nutabschnitt
86	Talgrund
88	Kerbe
90	Wicklungsboden
92	Flansch
94	Flansch

Patentansprüche

1. Spulensystem (26a, 26b, 26c) für ein Fahrzeug (2), insbesondere für einen Lenkflugkörper, umfassend eine Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) mit zumindest einer Spindel (34a, 34b, 34c) und zumindest einem Wickelpaket (36a, 36b, 36c), die für einen Abzug bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs (2) vorbereitet ist, eine Luftspule (28a, 28b, 28c) mit zumindest einer Spindel (34a, 34b, 34c) und zumindest einem Wickelpaket (38a, 38b, 38c), die für einen nachfolgenden Abzug in der Luft bis zu einem Ziel (14) und für einen Verbleib am Fahrzeug (2) bis dahin vorbereitet ist, und einen auf beiden Spulen (28a, 28b, 28c, 30a, 30b, 30c) aufgewickelten, durchgehenden Datenleiter (4),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) abwurf- fest an der Luftspule (28a, 28b, 28c) befestigt ist.
2. Spulensystem (26a, 26c) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Innendurchmesser einer Ausgabeöffnung der Unterwasserspule (30a, 30c) größer als ein Außendurchmesser einer Ausgabeöffnung (60a, 60c) der Luftspule (28a, 28c) nach hinten ist.
3. Spulensystem (26a, 26b, 26c) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Leiterübergang in Form eines Übergangs- abschnittes (42) von einem Wickelpaket (36a, 36b, 36c) der Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) zu einem

Wickelpaket (38a, 38b, 38c) der Luftspule (28a, 28b, 28c) auf dem Wickelpaket (38a, 38b, 38c) der Luftspule (28a, 28b, 28c) fixiert ist.

4. Spulensystem (26b, 26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterwasserspule (30b, 30c) eine Außenabzugsspule ist.
5. Spulensystem (26b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Durchmesser eines Lenkmittels (50b) der Unterwasserspule (30b) kleiner ist als ein radialer Durchmesser der innersten Lage des zumindest einen Wickelpakets (38b) der Luftspule (28b).
6. Spulensystem (26a, 26b, 26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) ein Lenkmittel (50a, 50b, 50c) aufweist, das den sich abziehenden Datenleiter (4) nach radial außen abhebt.
7. Spulensystem (26b, 26c) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Lenkmittel (50b, 50c) ein hinterer, radial abstehender Kragen ist.
8. Spulensystem (26b) nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Lenkmittel (50b) vollständig radial innerhalb eines Wicklungsbodens (64b) der zumindest einen Spindel (32b) der Luftspule (28b) liegt.
9. Spulensystem (26b, 26c) nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Lenkmittel (50b, 50c) zum Wickelpaket (36b, 36c) der Unterwasserspule (30b, 30c) hin abgeköpft ist, so dass ein Winkel (α) zwischen der Radialrichtung und der Abköpfung größer 30° ist.
10. Spulensystem (26a, 26b, 26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Übergangsabschnitt (42) des Datenleiters (4) von einem Wickelpaket (36a, 36b, 36c) der Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) zu einem Wickelpaket (38a, 38b, 38c) der Luftspule (28a, 28b, 28c) in eine Verlegenut (70b, 70c) eingelegt ist.
11. Spulensystem (26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterwasserspule (30c) so relativ zur

Luftspule (28c) angeordnet ist, dass der Datenleiter (4) bei einem regulären Abzug von der Luftspule (28c) radial innerhalb einer als Außenspindel ausgeführten Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) und durch diese hindurch abgezogen wird.

12. Spulensystem (26a, 26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest eine Spindel (34a, 34c) der Unterwasserspule (30a, 30c) an einem Gehäuse (48a, 48c) der Luftspule (28a, 28c) befestigt ist und zwischen der Luftspule (28a, 28c) und der Spindel (34a, 34c) der Unterwasserspule (30a, 30c) ein Luftraum angeordnet ist, durch den der Datenleiter (4) von der Luftspule (28a, 28c) abgezogen wird.
13. Spulensystem (26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest eine Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) einen Gehäuseabschnitt der Luftspule (28c) bildet.
14. Spulensystem (26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Übergangsabschnitt (42c) des Datenleiters (4) vom Wickelpaket (36c) der Unterwasserspule (30c) zum Wickelpaket der Luftspule (28c) von der Unterwasserspule (30c) zunächst nach hinten und dann radial durch die zumindest eine Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) hindurch geführt ist.
15. Spulensystem (26a, 26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Wicklungsboden (52a, 52c) der zumindest einen Spindel (34a, 34c) der Unterwasserspule (30a, 30c) radial weiter außen liegt als zumindest Teile des Wicklungspakets (38a, 38c) der Luftspule (28a, 28c).
16. Spulensystem (26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterwasserspule (30c) an ihrem hinteren Ende eine Verlegenut (70c) mit einem ersten zum Wicklungspaket (36c) weisenden Nutabschnitt (82) und einen zweiten nach hinten weisenden Nutabschnitt (84) aufweist, in denen ein Übergangsabschnitt (42) des Datenleiters (4) von der Unterwasserspule (30c) zur Luftspule (28c) eingelegt ist.
17. Spulensystem (26c) nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verlegenut (70c) ein Lenkmittel (50c) im hinteren Teil der Unterwasserspule (30c) im Bereich

der größten radialen Ausdehnung des Lenkmittels (50c) wie ein Tal durchsticht.

18. Spulensystem (26c) nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die radiale Erhebung des Talgrunds maximal 50% der Erhebung des Lenkmittels (50c) über den Wicklungsboden (52c) der zumindest einen Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) über den Wicklungsboden (52c) hinausgeht.

5
10
19. Spulensystem (26c) nach einem der Ansprüche 16 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein kreisförmig verlaufender äußerer Rand des Lenkmittels (50c) durch die Verlegenut (70c) - aus Sicht von hinten nach vorne auf das Lenkmittel (50c) - radial maximal um 20% der Erhebung des Lenkmittels (50c) über den Wicklungsboden (52c) der zumindest einen Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) eingekerbt ist.

15
20
20. Spulensystem (26c) nach einem der Ansprüche 16 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Talgrund (86) der Verlegenut (70c) an seinem hinteren Ende in der Weise radial gekrümmt ist, dass der Datenleiter (4) radial knickfrei in der Verlegenut (70c) geführt ist und auch radial knickfrei aus ihr heraustritt.

25
30
21. Spulensystem (26c) nach einem der Ansprüche 16 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass der nach hinten weisende Nutabschnitt (84) der Verlegenut (70c) in tangentialer Abzugsrichtung des Datenleiters (4) axial nach hinten ausläuft.

35
22. Spulensystem (26c) nach einem der Ansprüche 16 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zum Wicklungspaket (36c) der Unterwasserspule (30c) weisende Nutabschnitt (82) in einem Winkel (β) von zumindest 75° zur Axialrichtung des Spulensystems (26c) ausgerichtet ist.

40
45
23. Spulensystem (26c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Datenleiter (4) zwischen der Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) und der Luftspule (28a, 28b, 28c) auf eine Zwischenspule (80) aufgewickelt ist, die radial innerhalb des Wicklungsbodens der zumindest einen Spindel (34a, 34b, 34c) der Luftspule (28a, 28b, 28c) angeordnet ist.

50
55
24. Fahrzeug (2), insbesondere Lenkflugkörper mit einem Raketentriebwerk, mit einem am Heck ange-

ordneten Spulensystem (26a, 26b, 26c), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine für einen Abzug eines Datenleiters (4) bei einer Unterwasserfahrt des Fahrzeugs (2) vorbereitete Unterwasserspule (30a, 30b, 30c) mit zumindest einer Spindel (34a, 34b, 34c) und zumindest einem Wickelpaket (36a, 36b, 36c) des Spulensystems (26a, 26b, 26c) abwurfest am Heck befestigt ist, insbesondere an einer Luftspule (28a, 28b, 28c) des Spulensystems (26a, 26b, 26c) befestigt ist.

25. Verfahren zum Bewickeln eines Spulensystems (26c) mit einem Datenleiter (4), der zum Halten einer Datenverbindung zwischen einem bewegten Fahrzeug (2), insbesondere einem fliegenden Lenkflugkörper, und einer Leitstelle (6) ausgeführt ist, bei dem der Datenleiter (4) zunächst auf eine Spindel (32c) einer Luftspule (28c) und anschließend auf eine Spindel (34c) einer Unterwasserspule (30c) des Spulensystems (26c) gewickelt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) beim Bewickeln in einer Position gehalten ist, in der zwischen ihr und der Spindel (32c) der Luftspule (28c) eine Ausgabeöffnung (60c) zum Ausgeben des Datenleiters (4) bei einem Abzug von der Luftspule (28c) vorhanden ist.

5
26. Verfahren zum Bewickeln eines Spulensystems (26c) nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spindel (34c) der Unterwasserspule (30c) beim Bewickeln von einem Halter in ihrer Wickelposition gehalten wird, der nach dem Wickeln entfernt wird und die Spindel (34c) dann betriebsfertig an der Luftspule (28c) befestigt wird.

10

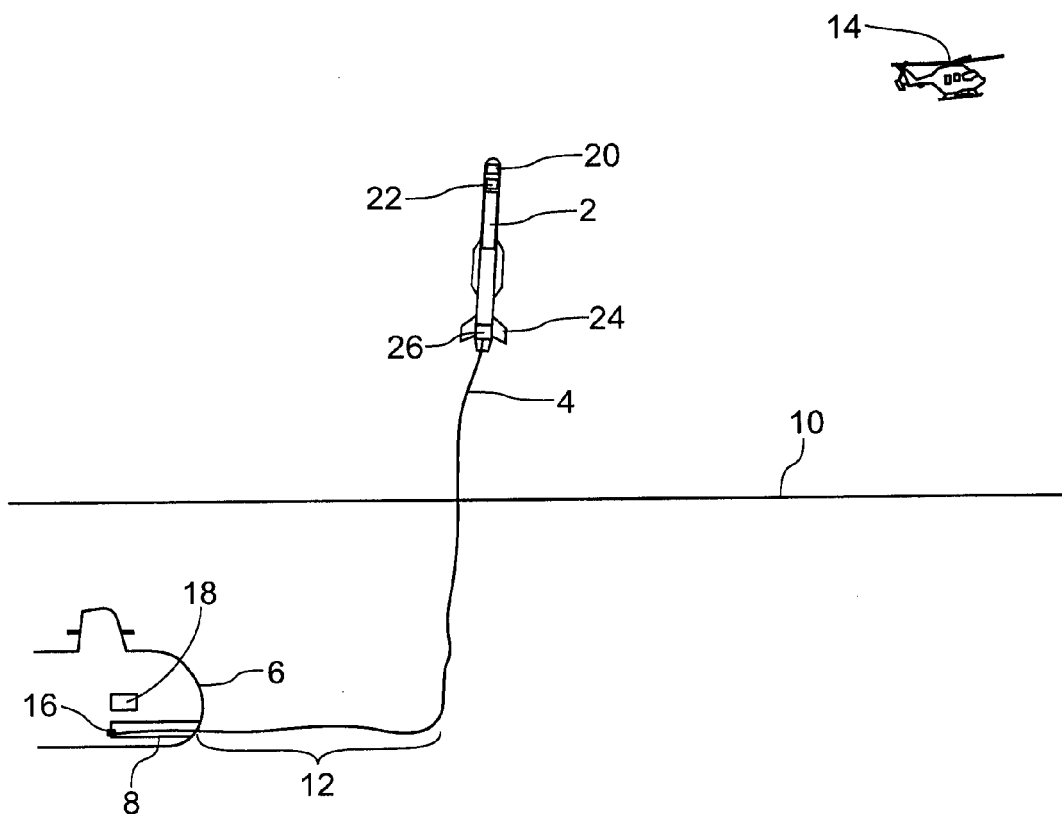


Fig. 1

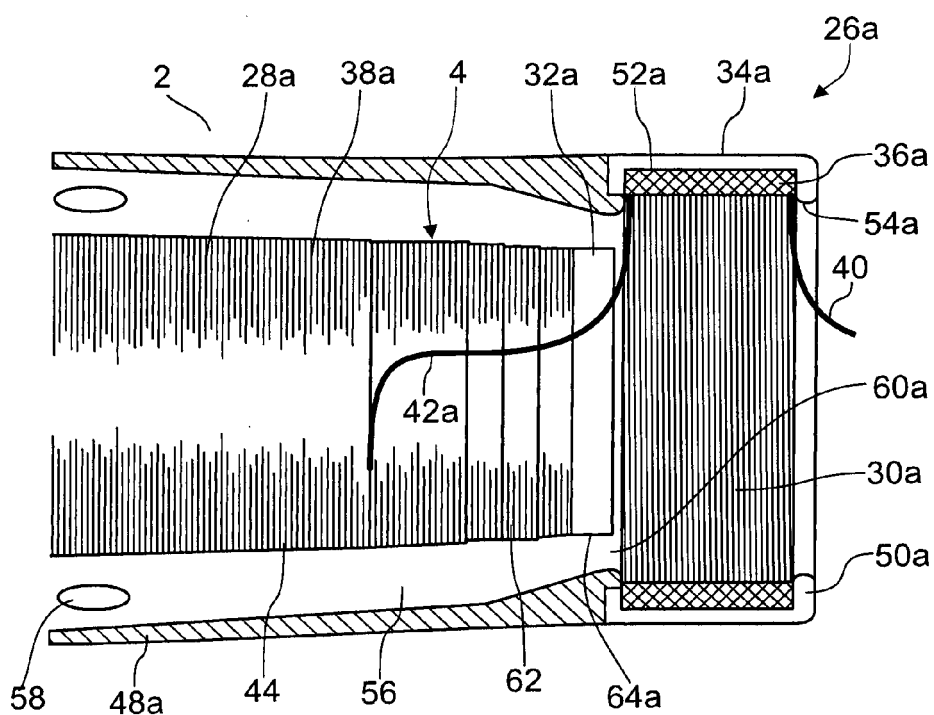


Fig. 2

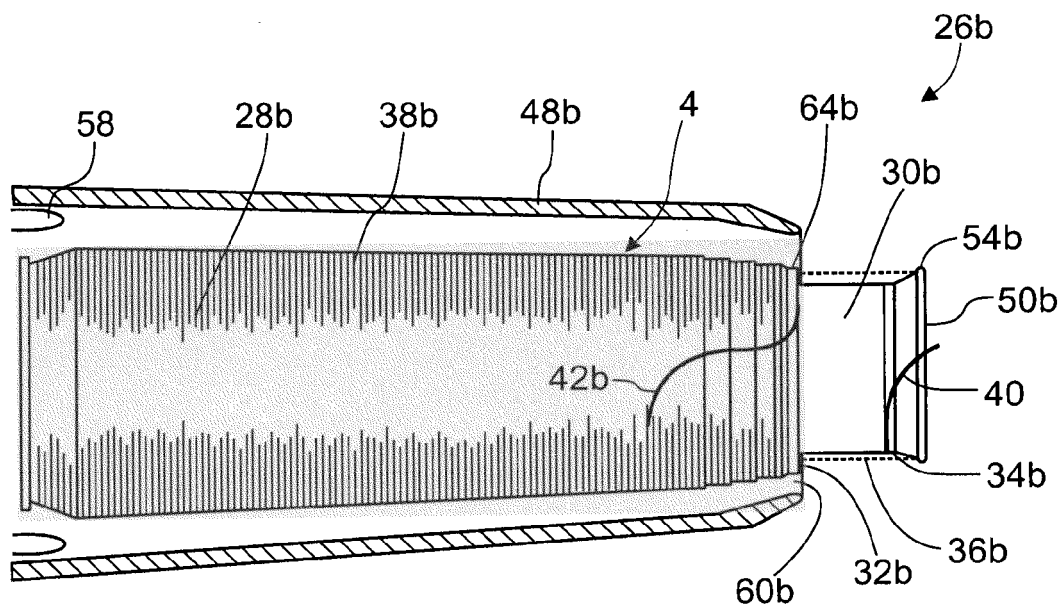


Fig. 3

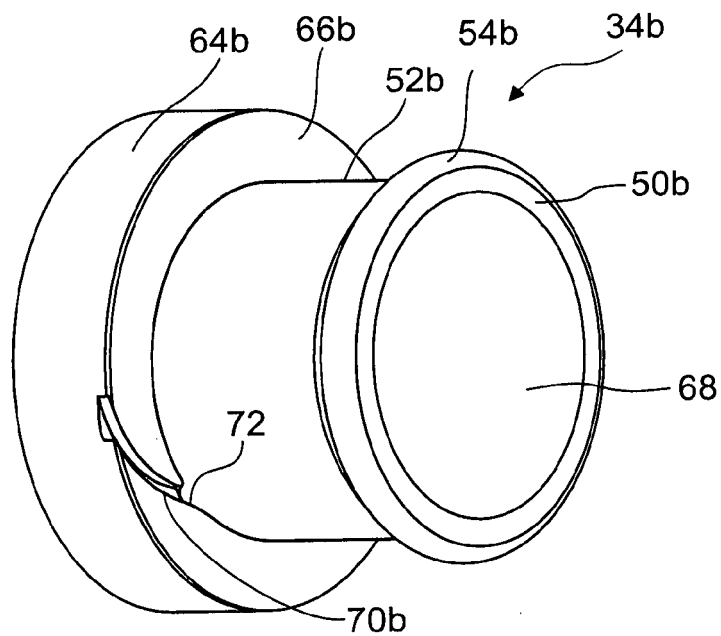


Fig. 4

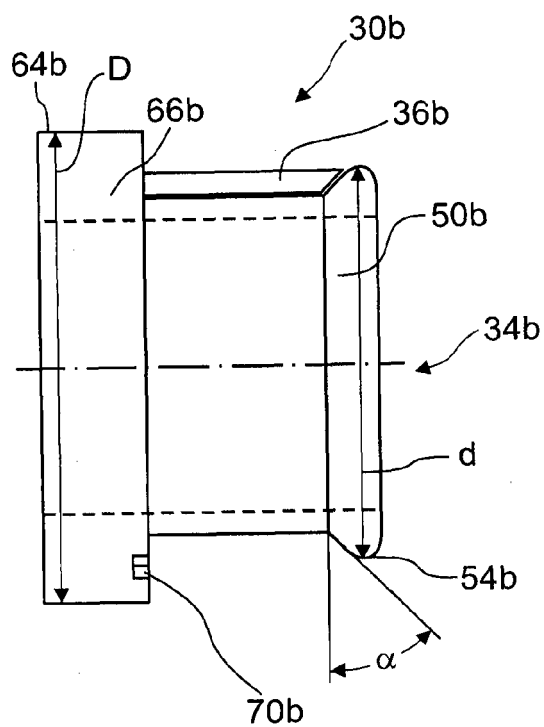


Fig. 5

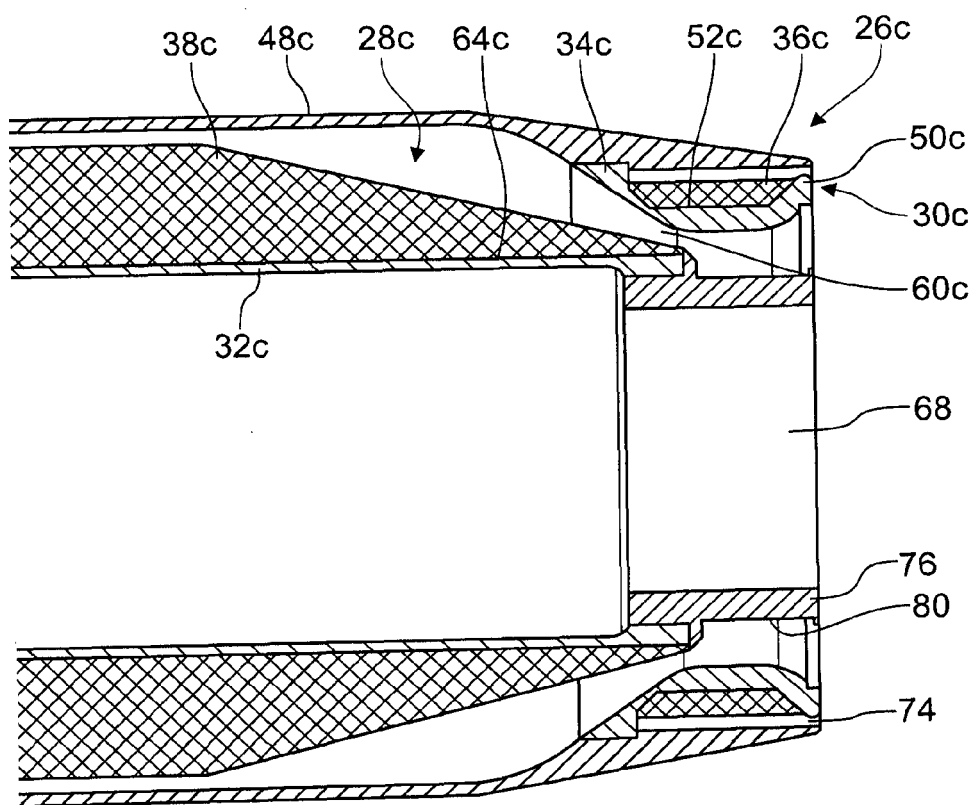


Fig. 6

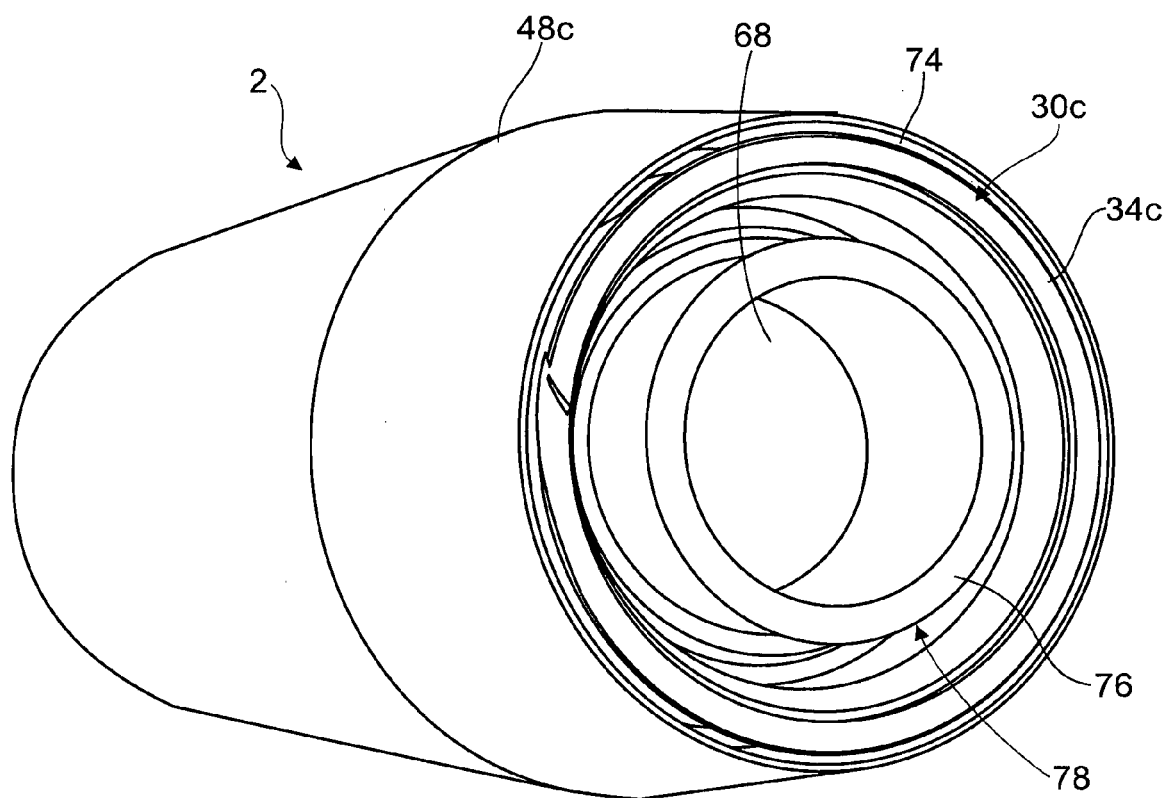


Fig. 7

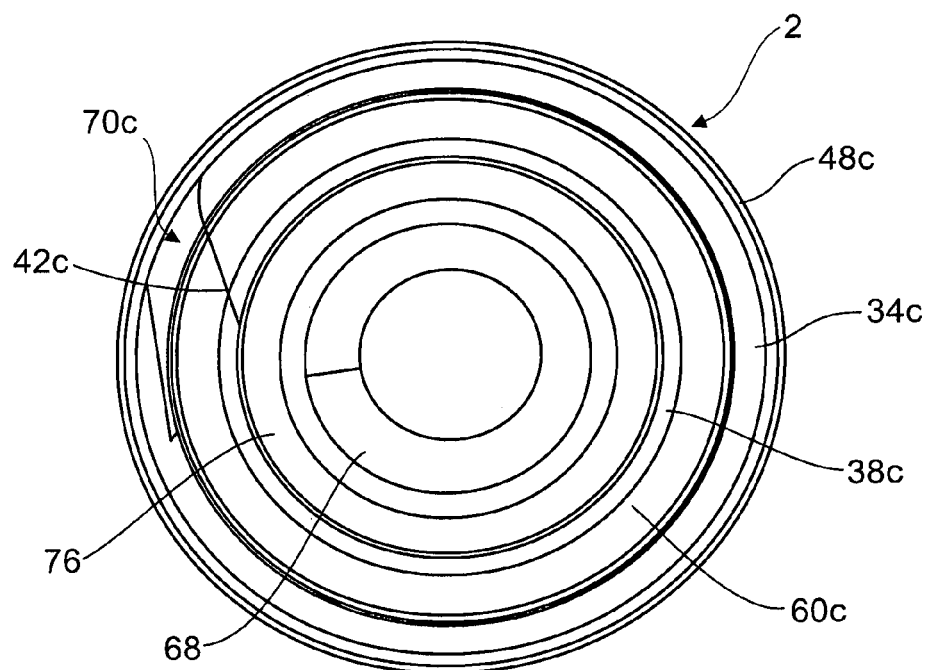
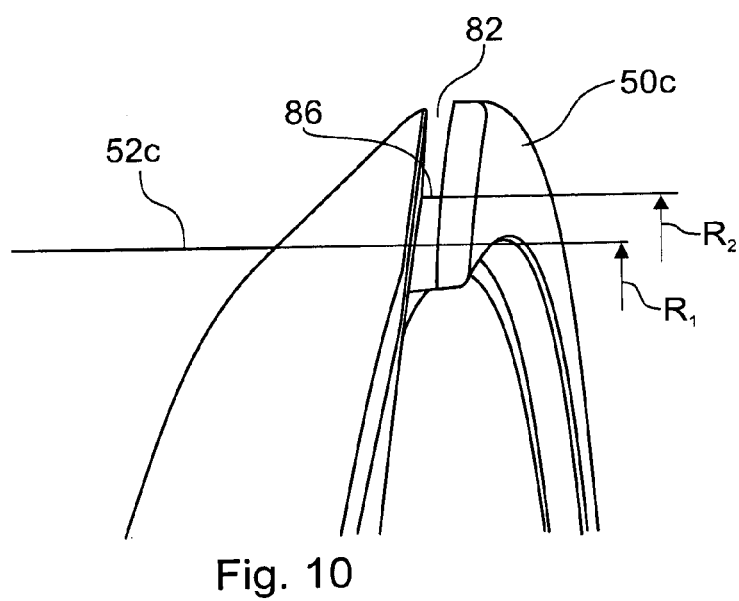
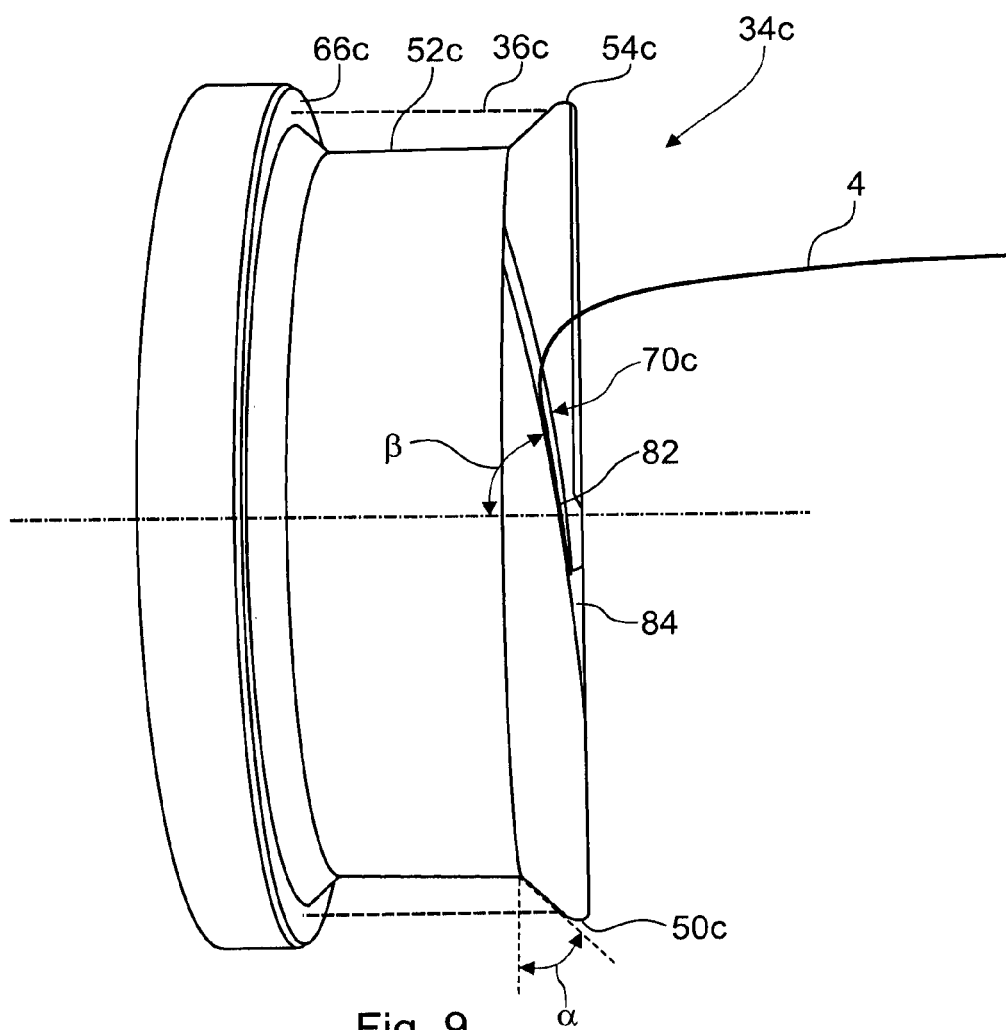


Fig. 8



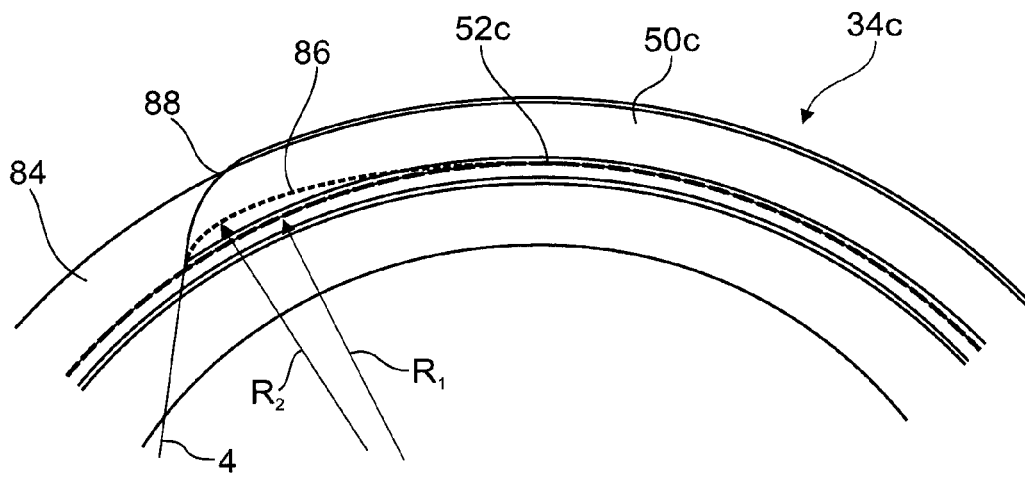


Fig. 11

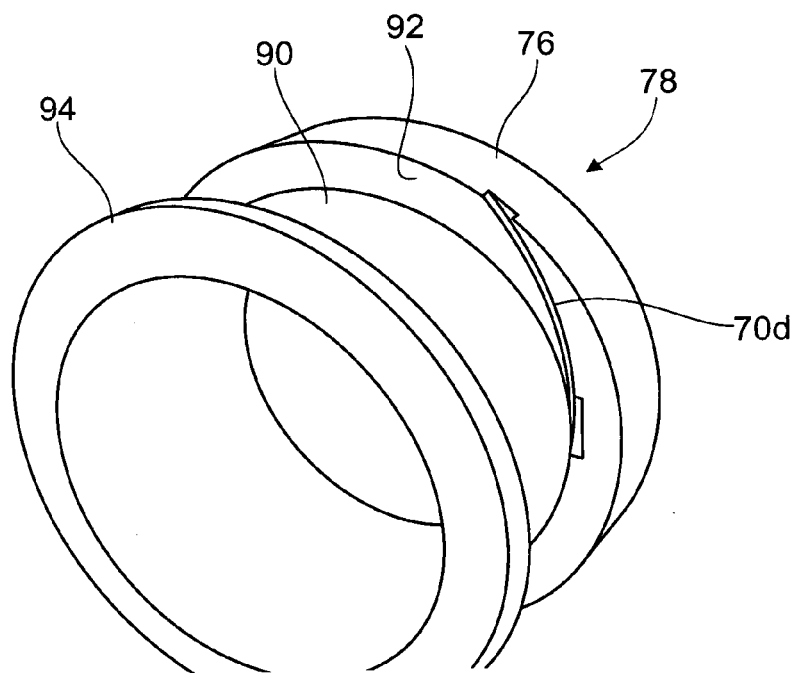


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 00 4051

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2004 024858 A1 (DIEHL BGT DEFENCE GMBH & CO KG [DE]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15)	1-5,10, 13-16, 19-24	INV. F42B15/04
Y	* Absatz [0031] - Absatz [0037]; Abbildungen 1-4 *	6-9,17, 18	ADD. F42B15/20
Y	FR 2 703 863 A1 (AEROSPATIALE [FR]) 14. Oktober 1994 (1994-10-14) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 17 *	6-9,17, 18	
X	DE 38 18 840 C1 (DEUTSCHE AEROSPACE [DE]) 20. Januar 1994 (1994-01-20) * Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 29; Abbildungen 3-4 *	1,3,24	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F42B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		24. April 2015	Beaufumé, Cédric
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 00 4051

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-04-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004024858 A1	15-12-2005	KEINE	
FR 2703863 A1	14-10-1994	KEINE	
DE 3818840 C1	20-01-1994	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004024858 A1 [0003]