



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 054 053 A1** 2009.05.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 054 053.3**

(22) Anmeldetag: **13.11.2007**

(43) Offenlegungstag: **20.05.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B64C 1/06** (2006.01)  
**F16B 7/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwaltskanzlei Kanzlei Schatt IP, 80331 München**

(72) Erfinder:

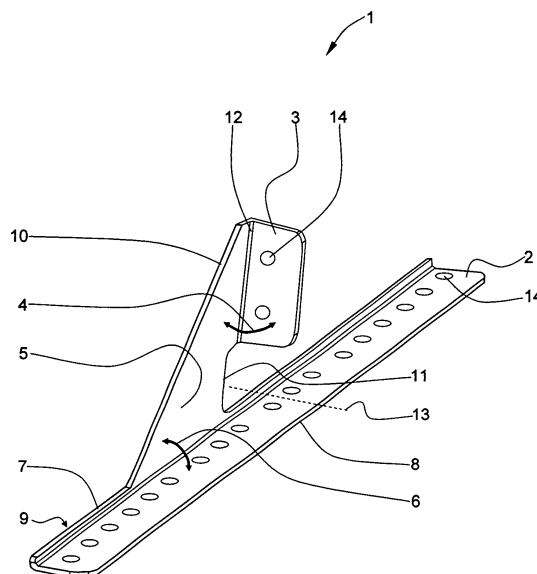
**Tacke, Stefan, 21614 Buxtehude, DE; Roming, Thorsten, 21709 Himmelpforten, DE; Edelmann, Klaus, 28199 Bremen, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Kupplungselement zur Verbindung von zwei Längsversteifungselementen**

(57) Hauptanspruch: Kupplungselement (1, 15, 47) zur Verbindung von zwei Längsversteifungselementen, insbesondere zwei Stringern (38, 39) mit einer T-förmigen, Z-förmigen oder  $\Omega$ -förmigen Querschnittsgeometrie, zum Zusammenfügen von zwei Rumpfsektionen (32, 33) eines Flugzeugs mittels mindestens einer Querstoßlasche (37) unter Bildung einer Quernaht (34), wobei beide Rumpfsektionen (32, 33) jeweils mit einer Rumpfhaut (35, 36) versehen sind und eine Vielzahl von Längsversteifungselementen sowie Ringspannten (41) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungselement (1, 15, 47) einen Fußflansch (2, 16, 46) zur Anbindung der zwei zu verbindenden Längsversteifungselemente und einen an diesem angeordneten und zu diesem winklig verlaufenden Spantflansch (3, 17, 48) zur Anbindung eines Ringspanns (41) aufweist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kupplungselement zur Verbindung von zwei Längsversteifungselementen, insbesondere von Stringern mit einer T-förmigen, Z-förmigen oder  $\Omega$ -förmigen Querschnittsgeometrie, insbesondere zum Zusammenfügen von zwei Rumpfsektionen eines Flugzeugs mittels mindestens einer Querstoßlasche unter Bildung einer Quernaht, wobei beide Rumpfsektionen mit einer Rumpfpzellenhaut versehen sind und eine Vielzahl von Längsversteifungselementen sowie Ringspannten aufweisen.

**[0002]** Moderne Flugzeuge und insbesondere Passagierflugzeuge werden heutzutage überwiegend in Sektionsbauweise hergestellt. Hierbei wird eine Vielzahl von vorgefertigten, tonnenartigen Rumpfsektionen unter Bildung von umlaufenden Quernähten zur Bildung der kompletten Flugzeugrumpfszelle zusammengefügt. Jede Rumpfsektion umfasst eine Vielzahl von bevorzugt gleichmäßig hintereinander angeordneten Ringspannten, die mit einer umlaufenden Rumpfpzellenhaut beplankt ist. Zur weiteren Aussteifung der Rumpfsektion ist zwischen jeweils zwei Ringspannten eine Vielzahl von Längsversteifungselementen mit der Rumpfpzellenhaut verbunden. Die Längsversteifungselemente, bei denen es sich in der Regel um so genannte "Stringer" bzw. Stringerprofile handelt, verlaufen im Wesentlichen jeweils parallel zu einer Längsachse der Rumpfsektion und sind innen-seitig über den Umfang der Rumpfsektion gleichmäßig zueinander beabstandet angeordnet. Die jeweils parallel zueinander verlaufenden Längsversteifungselemente bzw. Stringerprofile können eine Z-förmige, eine L-förmige, eine  $\Omega$ -förmige oder andere Querschnittsgeometrien aufweisen. Sowohl die Rumpfpzellenhaut, als auch die Ringspannten und die Längsversteifungselemente können mit einem Aluminiumlegierungsmaterial, mit einem faserverstärkten Kunststoffmaterial wie beispielsweise einem kohlefaser-verstärkten Epoxidharz oder in einer so genannten Hybrid-Bauweise auch mit einer Kombination der genannten Werkstoffe gebildet sein. Zur Verbindung von zwei Rumpfsektionen unter Bildung jeweils einer umlaufenden Quernaht ist eine Vielzahl von weiteren Bauteilen erforderlich.

**[0003]** Die Rumpfpzellenhäute werden zunächst mit einer zumindest bereichsweise umlaufenden Querstoßlasche bevorzugt auf Stoß verbunden. Ein im Bereich der Quernaht positionierter, umlaufender Ringspant wird mit einer Vielzahl von umfangsseitig am Ringspant angeordneten Klampen, sogenannten "Cleats", mit der Querstoßlasche und mindestens einer der beiden aneinander stoßenden Rumpfpzellenhäute zusammengefügt. Auch die übrigen Ringspannte außerhalb der Quernahtbereiche der Rumpfsektion können mit derartigen "Cleats" an die Rumpfpzellenhaut angebunden sein. Die sich jeweils gegenüberliegenden Stringer im Bereich einer Quernaht

werden mit einer Vielzahl von Stringerkupplungen verbunden. Darüber hinaus sind bei der zur Zeit angewendeten Füge-technik zur Querstoßverbindung von zwei Rumpfsektionen eine Vielzahl von Stützelementen vorgesehen, durch die eine Abstützung des Ringspantes im Quernahtbereich gegen Verkippen in Bezug zur Rumpfpzellenhaut erfolgt. Alle erwähnten Bauteile müssen in Bezug zu den Strukturelementen der zu verbindenden Rumpfsektionen exakt positioniert, genauestens gebohrt und durch geeignete Verbindungselemente fest zusammengefügt werden. Darüber hinaus sind insbesondere die Stützwinkel sowie die Stringerkupplungen für jede Querstoßverbindung zwischen zwei Rumpfsektionen in einer Stückzahl vorzuhalten und zu montieren, die in der Regel der Anzahl der in der Rumpfsektion eingebauten Stringer entspricht. Hierbei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Zahl der zur Aussteifung einer Rumpfsektion erforderlichen Stringer im Allgemeinen proportional zu ihren Querschnittsabmessungen steigt, so dass der Montageaufwand bei Rumpfpzellen mit großen Querschnittsabmessungen erheblich zunimmt. Darüber hinaus müssen sämtliche Bohrlöcher aufwändigen Abdichtungs- und Korrosionsschutzprozeduren unterzogen werden.

**[0004]** Als Verbindungselemente kommen jeweils in Abhängigkeit von den für die zu fügenden Rumpfsektionen eingesetzten Materialarten beispielsweise Nitelemente oder Schrauben in Betracht. Alternativ können thermische Fügeverfahren Anwendung finden. Faserverstärkte Kunststoffmaterialien können hingegen alternativ auch durch Klebeverbindungen gefügt werden, so dass das Einbringen von Befestigungsbohrungen entbehrlich ist.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kupplungselement für Stringer bereitzustellen, durch das die Anzahl von Kupplungselementen zur Herstellung einer Querstoßverbindung zwischen zwei zusammen zu fügenden Rumpfsektionen verringert werden kann, um den Montageaufwand bei der Montage von Rumpfsektionen zu einer kompletten Rumpfszelle für Flugzeuge zu minimieren.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Kupplungselement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0007]** Nach der Erfindung ist insbesondere ein Kupplungselement mit einem Fußflansch zur Anbindung der zwei zu verbindenden Längsversteifungselemente und einem an dem Fußflansch angeordneten und zu diesem winklig verlaufenden Spantflansch zur Anbindung eines Ringspantes vorgesehen. Insbesondere können die Mittelebenen des Fußflansches und des Spantflansches senkrecht zueinander verlaufen. Der Fußflansch und der Spantflansch sind insbesondere plattenförmig gebildet und können ins-

besondere einstückig hergestellt sein.

**[0008]** Dadurch, dass das Kupplungselement einen Fußflansch zur Anbindung von zwei zu verbindenden Längsversteifungselementen, insbesondere zwei Stringern, und einen hierzu winklig und insbesondere im Wesentlichen senkrecht angeordneten Spantflansch zur Anbindung eines Ringspantes aufweist, ist ein separater Einbau von Stützwinkeln zur Sicherung des Ringspantes gegenüber seitlichen Kippbewegungen in Relation zur Rumpfwand nicht mehr erforderlich, wodurch sich der zur Herstellung einer Querstoßverbindung zwischen zwei Rumpfwandteilen unter Schaffung einer umlaufenden Quernaht erforderliche Montageaufwand signifikant reduziert. Das erfindungsgemäße Kupplungselement zur Verbindung von Stringern übernimmt in einem einzigen integralen Bauteil gleichermaßen die Funktion des Zusammenfügens der Stringer, der Anbindung der Stringer an die Rumpfwand bzw. die Querstoßlasche und einer zusätzlichen Verkippsicherung der Ringspante.

**[0009]** Die mechanische Verbindung der Stringer erfolgt mittels des erfindungsgemäßen Kupplungselements im Wesentlichen nur noch im Fußbereich der Stringer.

**[0010]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung geht eine Längsseite des Fußflansches in ein im Wesentlichen dreieckförmiges und im Wesentlichen senkrecht, d. h.  $90^\circ \pm 15^\circ$ , stehendes Flächenelement oder Verbindungsstück über, an das winklig und insbesondere unter einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  der Spantflansch anschließt.

**[0011]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist der Fußflansch insbesondere als längliche Platte ausgebildet, und von einem Rand des Fußflansches aus erstreckt sich das ebenfalls plattenförmige Verbindungsstück. Die Mittelebenen des Fußflansches und des Verbindungsstücks verlaufen winklig und insbesondere in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  zueinander. Insbesondere weist das Verbindungsstück zwischen dem Anschlussbereich des Verbindungsstücks und des Fußflansches und dem Anschlussbereich des Verbindungsstücks und des Spantflansches zwei freiliegende Kantenlinien auf, die jeweils von einer Kante des Fußflansches zu einer Kante des Spantflansches verläuft. Dabei verlaufen die freiliegenden Kantenlinien insbesondere winklig zueinander, wobei die freiliegenden Kantenlinien abschnittsweise geradlinig gebildet sind und deren Richtungen von dem Fußflansch ausgehend in einem spitzen Winkel aufeinander zu laufen. Eine oder beide freiliegenden Kantenlinien können auch kurvenförmig verlaufen, wobei sich die voranstehend bezeichneten Richtungen aus der Schwerpunktlinien der jeweiligen Kantenlinie ist.

**[0012]** Der Fußflansch, der Spantflansch und der zwischen diesen gelegene Verbindungsstück sind insbesondere plattenförmig gebildet und können insbesondere zusammen ein einstückig hergestelltes Bauteil bilden.

**[0013]** Diese Ausgestaltung ermöglicht eine einfache Herstellung des Kupplungselements, die beispielsweise für den Fall, dass das Kupplungselement mit einem Aluminiumlegierungs-Material gebildet ist, neben weiteren, insbesondere spanenden Bearbeitungsschritten, lediglich zwei Umformschritte zur Ausbildung des Fußflansches und des Spantflansches umfasst.

**[0014]** Darüber hinaus erlaubt die relativ geringe Anzahl der zueinander senkrecht stehenden Flächen des Kupplungselements die Fertigung mit einem faserverstärkten Kunststoffmaterial, wobei die Verstärkungsfasern bevorzugt kraftflussorientiert ausgerichtet sind.

**[0015]** Eine Weiterbildung des Kupplungselements sieht vor, dass das Flächenelement zur Ausbildung des Spantflansches im Wesentlichen mittig auf dem Fußflansch positioniert ist. Infolge dieser Anordnung ist eine statisch günstige Einleitung der aufzufangenden Kippmomente des Ringspantes in den Fußflansch des Kupplungselements und damit in die Stringer sowie die darunter verlaufende Rumpfwand möglich.

**[0016]** Nach Maßgabe einer weiteren Fortbildung ist das Kupplungselement einstückig ausgestaltet und insbesondere einstückig hergestellt. Hierdurch wird die zur Herstellung einer Querstoßverbindung zwischen zwei Rumpfwandteilen notwendige und vorzuhaltende Anzahl von Bauteilen maßgeblich reduziert und der Montageaufwand minimiert.

**[0017]** Eine weitere Fortbildung des Kupplungselements sieht vor, dass das Kupplungselement bereits herstellungsseitig mit einer Mehrzahl oder Vielzahl von exakt positionierten Bohrungen zur Einbringung von Verbindungselementen versehen ist. Die exakt vorpositioniert eingebrachten Bohrungen erleichtern die Ausrichtung des Kupplungselements im Bereich der Quernaht beim Zusammenfügen der Rumpfwandteilen. Daneben können die Bohrungen zur Führung des Bohrwerkzeugs beim Einbringen der erforderlichen Befestigungsbohrungen in Strukturelemente der Rumpfwandteilen beitragen. Bei den Strukturelementen handelt es sich unter anderem um die beiden bevorzugt auf Stoß zu verbindenden Rumpfwandhäute, die Ringspante, die Klampen zur Anbindung der Ringspante an die Rumpfwandhäute bzw. die Querstoßlaschen, die Querstoßlaschen selbst und die Stringer bzw. die Längsversteifungselemente. Gleichzeitig wird durch die Vorbohrungen die Menge der zu entsorgenden Späne und der Montageauf-

wand vermindert. Die Vielzahl von Bohrungen, die in der Form eines Bohrungsrasters innerhalb des Kupplungselements eingebracht sind, erlauben darüber hinaus eine in weiten Grenzen ortsvariable Befestigung des Kupplungselements bzw. eine räumlich flexible Anbindung der Strukturelemente an das Kupplungselement.

**[0018]** Nach Maßgabe einer weiteren Ausgestaltung des Kupplungselements ist vorgesehen, dass das Flächenelement einen Verlängerungsflansch, insbesondere zur seitlichen Anbindung von Stringern mit einer T-förmigen oder einer Z-förmigen Querschnittsgeometrie, aufweist, wobei der Verlängerungsflansch im Wesentlichen senkrecht auf dem Fußflansch steht. Diese Ausführungsvariante des Kupplungselements erlaubt zusätzlich zur Verbindung der Stringer untereinander im Bereich des Stringerfußes und mit der Rumpfpfellenhaut bzw. den Querstoßlaschen ergänzend eine Verbindung zwischen mindestens einer im Wesentlichen senkrecht zur Rumpfpfellenhaut stehenden Stringerflanke mit dem Kupplungselement, wodurch die mechanische Belastbarkeit der durch das Kupplungselement verbundenen Stringer im Bedarfsfall weiter gesteigert wird.

**[0019]** Weiterhin ist nach der Erfindung eine Kombination aus einem Längsversteifungselement, einem Ringspant und einem Kupplungselement einer Ausführungsform nach der Erfindung vorgesehen.

**[0020]** In der Zeichnung zeigen:

**[0021]** [Fig. 1](#) Ein Kupplungselement für Längsversteifungselemente, insbesondere Stringer, im Bereich einer Quernaht zwischen zwei zusammen zu fügenden Rumpfpfellen, und

**[0022]** [Fig. 2](#) eine Ausführungsvariante des Kupplungselements und

**[0023]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht der ersten Ausführungsvariante im eingebauten Zustand im Bereich einer Quernaht zwischen zwei zusammen gefügten Rumpfpfellen.

**[0024]** In der Zeichnung können dieselben konstruktiven Elemente jeweils die gleiche Bezugsziffer aufweisen.

**[0025]** Die [Fig. 1](#) zeigt ein Kupplungselement nach der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht. Das einstückige Kupplungselement **1** weist auf: einen länglichen Fußflansch **2** mit vorzugsweise parallelen Längsrändern zur Anbindung eines in der [Fig. 1](#) nicht eingezeichneten Längsversteifungselements, insbesondere eines Stringers, sowie einen Spantflansch **3** zur Anbindung eines nicht dargestellten Ringspantes in einer Rumpfpfellen eines Flugzeugs. Der Spant-

flansch **3** schließt unter einem Winkel **4** von etwa  $90^\circ$ , insbesondere von  $90^\circ \pm 15^\circ$ , an ein vorzugsweise im Wesentlichen dreieckförmiges Flächenelement **5** oder plattenförmiges Verbindungsstück an. Das Flächenelement **5** schließt wiederum unter einem Winkel **6** von ungefähr  $90^\circ$ , insbesondere  $90^\circ \pm 15^\circ$ , an den Fußflansch **2** an. Das Verbindungsstück **5** ist zwischen dem Spantflansch **3** und dem Fußflansch **2** gelegen. Der Fußflansch **2** kann insbesondere eine im Wesentlichen rechteckförmige Geometrie mit zwei parallel zu einander verlaufenden Längsrändern, d. h. Längskanten oder Längsseiten **7,8** aufweisen, wobei der Spantflansch **3** bzw. das insbesondere dreieckförmige Flächenelement **6** an der (hinteren) Längsseite **7** anschließen. An demjenigen Längsrand **7** des Fußflansches, von dem aus sich das Verbindungsstück **5** erstreckt, ist eine Aufkantung **9** zur Erhöhung der Biegesteifigkeit des Fußflansches **2** vorgesehen, von dessen Rand aus sich das Verbindungsstück **5** erstreckt. Vorzugsweise beträgt die Breite der Aufkantung weniger als 20% der Breite des Fußflansches **2**. Die Aufkantung ist vorzugsweise mit einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  vorgesehen.

**[0026]** Das Flächenelement **5** umfasst eine in Bezug zur Richtung des Längsrandes **8** des Fußflansches **2** geneigte, d. h. winklig verlaufende Schrägkante **10**, eine in Bezug auf die Richtung des Längsrandes **7** senkrecht oder zu dieser in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  verlaufende Hinterkante **11** sowie eine winklig und insbesondere in etwa senkrecht ( $90^\circ \pm 15^\circ$ ) zum Fußflansch **2** (zur Mittelebene desselben) verlaufende Kantenlinie **12**, an der der Spantflansch **3** an das Flächenelement **5** anschließt oder in dem der Spantflansch **3** in das Flächenelement **5** übergeht. Insbesondere verläuft die Richtung der Kantenlinie **10** in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  zur Mittelebene des Fußflansches in dessen Längserstreckung. Die Kantenlinie **12** verläuft ungefähr im Bereich einer den Fußflansch **2** hälftig teilenden Mittellinie **13**, d. h. die Verlängerung der Kantenlinie **10** trifft auf die Ebene des Fußflansches in einem Bereich von 20% der Längserstreckung des Fußflansches seitlich dessen Mittellinie in Bezug auf dessen Längserstreckung. Die beschriebene Positionierung des dreieckförmigen Flächenelements **5** bzw. des daran angeordneten Spantflansches **3** auf dem Fußflansch **2** ermöglicht eine statisch günstige Einleitung von Kippmomenten, die ausgehend vom Spantflansch **3** in das Kupplungselement **1** bzw. den Fußflansch **2** eingeleitet werden.

**[0027]** Sowohl der Fußflansch **2** als auch der Spantflansch **3** sind mit einer Vielzahl von Bohrungen versehen, von denen lediglich eine Bohrung **14** repräsentativ für die Übrigen mit einer Bezugsziffer versehen ist. Die Bohrungen **14** sind bevorzugt rasterförmig in den Fußflansch **2** sowie den Spantflansch **3** eingebracht, um eine örtlich variable Positionierung des Kupplungselements **1** und/oder eine flexible An-

bindung weiterer Bauteile an das Kupplungselement **1** zu ermöglichen. Die Bohrungen dienen zur Durchführung in der [Fig. 1](#) nicht dargestellter Verbindungselemente, wie beispielsweise Nieten, Schrauben oder dergleichen. Alternativ kann das Kupplungselement auch mittels thermischer Schweißverfahren mit den weiteren Komponenten der Rumpfpzellenstruktur verbunden werden.

**[0028]** Das Kupplungselement **1** kann mit einem Aluminiumlegierungsmaterial, mit einer Titanlegierung, mit einer Edelstahllegierung, mit einem faserverstärkten Kunststoffmaterial, mit Glare® oder einer beliebigen Kombination der genannten Materialien gebildet sein. Bei dem Material Glare® handelt es sich um einen vielschichtigen Lagenaufbau, in dem die Lagen aus Aluminiumlegierungsmaterial jeweils durch vollflächige Klebeschichten miteinander verklebt sind. Als faserverstärkte Kunststoffmaterialien kommen bevorzugt kohlefaserverstärkte Epoxidharze in Betracht. Die Klebeschichten können beispielsweise mit einem glasfaserverstärkten Polyester- oder Epoxidharz gebildet sein.

**[0029]** Die [Fig. 2](#) zeigt eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Kupplungselements. Ein Kupplungselement **15** umfasst unter anderem einen Fußflansch **16** und einen Spantflansch **17**, die jeweils plattenförmig gebildet sind. Der Spantflansch **17** schließt unter einem Winkel **18** an ein etwa dreieckförmiges Flächenelement **19** an. Zwischen dem Flächenelement **19** und dem Fußflansch **16** besteht ein Winkel **20** von  $90^\circ \pm 15^\circ$ , d. h. die Mittelebenen in deren Längserstreckung gesehen verlaufen in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  zueinander. Der Fußflansch **16** weist vorzugsweise eine rechteckförmige Gestalt mit zwei parallel zueinander verlaufenden Längsseiten **21**, **22** und in der Figur nicht mit Bezugszeichen versehenen Querseiten auf, wobei im Bereich der in der Draufsicht der [Fig. 2](#) linken Längsseite **21** eine Aufkantung **23** vorgesehen ist. Die Aufkantung ist ein mit seiner Mittelebene winklig zur Mittelebene des übrigen Teils oder Grundkörpers des Fußflansches verlaufender Randbereich des Fußflansches, wobei der Randbereich längs eines Seitenrandes und vorzugsweise mit gleichbleibender Breite verläuft. Das Flächenelement oder das Verbindungsstück **19** weist auf: eine zwischen dem benachbarten Längsrand des Fußflansches und einem Seitenrand des Spantflansches sich freiliegend erstreckende Schrägkante **24** sowie eine vorzugsweise zur Mittelebene des Fußflansches **16** in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  und insbesondere  $90^\circ$  verlaufende Hinterkante **25** sowie eine in Bezug auf die Mittelebene des Fußflansches **16**, in dessen Längsrichtung gesehen, in einem Winkel von  $90^\circ \pm 15^\circ$  und insbesondere  $90^\circ$  verlaufende Kantlinie **26**. Die Schrägkante **24** kann in einem Winkel von 30 bis  $60^\circ$  zur Mittelebene des Fußflansches **16**, in dessen Längsrichtung gesehen, verlaufen. Die Kantlinie **26** bildet eine "gedachte" Trennungslinie

zwischen dem Spantflansch **17** und dem Flächenelement **19**, d. h. in der Kantlinie gehen der Spantflansch **17** und der Flächenelement **19**, die miteinander einstückig gebildet oder hergestellt sind, über. Eine nach unten, d. h. zur Mittelebene des Fußflansches **16** hin gedachte Verlängerung der Kantlinie **26** trifft in einem Bereich des Fußflansches auf, der sich in Längsrichtung zu beiden Seiten der Mittellinie **27** der Längserstreckung, die den Fußflansch **16** also hälftig unterteilt, um 20% der Längserstreckung erstreckt. Infolge der gezeigten Positionierung des Flächenelements **19** auf dem Fußflansch **16** ist eine wirkungsvolle Überleitung von am Spantflansch **17** angreifenden Momenten und Kräften auf den Fußflansch **16** gegeben. Sowohl der Fußflansch **16** als auch der Spantflansch **17** sind mit einer Vielzahl von Bohrungen **28** versehen.

**[0030]** Im Unterschied zu der im Rahmen der [Fig. 1](#) bereits beschriebenen Ausführungsform des Kupplungselements **1** verfügt das Kupplungselement **15** – bei ansonsten ähnlichem Aufbau – über einen Verlängerungsflansch **29** mit mehreren Bohrungen **30**. Der Verlängerungsflansch **29** ist im Verbindungsbereich zwischen dem längeren freiliegenden Rand des Verbindungsstücks **19** und dem anliegenden Längsrand des Fußflansches **16** gelegen und ist einstückig hergestellt mit dem Fußflansch **16** und dem Verbindungsstück **16**. Im Bereich des Flächenelements **19** und des Verlängerungsflansches **29** weist der Fußflansch **16** vorzugsweise eine im Wesentlichen L-förmige Querschnittsgeometrie auf, wohingegen die Querschnittsgeometrie des Fußflansches **16** in den übrigen Bereichen – abgesehen von der geringfügigen Aufkantung **23** – im Wesentlichen rechteckförmig ist. Der Verlängerungsflansch **29** stellt praktisch eine einseitige "Fortsetzung" des im Wesentlichen dreieckförmigen Flächenelements **19** dar. Im Fall einer zumindest bereichsweisen Verklebung des Kupplungselements **15** können die Bohrungen **18**, **30** zumindest teilweise entfallen.

**[0031]** Mittels des Verlängerungsflansches **29** ist es möglich, in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) nicht dargestellte Stringerprofile als Längsversteifungselemente in Rumpfsektionen (vgl. [Fig. 3](#)) nicht nur im Bereich des Stringerfußes, sondern zusätzlich im Bereich einer im Wesentlichen senkrecht zum Stringerfuß stehenden Stringerflanke mit dem Kupplungselement **15** zu verbinden, um hierdurch die mechanische Belastbarkeit bzw. Verbindungssteifigkeit von mittels des Kupplungselements **15** zu verbindenden Stringern in einem Quernahtbereich zwischen zwei zusammen zu fügenden Rumpfsektionen zu erhöhen.

**[0032]** Hinsichtlich der zur Herstellung des Kupplungselements **15** einsetzbaren Materialien kann auf die im Rahmen der Beschreibung des Kupplungselements **1** weiter oben gemachten Ausführungen verwiesen werden (vgl. [Fig. 1](#)).

**[0033]** Die [Fig. 3](#) zeigt ein nach Maßgabe der Darstellung der [Fig. 1](#) ausgestaltetes Kupplungselement im eingebauten Zustand in einem Quernahtbereich zwischen zwei Rumpfsektionen einer Rumpfpzellenstruktur eines Flugzeugs in einer perspektivischen Ansicht.

**[0034]** Eine Rumpfpzellenstruktur **31** umfasst unter anderem zwei Rumpfsektionen **32, 33**, die im Bereich einer Quernaht **34** zusammen gefügt sind. Die Rumpfpzellenhäute **35, 36** der beiden Rumpfsektionen **32, 33** sind mittels einer konventionellen Querstoßlasche **37** unter gleichzeitiger Schaffung der Quernaht **34** zusammen gefügt. Auf den Rumpfpzellenhäuten **35, 36** sind eine Vielzahl von Stringern **38, 39** als Längsversteifungselemente angeordnet bzw. befestigt. Die Stringer **38, 39** fluchten im Bereich der Quernaht **34**, was im Übrigen auch für die weiteren Stringerpaarungen im Quernahtbereich gilt, um eine weitgehend spannungsfreie Verbindung mittels der erfindungsgemäßen Kupplungselemente zu gewährleisten.

**[0035]** Im Bereich der Quernaht **34** sind mehrere (Verbindungs-)Klappen (so genannte "Cleats"), von denen lediglich eine Klampe **40** mit einer Bezugsziffer versehen ist vorgesehen. Ein Ringspant **41** bzw. ein Ringspantsegment ist mittels einer Vielzahl von Nieten, von denen lediglich ein Nietenstellvertretend für die Übrigen mit einer Bezugsziffer **42** versehen ist, über die Klappen **40** sowie die darunter verlaufende Querstoßlasche **37** mit den Rumpfpzellenhäuten **35, 36** verbunden.

**[0036]** Die Stringer **38, 39** weisen jeweils eine umgekehrt T-förmige Querschnittsgeometrie auf. So weist beispielsweise der mittlere vordere Stringer **38** – repräsentativ für alle Übrigen – einen senkrechten Steg **43** auf, der an einem unteren Ende mit beidseitig anschließenden, jeweils entgegen gerichtet weisenden Fußflanschen **44, 45** versehen ist.

**[0037]** Der rechte Fußflansch **45** des Stringers **38** ist mit einem Fußflansch **46** eines Kupplungselements **47** verbunden. Ein Spantflansch **48** des Kupplungselements **47** ist mit der Klampe **40** bzw. dem Ringspant **41** verbunden. Der konstruktive Aufbau des Kupplungselements **47** ist identisch mit dem des bereits im Rahmen der Beschreibung der [Fig. 1](#) erläuterten konstruktiven Aufbau des Kupplungselements **1**. Über ein im Wesentlichen dreieckförmiges Flächenelement **49** werden Kippmomente und Kräfte des Ringspantes **41** in Richtung eines Pfeils **50** vom Spantflansch **48** mittels des Flächenelements **49** auf den Fußflansch **46** des Kupplungselements **47** übergeleitet. Die mechanische Verbindung zwischen dem Kupplungselement **47**, dem rechten Fußflansch **45** des Stringers **38** und der darunter liegenden Rumpfpzellenhaut **35** erfolgt bevorzugt durch Nieten, von denen ein Nieten **51** repräsentativ für alle

übrigen mit einer Bezugsziffer versehen ist. Auf die gleiche Weise erfolgt die Anbindung des Spantflansches **48** an die Klampe **40** bzw. den dahinter verlaufenden Ringspant **41**. Sämtliche Nieten **42, 51** bzw. Bohrungen für die Nieten **42, 51** sind bevorzugt rasterförmig angeordnet, um eine gerasterte bzw. gestufte ortsvariable Befestigung des Kupplungselements **47** in Relation zu übrigen Bauteilen der Rumpfpzellenstruktur **31** zu ermöglichen. Der linke Fußflansch **44** des vorderen Stringers **38** ist über ein einfaches, rechteckförmiges bzw. bandförmiges Kupplungselement **52** (teilweise verdeckt) mit dem hinteren Stringer **39** durch eine Vielzahl von Nieten **53** verbunden.

**[0038]** Anstelle der Nieten **42, 51, 53** können als Verbindungselemente beispielsweise Schrauben, Klemmverbindungen oder dergleichen eingesetzt werden. Alternativ ist auch zumindest eine teilweise Verklebung zumindest eines Teils der vorstehend beschriebenen, die Rumpfpzellenstruktur **31** darstellenden Bauteile (Rumpfpzellenhäute, Stringer, Ringspant, Klappen, Kupplungselemente) denkbar. Sämtliche Bauteile der Rumpfpzellenstruktur **31** können beispielsweise mit einer Aluminiumlegierung, mit einer Titanlegierung, mit einer Edelstahllegierung, einem faserverstärkten Kunststoffmaterial oder einer beliebigen Kombination hiervon gebildet sein. Als Faser verstärkte Kunststoffe kommen insbesondere kohlefaserverstärkte Epoxidharze in Betracht.

**[0039]** Die alternative Ausführungsvariante des Kupplungselements **15** nach Maßgabe der [Fig. 2](#) mit einem Verlängerungsflansch im Bereich des Flächenelements ermöglicht über eine bloße Anbindung des Stringerfußflansches hinaus auch eine mechanische Anbindung eines senkrecht stehenden Steges des Stringers bzw. einer senkrechten (Seiten-)Flanke. Diese Ausführungsvariante ist daher insbesondere im Fall der statischen Erforderlichkeit für Stringer mit einer umgekehrt T-förmigen oder Z-förmigen Querschnittsgeometrie vorgesehen (so genannter "Stringer-Web-Anschluss").

**[0040]** Durch die Kupplungselemente **1, 15, 47** zur Verbindung von Stringern wird in einem integralen Bauteil gleichzeitig die Funktion des Zusammenfügens der Stringer, der Anbindung der Stringer an die Rumpfpzellenhaut bzw. an die Querstoßlasche und der Kippsicherung des Ringspantes im Bereich der Querstoßlasche zwischen den Rumpfsektionen verwirklicht, so dass die Anzahl der zusammen zu fügenden Bauteile bei der Schaffung eines Querstoßes zwischen zwei Rumpfsektionen und gleichermaßen der Montageaufwand verringert werden.



## Bezugszeichenliste

1	Kupplungselement
2	Fußflansch
3	Spantflansch
4	Winkel (Spantflansch/Flächenelement)
5	Flächenelement (dreieckförmig)
6	Winkel (Fußflansch/Flächenelement)
7	Längsseite Fußflansch
8	Längsseite Fußflansch
9	Aufkantung
10	Schrägkante
11	Hinterkante
12	Kantlinie
13	Mittellinie
14	Bohrung
15	Kupplungselement
16	Fußflansch
17	Spantflansch
18	Winkel
19	Flächenelement
20	Winkel
21	Längsseite Fußflansch
22	Längsseite Fußflansch
23	Aufkantung
24	Schrägkante
25	Hinterkante
26	Kantlinie
27	Mittellinie
28	Bohrung
29	Verlängerungsflansch
30	Bohrung
31	Rumpfzellenstruktur
32	Rumpfsektion
33	Rumpfsektion
34	Quernaht
35	Rumpfzellenhaut
36	Rumpfzellenhaut
37	Querstoßlasche
38	Stringer (Längsversteifungselement)
39	Stringer (Längsversteifungselement)
40	Klampe
41	Ringspant
42	Nietelement
43	Steg (Stringer)
44	linker Fußflansch (Stringer)
45	rechter Fußflansch (Stringer)
46	Fußflansch (Kupplungselement)
47	Kupplungselement
48	Spantflansch (Kupplungselement)
49	Flächenelement
50	Pfeil
51	Nietelement
52	Kupplungselement (bandförmiges Flachmaterial)
53	Nietelement

## Patentansprüche

## 1. Kupplungselement (1, 15, 47) zur Verbindung

von zwei Längsversteifungselementen, insbesondere zwei Stringern (38, 39) mit einer T-förmigen, Z-förmigen oder  $\Omega$ -förmigen Querschnittsgeometrie, zum Zusammenfügen von zwei Rumpfsektionen (32, 33) eines Flugzeugs mittels mindestens einer Querstoßlasche (37) unter Bildung einer Quernaht (34), wobei beide Rumpfsektionen (32, 33) jeweils mit einer Rumpfzellenhaut (35, 36) versehen sind und eine Vielzahl von Längsversteifungselementen sowie Ringspanten (41) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kupplungselement (1, 15, 47) einen Fußflansch (2, 16, 46) zur Anbindung der zwei zu verbindenden Längsversteifungselemente und einen an diesem angeordneten und zu diesem winklig verlaufenden Spantflansch (3, 17, 48) zur Anbindung eines Ringspantes (41) aufweist.

2. Kupplungselement (1, 15, 47) nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Längsseite (7, 8, 21, 22) des Fußflansches (2, 16, 46) in ein im Wesentlichen dreieckförmiges und im Wesentlichen senkrecht stehendes Flächenelement (5, 19, 49) übergeht, an das unter einem Winkel von etwa 90° der Spantflansch (3, 17, 48) anschließt.

3. Kupplungselement (1, 15, 47) nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Flächenelement (5, 19, 49) im Wesentlichen mittig auf dem Fußflansch (2, 19, 46) positioniert ist.

4. Kupplungselement (1, 15, 47) nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungselement (1, 15, 47) einstückig ausgebildet ist.

5. Kupplungselement (1, 15, 47) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsversteifungselemente im Bereich der Quernaht (34) jeweils gegenüberliegend angeordnet sind.

6. Kupplungselement (1, 15, 47) nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungselement (1, 15, 47) mit einer Vielzahl von Bohrungen (14, 28, 30) zur Einbringung von Verbindungselementen, insbesondere von Nietelementen (42, 51, 53), zur Anbindung der Längsversteifungselemente, insbesondere der Stringer (38, 39), und des Ringspantes (41) versehen ist.

7. Kupplungselement (1, 15, 47) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Flächenelement (19) einen Verlängerungsflansch (29), insbesondere zur seitlichen, insbesondere flankenseitigen, Anbindung von Stringern (38, 39) mit einer T-förmigen oder Z-förmigen Querschnittsgeometrie aufweist, wobei der Verlängerungsflansch (29) im Wesentlichen senkrecht auf dem Fußflansch (16) steht.

8. Kupplungselement (**1, 15, 47**) nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungselement (**1, 15, 47**) mit einem faserverstärkten Kunststoffmaterial und/oder mit einer Metalllegierung gebildet ist.

9. Kupplungselement nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalllegierung eine Aluminiumlegierung, eine Titanlegierung, eine Edelstahllegierung oder eine Kombination hiervon ist.

10. Kupplungselement (**1, 15, 47**) nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungselement (**1, 15, 47**) mit Glare® gebildet ist.

11. Kombination aus einem Längsversteifungselement, einem Ringspant und einem Kupplungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

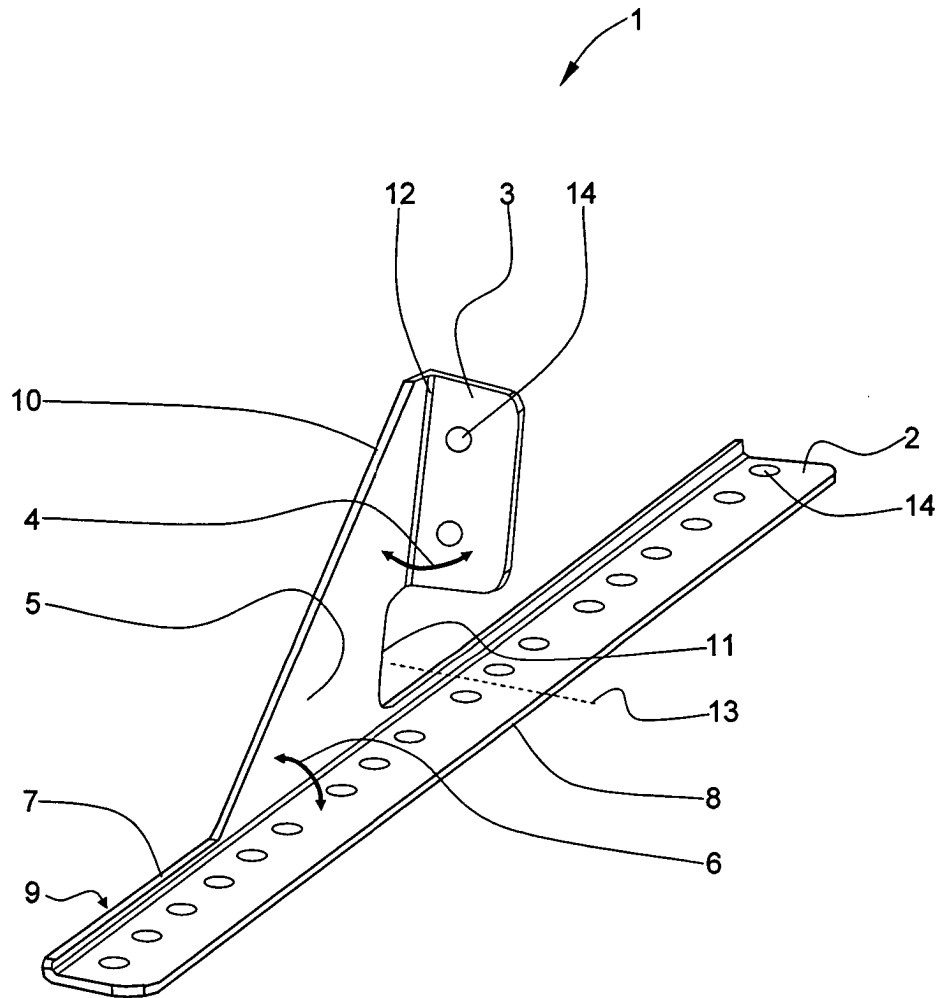
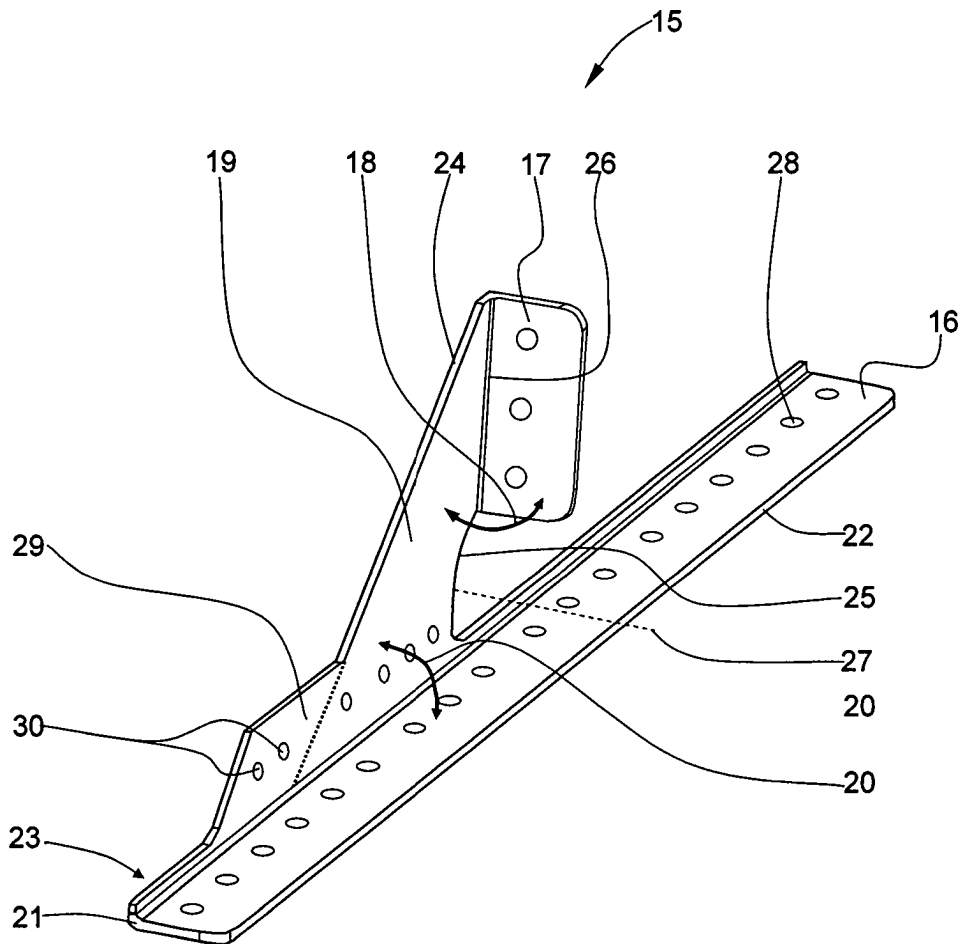
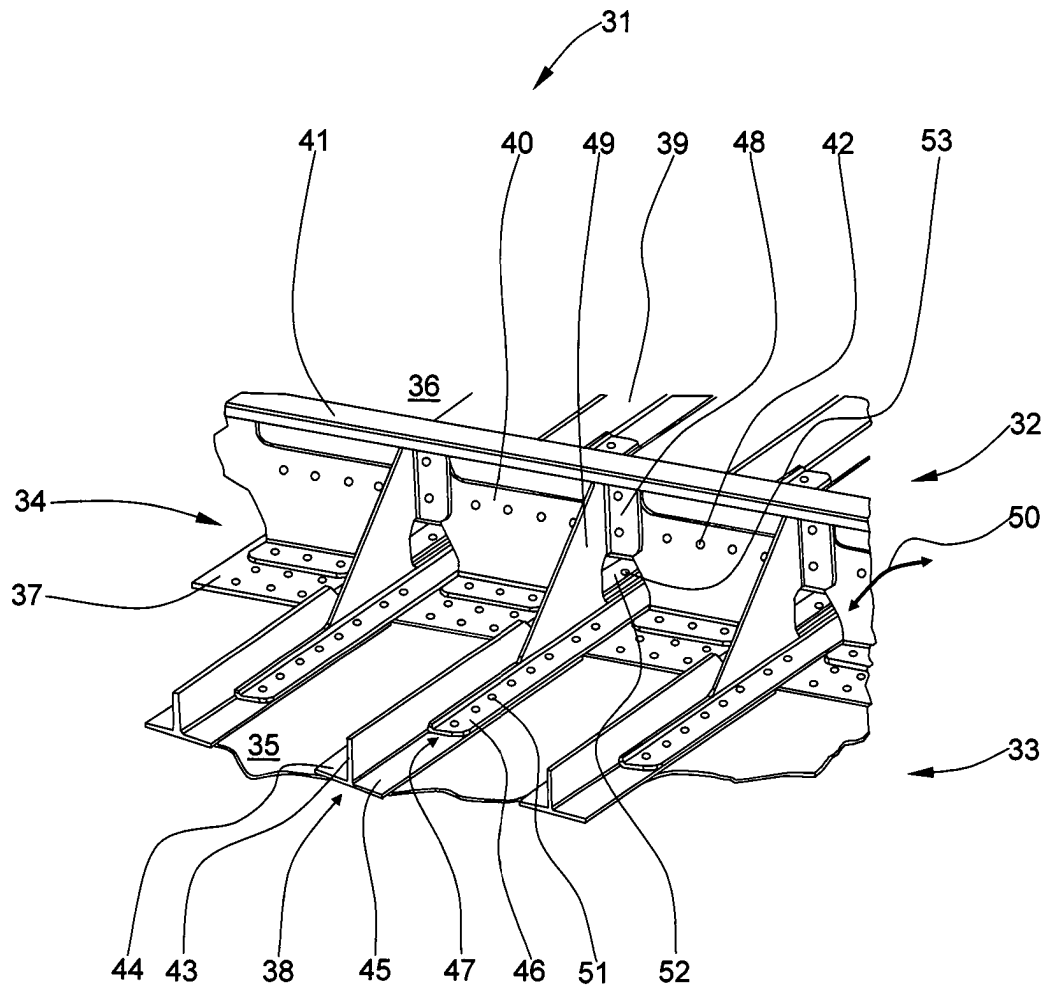


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**