

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50837/2017
(22) Anmeldetag: 02.10.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2019

(51) Int. Cl.: **B23K 20/12** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2008206116 A1
DE 102006000277 A1
US 2007181649 A1

(71) Patentanmelder:
Stirtec GmbH
8141 Premstätten (AT)

(72) Erfinder:
Kallee Stephan Walter Klaus Werner Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
WIRNSBERGER & LERCHBAUM
Patentanwälte OG
8700 Leoben (AT)

(54) **Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile sowie Verbundelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile (2). Um ein Verbundelement (1) aus Bauteilen (2) unterschiedlichster Materialien auf einfache Weise herzustellen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden, wobei Seitenflächen (4) der Bauteile (2) zumindest teilweise fluchtend angeordnet werden, wonach die Bauteile (2) an zumindest einem Teil der fluchtenden Seitenflächen (4) mittels Rührreißschweißen verbunden werden. Weiter betrifft die Erfindung ein Verbundelement (1), aufweisend zumindest zwei flächige, verbundene Bauteile (2).

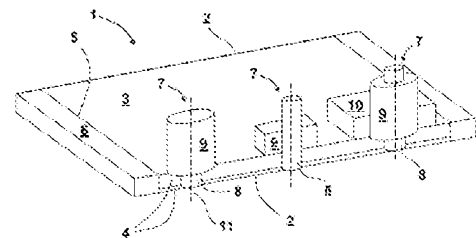


Fig. 1

Zusammenfassung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile (2). Um ein Verbundelement (1) aus Bauteilen (2) unterschiedlichster Materialien auf einfache Weise
- 5 herzustellen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden, wobei Seitenflächen (4) der Bauteile (2) zumindest teilweise fluchtend angeordnet werden, wonach die Bauteile (2) an zumindest einem Teil der fluchtenden Seitenflächen (4) mittels Rührreibschweißen verbunden werden.
- 10 Weiter betrifft die Erfindung ein Verbundelement (1), aufweisend zumindest zwei flächige, verbundene Bauteile (2).

Fig. 1

Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile sowie Verbundelement

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile.

- 5 Weiter betrifft die Erfindung ein Verbundelement, aufweisend zumindest zwei flächige, verbundene Bauteile.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Verbundelemente der eingangs genannten Art bekannt geworden. Beispielsweise werden dickwandige

- 10 Bimetallrohre häufig in einem Schmelzschweißverfahren verbunden, insbesondere mit Metall-Inertgasschweißen oder Wolfram-Inertgasschweißen. Wird dabei in einer sogenannten Schwarz-Weiß-Verbindung ein Rohr aus Baustahl bzw. einem niedrig- bis unlegierten Stahl mit einem aus Edelstahl bestehenden Rohr verbunden, beispielsweise um über das aus Baustahl bestehende Rohr eine hohe Festigkeit und über das aus
- 15 Edelstahl bestehende Rohr eine hohe Korrosionsbeständigkeit zu erreichen, ist bei Herstellen einer Wurzellage höchste Sorgfalt anzuwenden, sodass der Baustahl nicht den Edelstahl verunreinigt. Insbesondere ein sogenanntes Orbitalschweißen von einer Bimetall-Rohrleitung ist bisher nur mit sehr hohem Aufwand möglich.

- 20 Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren in der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem auch ein Verbinden flächiger Bauteile unterschiedlicher Materialeigenschaften auf einfache Weise möglich ist. Insbesondere soll das Verfahren zum einfachen Herstellen sogenannter Schwarz-Weiß-Verbindungen sowie zum Herstellen oder Verbinden von längsnahtgeschweißten oder spiralnahtgeschweißten
- 25 Bimetallrohren oder mehrlagigen Rohren geeignet sein.

Ferner soll ein Verbundelement der eingangs genannten Art angegeben werden, welches einfach herstellbar ist.

- 30 Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem die Bauteile flächig aneinander positioniert werden, wobei Seitenflächen der Bauteile zumindest teilweise fluchtend angeordnet werden, wonach die Bauteile an zumindest einem Teil der fluchtenden Seitenflächen mittels Rührreißschweißen verbunden werden.

Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass flächige Bauteile unterschiedlichster Materialeigenschaften dann auf einfache Weise und mit guten Eigenschaften einer erhaltenen Verbindung verbunden werden können, wenn die Bauteile flächig mittelbar oder unmittelbar aneinander positioniert, üblicherweise aufeinander gelegt, werden, wonach an zumindest einer fluchtenden Seitenfläche der Bauteile eine

5 Rührreibschweißverbindung hergestellt wird. Als flächig aneinander positioniert wird hierbei verstanden, dass die in der Regel plattenförmigen bzw. quaderförmigen Bauteile mittelbar oder unmittelbar über die Seitenfläche verbunden sind, welche relativ zu den weiteren Seitenflächen die größte Ausdehnung bzw. eine maximale Oberfläche aufweist.

10 Diese Seite der flächigen Bauteile wird hier auch als flächige Seite bezeichnet. Die Rührreibschweißverbindung kann dabei die Bauteile unmittelbar verbinden. Alternativ oder ergänzend kann auch ein Verbindungsteil vorgesehen sein, welches sämtliche flächigen Bauteile an den fluchtenden Seitenflächen berührt und an den fluchtenden Seitenflächen mit den einzelnen Bauteilen durch eine Rührreibschweißverbindung

15 verbunden wird, sodass die Bauteile mittelbar über einer Rührreibschweißverbindung verbunden werden. Dadurch ergibt sich auch bei einer sogenannten Schwarz-Weiß-Verbindung bzw. bei einer Verbindung von Baustahl mit Edelstahl eine sehr hochwertige Verbindung, zumal ein Wärmeeinfluss gegenüber einem Schmelzschweißverfahren deutlich reduziert ist. Somit werden auch sprödebrüchige intermetallische Phasen

20 vermieden, weil beim Rührreibschweißen in einem Temperaturbereich unterhalb eines Schmelzpunktes der Metalle gearbeitet wird.

Beim Rührreibschweißen wird eine Reibenergie zum Verbinden der Bauteile durch ein verschleißfestes rotierendes Werkzeug erzeugt. Üblicherweise wird die

25 Rührreibschweißverbindung hergestellt, indem das Rührreibschweißwerkzeug um eine Achse rotiert wird, welche senkrecht zur flächigen Seite der flächigen Bauteile ausgerichtet ist und entlang der fluchtenden Seitenflächen in einer Vorschubrichtung verfahren wird.

30 Günstig ist es, wenn ein Verbindungsteil an fluchtenden Endflächen der fluchtenden Seitenflächen angeordnet wird, wonach das Verbindungsteil mittels Rührreibschweißen mit den Bauteilen verbunden wird. Dadurch kann auf einfache Weise ein aus Metallen unterschiedlicher Eigenschaften bestehendes Verbundelement gebildet werden, welches endseitig ein Verbindungsteil aufweist, welches aus einem homogenen Material bestehen

kann. Somit können mehrere solcher Verbundelemente in einem herkömmlichen Verfahren verbunden werden. Das Verbindungsteil ragt somit üblicherweise über die einzelnen Schichten der flächigen Bauteile bzw. überlappt diese, sodass die flächigen Bauteile endseitig mit dem Verbindungsteil über einen Überlappstoß verbunden sind.

5 Somit können flächige Bauteile unterschiedlicher Materialeigenschaften in einem Stumpf- und Überlappstoß zu mehrlagigen Bauteilen bzw. mehrlagigen Blechen oder längsnahtgeschweißten oder spiralnahtgeschweißten Rohren verbunden werden. Die flächigen Bauteile sind somit an den fluchtenden Seitenflächen unmittelbar über eine Rührreibschweißverbindung und/oder an den fluchtenden Endflächen mittelbar über das
10 Verbindungsteil verbunden, wobei das Verbindungsteil wiederum über Rührreibschweißverbindungen mit den flächigen Bauteilen verbunden ist. Üblicherweise sind die Endflächen senkrecht zu den Seitenflächen angeordnet und sind die Seitenflächen und die Endflächen senkrecht zu den flächigen Seiten der Bauteile orientiert.

15

Die flächigen Bauteile können mit dem Verbindungsteil in einem einzigen Arbeitsschritt oder auch gesondert mittels Rührreibschweißen verbunden werden. Ein besonders effizientes Verfahren wird erreicht, wenn die einzelnen flächigen Bauteile untereinander und das endseitig angeordnete Verbindungsteil mit den flächigen Bauteilen in einem
20 einzigen Arbeitsgang mittels Rührreibschweißen verbunden werden, indem das Rührreibschweißwerkzeug entlang einer Vorschubrichtung an den Seitenflächen entlang bis zum Verbindungsteil verfahren wird. Hierzu schließt das Verbindungsteil üblicherweise bündig mit den Seitenflächen ab.

25

Zur Herstellung großer Verbundelemente aus Metallen unterschiedlicher Materialeigenschaften ist es vorteilhaft, wenn mehrere gebildete Verbundelemente an den Verbindungsteilen verschweißt werden, insbesondere mit einem Schmelzschweißverfahren. Auf diese Weise können vorab, beispielsweise in einer industriellen Fertigung, hergestellte Verbundelemente auf einfache Weise auf einer
30 Baustelle zu großen Bauteilen, insbesondere Pipelinerohren, verbunden werden, wobei herkömmliche Verfahren eingesetzt werden können. Alternativ können vorgefertigte Verbundelemente natürlich auch mit einem Rührreibschweißverfahren auf der Baustelle verbunden werden.

Um kostengünstige Verbundelemente mit vorteilhaften Eigenschaften zu erreichen, ist üblicherweise vorgesehen, dass die Bauteile aus Metallen unterschiedlicher Eigenschaften bestehen. Beispielsweise kann auf diese Weise ein kostengünstiges Rohr zum Transport von korrosiven Medien unter Druck auf einfache Weise dadurch hergestellt werden, dass ein innenseitiges korrosionsbeständiges Edelstahlrohr mit einem außenseitigen Baustahlrohr verbunden wird, welches eine zur Erreichung einer gewünschten Festigkeit erforderliche Wandstärke aufweisen kann. Dadurch ist es nicht mehr wie im Stand der Technik erforderlich, einen gesamten zur Erreichung einer mechanischen Festigkeit erforderlichen Rohrquerschnitt aus dem korrosionsbeständigen und teuren Edelstahl auszubilden.

Zur Erreichung vorteilhafter und gleichzeitig kostengünstiger Verbundelemente hat es sich bewährt, dass Bauteile eingesetzt werden, welche zumindest teilweise aus Strukturbaustahl, korrosionsfestem Stahl, rostfreiem Edelstahl, Bor-haltigem Stahl, Tantal, Aluminium, Kupfer oder Titan bestehen. Mit Vorteil besteht jedes flächige Bauteil aus einem der vorstehend genannten Materialien und bestehen die einzelnen flächigen Bauteile aus unterschiedlichen Materialien. Dadurch können auf einfache Weise Verbundelemente mit vorteilhaften Eigenschaften auf kostengünstige Weise hergestellt werden.

Es hat sich bewährt, dass eine Schulter eines eingesetzten Rührreibschweißwerkzeuges beim Rührreibschweißen an einem obersten Bauteil anliegt, insbesondere an einer flächigen Seite des obersten flächigen Bauteiles. Das Rührreibschweißwerkzeug weist einen sogenannten Pin auf, welcher um eine Achse rotiert und mit welchem über ein Verrühren bzw. Verwirbeln der Werkstoffe eine Rührreibschweißverbindung hergestellt wird. Nachdem die Verbindung der Bauteile an fluchtenden Seitenflächen der Bauteile gebildet wird, kontaktiert der Pin die Bauteile somit üblicherweise nicht über einen vollen Umfang, sondern nur an einer Seite, an welcher der Pin in Kontakt mit dem fluchtenden Seitenflächen der Bauteile steht, und ist an einer den fluchtenden Seitenflächen gegenüberliegenden Seite frei. Die Achse, um welche das Rührreibschweißwerkzeug rotiert, schneidet die Bauteile somit in aller Regel nicht. Üblicherweise wird das Rührreibschweißwerkzeug senkrecht zu einer flächigen Seite der flächigen Bauteile auf das oberste flächige Bauteil gedrückt, wobei der Pin an den Seitenflächen rotiert, um die Bauteile zu verbinden.

Die Schulter kann grundsätzlich synchron mit dem Pin rotieren. Eine besonders hochwertige Verbindung kann jedoch erreicht werden, wenn die Schulter eine von einem Pin des Rührreißschweißwerkzeuges unterschiedliche Rotationsgeschwindigkeit aufweist. Dadurch wird der andernfalls beim Rührreißschweißen übliche Wulst an einer Oberfläche der zu verbindenden Bauteile minimiert oder vermieden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schulter keine Rotationsgeschwindigkeit um eine Achse des Pins aufweist, um eine besonders vorteilhafte Oberfläche zu erreichen. So kann dann ein bei einem Eindringen des Rührreißschweißwerkzeuges in den Werkstoff verdrängtes plastifiziertes Material unter der Schulter eingefangen und an einem Ende der Schweißnaht zum Füllen eines Endlochs verwendet werden.

Mit Vorteil ist vorgesehen, dass eine Schulter des Rührreißschweißwerkzeuges von einer Außenschulter umgeben ist, welche eine von einer Rotationsgeschwindigkeit des Pins abweichende Geschwindigkeit um die Achse aufweist. Es kann somit eine weitere Schulter vorgesehen sein, welche mit einer vom Pin unterschiedlichen Geschwindigkeit rotierend oder stehend ausgebildet ist und außerhalb einer mit dem Pin mitrotierenden Schulter des Rührreißschweißwerkzeuges positioniert ist. Verglichen mit einem Werkzeug ohne einer solchen Außenschulter mit rotierendem Pin und stehender Schulter wird somit eine reduzierte Breite eines Spaltes zwischen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit rotierenden Elementen des Rührreißschweißwerkzeuges bzw. zwischen der stehenden Schulter und dem rotierenden Pin erreicht.

Mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte flächige Verbundelemente bzw. hergestellte Bimetallbleche können zu Rohren gebogen werden. Beispielsweise kann somit in einem sogenannten U-O-Verfahren aus hergestellten Verbundelementen ein Rohr oder ein Tank geformt werden, wobei beispielsweise eine Längsnaht eines Rohres in einem Rührreißschweißverfahren gebildet werden kann.

Darüber hinaus können mit einem erfindungsgemäßen Verfahren auch ein längsnahtgeschweißtes Rohr oder ein spiralnahtgeschweißte Rohr hergestellt sowie längsnahtgeschweißte Rohre oder spiralnahtgeschweißte Rohre miteinander verbunden werden, um entsprechende Rohre auf kostengünstige Weise mit hoher Qualität herzustellen.

Eine Herstellung eines Rohres aus Metallen unterschiedlicher Materialeigenschaften wird auf besonders einfache Weise erreicht, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren rohrförmige Bauteile eingesetzt werden. Die fluchtenden Seitenflächen können dann beispielsweise senkrecht zu einer Längsachse der rohrförmigen Bauteile angeordnet sein und somit die Stirnseite des Rohres bilden. Die fluchtenden Seitenflächen können auch bei Herstellung eines Rohres im erfindungsgemäßen Verfahren mittelbar mittels Rührreibschweißen verbunden werden, beispielsweise indem ein sämtliche fluchtende Seitenflächen überlappendes Verbindungsteil an den Seitenflächen angeordnet wird, wonach das Verbindungsteil mit den einzelnen Bauteilen mittels Rührreibschweißen verbunden wird. Dadurch kann auf einfache Weise beispielsweise ein Bimetallrohr erreicht werden, welches endseitig ein Verbindungsteil aus einem homogenen Material aufweist, sodass einzelne gebildete Bimetallrohre wieder in einem konventionellen Verfahren verbunden werden können. Ein robustes Herstellungsverfahren ergibt sich, wenn die Bauteile über eine Übermaßpassung verbunden werden, wobei insbesondere ein inneres Bauteil abgekühlt und/oder ein äußeres Bauteil erhitzt werden, bevor die Bauteile flächig aneinander positioniert werden. Beispielsweise kann somit ein tiefgekühltes dünnwandiges Edelstahlrohr mit beispielsweise 300 mm Außendurchmesser in ein erhitztes dickwandiges Baustahlrohr mit 300 mm Innendurchmesser geschoben werden, wonach an fluchtende Enden der Rohre mit dem Rührreibschweißverfahren je ein Edelstahlrohr angeschweißt wird, welches den Innendurchmesser des Edelstahlrohres und den Außendurchmesser des Baustahlrohres aufweist. Das angeschweißte Edelstahlrohr weist in aller Regel eine geringe axiale Ausdehnung auf, sodass zwar eine Verbindung einzelner hergestellte Bimetallrohre in einem Schmelzschweißverfahren möglich ist, jedoch gleichzeitig Kosten reduziert sind.

Um eine besonders tragfähige Verbindung zu erreichen, ist es günstig, wenn ein Durchmesser der aus rohrförmigen Bauteilen hergestellten Verbundelemente nach dem Rührreibschweißen in einer Zieh- oder Rollwalzanlage modifiziert wird, sodass sich die Bleche untereinander verklammern bzw. wie bei einem Plattieren oder Walzplattieren verbinden.

Ein Tiefkühlen und ein Erhitzen der einzelnen Bauteile sind nicht erforderlich, wenn die Rohre mit einer Spielpassung so ineinander geschoben werden, dass diese an einem Überlappstoß mit dem Verbindungsteil verschweißt werden können. Alternativ können die

mit einer Spielpassung ineinander geschobenen Rohre auch aneinander geschmiegt werden.

Zur Herstellung einer Verbindung der rohrförmigen Bauteile kann es günstig sein, wenn
5 eine Rührreißschweißverbindung mit einer in einem innenliegenden, rohrförmigen Bauteil
angeordneten Einrichtung hergestellt wird, insbesondere mit einem Rohrkrabber. Die
Rührreißschweißverbindung kann somit vollautomatisch von einem Inneren des Rohres
aus gebildet werden. Darüber hinaus kann ein sogenanntes Bobbin-Werkzeug eingesetzt
werden, bei welchem die Schultern von beiden Seiten auf die Bauteile gepresst werden.
10 Somit können beispielsweise Gleitlagerwerkstoffe in tubulare Lagerbuchsen,
Lagerschalen oder Kolben eingeschweißt werden.

Über die Verbindungsteile können unterschiedliche erfindungsgemäß hergestellte
Verbundelemente aus rohrförmigen Bauteilen, insbesondere Bimetallrohre, untereinander
15 auf einfache Weise verbunden werden. Zur Verbindung von bimetalischen Rohren
unterschiedlicher Durchmesser können bimetalische konische Übergangsstücke
ebenfalls hergestellt werden.

Da beim Rührreißschweißen nur ein geringer Wärmeeinfluss erreicht wird, können auch
20 eine oder mehrere Fasermatten, Faserplatten oder faserverstärkte Platten zwischen den
einzelnen Bauteilen angeordnet werden, um beispielsweise über Glas- oder
Steinwollematten eine Wärmeisolierung oder über Aramidgewebe einen Explosionsschutz
zu erreichen.

25 Es versteht sich, dass auch Rohre hergestellt werden können, welche aus mehr als zwei
unterschiedlichen, flächigen Bauteilen bestehen, beispielsweise Trimetallrohre. In dem
Zusammenhang hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn drei Bauteile verbunden
werden, wobei insbesondere ein erstes Bauteil aus rostfreiem Edelstahl, ein flächig mit
dem ersten Bauteil verbundenes zweites Bauteil aus Bor-haltigem Stahl und ein flächig
30 mit dem zweiten Bauteil verbundenes drittes Bauteil aus Baustahl hergestellt ist. Es wird
somit ein Trimetallrohr erreicht, bei welchem eine innerste Lage aus rostfreiem Edelstahl,
eine mittlere Lage aus Bor-haltigem Stahl und eine äußerste Lage aus kostengünstigem
Baustahl gebildet ist, um ein korrosionsbeständiges und gleichzeitig kostengünstiges

sowie hochfestes Rohr zu erreichen. Darüber hinaus können natürlich auch Rohre mit vier, fünf oder sechs Lagen bzw. flächigen Bauteilen ausgebildet sein.

Die weitere Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verbundelement der eingangs
5 genannten Art gelöst, bei welchem die Bauteile flächig aneinander positioniert sind und
fluchtende Seitenflächen der Bauteile über eine Rührreibschweißverbindung verbunden
sind. Es versteht sich, dass bevorzugt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung
eines solchen Verbundelementes eingesetzt wird. Die flächigen Bauteile können dabei
unmittelbar über eine Rührreibschweißverbindung verbunden sein. Alternativ oder
10 ergänzend können die Bauteile auch mittelbar über ein Verbindungselement verbunden
sein, welches die Seitenflächen der flächigen Bauteile überlappt und über die
Seitenflächen mit den flächigen Bauteilen verbunden ist, sodass die flächigen Bauteile
über die Seitenflächen und das Verbindungsteil mittelbar mittels einer
Rührreibschweißverbindung verbunden sind. Die flächigen Bauteile sind dann über einen
15 Stumpf- und Überlappstoß miteinander verschweißt.

Es hat sich bewährt, dass ein erfindungsgemäßes Verbundelement als Rohr zum
versprödungsarmen Transport radioaktiver Medien ausgebildet ist, welches insbesondere
für ein Kernkraftwerk geeignet ist. Dies kann beispielsweise auf einfache Weise erreicht
20 werden, wenn eine der Lagen des aus mehreren flächigen Bauteilen bestehenden Rohres
aus einem Bor-haltigen Stahl hergestellt ist, welcher in einem radioaktiven Umfeld
Neutronen auffängt. Ein entsprechendes Rohr kann beispielsweise in einem
Kernkraftwerk, zum Transport oder zur Lagerung von nuklearem Abfall eingesetzt werden.
Dadurch ist verglichen mit Rohrleitungen des Standes der Technik eine Versprödung
25 minimiert bzw. ist eine Herstellung wesentlich kostengünstiger als von
versprödungsarmen Rohrleitungen des Standes der Technik, bei welchen in der Regel ein
gesamter Rohrquerschnitt aus entsprechendem Material gefertigt ist.

Ein erfindungsgemäß hergestelltes Verbundelement kann vorteilhaft auch als Münze oder
30 Medaille ausgebildet sein. So wird durch das Rührreibschweißen mittels eines Profiles
des Rührreibschweißwerkzeuges eine Mikrostruktur des Verbundelementes erreicht,
welche fälschungssicher ist.

Darüber hinaus kann ein erfindungsgemäßes Verbundelement für verschiedenste weitere Zwecke eingesetzt werden, beispielsweise als Wärmetauscher, wobei üblicherweise außenseitig Kühlrippen angeordnet sind, um eine große Oberfläche zu erreichen.

- 5 Erfindungsgemäß hergestellte Verbundelemente, welche als Rohre bestehend aus flächigen Bauteilen unterschiedlicher Materialeigenschaften, insbesondere Bimetallrohre, hergestellt sind, können untereinander direkt oder über ein Verbindungsteil indirekt verbunden werden. Das Verbindungsteil kann beispielsweise als Edelstahlrohrende ausgebildet sein, sodass einzelne Rohre wieder in einem konventionellen
- 10 Schweißverfahren verbunden werden können. Einzelne Lagen eines Bimetallrohres können an den Rohrenden auch unmittelbar, also ohne Verbindungsteil, verbunden werden. Eine Rührreibschweißverbindung wird dann üblicherweise hergestellt, indem die Schulter des Rührreibschweißwerkzeuges in Kontakt mit einer Stirnfläche des Rohres ist.
- 15 Zur Erreichung bestimmter Eigenschaften wie einer Wärmedämmung oder einem Explosionsschutz kann zwischen den Bauteilen eine Fasermatte, eine Faserplatte oder eine faserverstärkte Platte angeordnet sein, welche die Bauteile mittelbar flächig verbindet.
- 20 Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiele. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Verbundelement mit unterschiedlichen
- 25 Rührreibschweißwerkzeugen;
- Fig. 2 mehrere aneinander angeordnete erfindungsgemäße Verbundelemente;
- Fig. 3 ein als Rohr ausgebildetes erfindungsgemäßes Verbundelement;
- Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Verbundelement mit einem Rührreibschweißwerkzeug mit rotierender Schulter;
- 30 Fig. 5 ein erfindungsgemäßes Verbundelement mit einem Rührreibschweißwerkzeug mit stehender Schulter.

Fig. 1 zeigt eine Anordnung von flächigen Bauteilen 2 samt einem Verbindungsteil 6 mit unterschiedlichen Rührreibschweißwerkzeugen 7 zur Durchführung eines

erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Rührreibschweißwerkzeuge 7 sind wie dargestellt an fluchtenden Seitenflächen 4 der flächigen Bauteile 2 angeordnet, um die flächigen Bauteile 2 zu einem Verbundelement 1 zu verbinden. Wie ersichtlich ist dabei eine Achse 11 der Rührreibschweißwerkzeuge 7 jeweils senkrecht auf eine flächige Seite 3 der flächigen Bauteile 2 ausgerichtet und liegt eine Schulter 9 des Rührreibschweißwerkzeuges 7 an einer flächigen Seite 3 des obersten Bauteiles 2 an. Zur Herstellung des Verbundelementes 1 wird ein Rührreibschweißwerkzeug 7 in der dargestellten Orientierung entlang der Seitenfläche 4 in einer Vorschubrichtung 12 verfahren, wobei das Rührreibschweißwerkzeug 7 um die Achse 11 rotiert, sodass die flächigen Bauteile 2 an den Seitenflächen 4 verbunden werden. Endseitig an den Seitenflächen 4 sind fluchtende Endflächen 5 der Bauteile 2 vorgesehen, welche senkrecht zu den flächigen Seiten 3 und den Seitenflächen 4 angeordnet sind und an welchen jeweils ein Verbindungsteil 6 angeordnet ist, welches beide flächigen Bauteile 2 berührt. Das Rührreibschweißwerkzeug 7 wird bis zu den Verbindungsteilen 6 bewegt, sodass das Verbindungsteil 6 über eine Rührreibschweißverbindung mit jedem einzelnen der flächigen Bauteile 2 verbunden wird. Dadurch wird eine gute Verbindung der flächigen Bauteile 2 untereinander erreicht. Darüber hinaus ist eine Verbindung mehrerer solcherart hergestellter Verbundelemente 1 mit einem konventionellen Schweißverfahren über die endseitigen Verbindungsteile 6 möglich.

20

Die drei in Fig. 1 dargestellten Rührreibschweißwerkzeuge 7 unterscheiden sich in Bezug auf eine Verbindung der Schulter 9 mit dem Pin 8 des Rührreibschweißwerkzeuges 7. So ist bei dem links in Fig. 1 dargestellten Werkzeug die Schulter 9 starr mit dem Pin 8 verbunden und rotiert somit mit dem Pin 8 mit. Bei dem mittig abgebildeten Werkzeug ist die Schulter 9 vom Pin 8 getrennt und rotiert bei Bildung einer Schweißnaht nicht. Allerdings umgibt die Schulter 9 den Pin 8, sodass beim Schweißen verdrängtes plastifiziertes Material unter der Schulter 9 eingefangen und an einem Ende der Schweißnaht zum Füllen eines Endlochs verwendet werden kann. Das rechts in Fig. 1 dargestellte Werkzeug weist eine mit dem Pin 8 verbundene, mitrotierende Schulter 9 und eine außerhalb der Schulter 9 angeordnete Außenschulter 10 auf, welche nicht mitrotiert. Dies ermöglicht eine vorteilhafte Geometrie eines Spaltes mit geringer Spaltbreite zwischen der Außenschulter 10 bzw. dem stehenden Teil und der Schulter 9 bzw. den drehenden Teilen des Werkzeuges.

30

Fig. 2 zeigt drei in einem erfindungsgemäßen Verfahren gebildete Verbundelemente 1, wobei die endseitigen Verbindungsteile 6 jeweils eine Nahtvorbereitung zum Schmelzschiessen aufweisen. Dadurch können als Bimetallbleche ausgebildete erfindungsgemäße Verbundelemente 1 auf einfache Weise in einem herkömmlichen Schmelzschiessverfahren verbunden werden, beispielsweise auf einer Baustelle.

Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Verbundelement 1, welches als Bimetallrohr ausgebildet ist. Das dargestellte Bimetallrohr weist ein innenliegendes, aus einem korrosionsbeständigen Edelstahl bestehendes flächiges Bauteil 2 und ein außenseitiges flächiges Bauteil 2 auf, welches als Strukturbaustahl ausgebildet ist. Das aus Edelstahl bestehende Innenrohr ist mit dem aus Baustahl bestehenden Außenrohr über eine Rührreischweißverbindung verbunden. Wie dargestellt kann die Rührreischweißverbindung entlang einer Längsrichtung vorgesehen sein, wenn das Bimetallrohr beispielsweise in einem U-O-Verfahren gebildet wird.

Alternativ kann das Bimetallrohr auch über eine Längsnaht oder über eine Spiralnaht bzw. durch ineinander geschobene Rohre gebildet werden, welche an einer Stirnseite verbunden werden. An einer Stirnseite kann eine Rührreischweißverbindung zum einen unmittelbar hergestellt werden, wobei eine Schulter 9 des Rührreischweißwerkzeuges 7 üblicherweise an der Stirnseite anliegt. Zum anderen kann die Rührreischweißverbindung zwischen den flächigen Bauteilen 2 an der stirnseitigen Seitenfläche 4 der flächigen Bauteile 2 auch über ein Verbindungsteil 6 mittelbar hergestellt werden, wobei das Verbindungsteil 6 normalerweise aus einem Edelstahl besteht. Dadurch können einzelne hergestellte Rohre in einem herkömmlichen Schmelzschiessverfahren an den Verbindungsteilen 6 verbunden werden.

Fig. 4 zeigt ein Rührreischweißwerkzeug 7 an zu verbindenden flächigen Bauteilen 2 im Detail, welches als Rührreischweißwerkzeug 7 mit rotierender Schulter 9 und stehender Außenschulter 10 ausgebildet ist. Dadurch wird eine vorteilhafte Oberfläche des Verbundelementes 1 erreicht.

Fig. 5 zeigt ebenfalls ein Rührreischweißwerkzeug 7 an zu verbindenden flächigen Bauteilen 2, wobei allerdings das Rührreischweißwerkzeug 7 eine stehende Schulter 9 aufweist. Der rotierende Pin 8 weist somit eine Relativgeschwindigkeit zur Schulter 9 auf.

Verglichen mit dem in Fig. 4 dargestellten Rührreißschweißwerkzeuges 7 wird hierbei eine kürzere Umfangslänge eines Spaltes zwischen der drehenden Schulter 9 und dem rotierenden Pin 8 erreicht.

- 5 Mit einem erfindungsgemäßen Verfahren können Metalle unterschiedlichster
Eigenschaften auf einfache und robuste Weise verbunden werden. Beispielsweise sind
Schwarz-Weiß-Verbindungen aus Baustahl und Edelstahl auf kostengünstige Weise
herstellbar. Ein erfindungsgemäßes Verbundelement 1 kann insbesondere als
Bimetallrohr ausgebildet sein, um hohe Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit bei
10 gleichzeitig geringen Herstellungskosten zu erreichen. So sind erfindungsgemäß
hergestellte Verbundelemente 1 wesentlich kostengünstiger herstellbar als Bauelemente
des Standes der Technik mit entsprechenden Eigenschaften, da Bauelemente des
Standes der Technik beispielsweise über eine gesamte Wandstärke aus dem
korrosionsbeständigen Edelstahl ausgebildet sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile (2), dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden, wobei Seitenflächen (4) der Bauteile (2) zumindest teilweise fluchtend angeordnet werden, wonach die Bauteile (2) an zumindest einem Teil der fluchtenden Seitenflächen (4) mittels Rührreibschweißen verbunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungsteil (6) an fluchtenden Endflächen (5) der fluchtenden Seitenflächen (4) angeordnet wird, wonach das Verbindungsteil (6) mittels Rührreibschweißen mit den Bauteilen (2) verbunden wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere gebildete Verbundelemente (1) an den Verbindungsteilen (6) verschweißt werden, insbesondere mit einem Schmelzschweißverfahren.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) aus Metallen unterschiedlicher Eigenschaften bestehen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Bauteile (2) eingesetzt werden, welche zumindest teilweise aus Strukturbaustahl, korrosionsfestem Stahl, rostfreiem Edelstahl, Bor-haltigem Stahl, Tantal, Aluminium, Kupfer oder Titan bestehen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein längsnahtgeschweißtes oder spiralgeschweißtes Rohr hergestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass längsnahtgeschweißte Rohre oder spiralgeschweißte Rohre verbunden werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schulter (9) eines eingesetzten Rührreibschweißwerkzeuges (7) beim Rührreibschweißen an einem obersten Bauteil (2) anliegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (9) eine von einem Pin (8) des Rührreißschweißwerkzeuges (7) unterschiedliche Rotationsgeschwindigkeit aufweist.
- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (9) keine Rotationsgeschwindigkeit um eine Achse (11) des Pins (8) aufweist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schulter (9) des Rührreißschweißwerkzeuges (7) von einer Außenschulter (10) umgeben
10 ist, welche eine von einer Rotationsgeschwindigkeit des Pins (8) abweichende Geschwindigkeit um die Achse (11) aufweist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass
15 rohrförmige Bauteile (2) eingesetzt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) über eine Übermaßpassung verbunden werden, wobei insbesondere ein inneres Bauteil (2) abgekühlt und/oder ein äußeres Bauteil (2) erhitzt werden, bevor die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden.
- 20 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rührreißschweißverbindung mit einer in einem innenliegenden, rohrförmigen Bauteil (2) angeordneten Einrichtung, insbesondere mit einem Rohrkrabber, hergestellt wird.
- 25 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bauteilen (2) eine Fasermatte angeordnet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass drei Bauteile (2) verbunden werden, wobei insbesondere ein erstes Bauteil (2) aus rostfreiem
30 Edelstahl, ein flächig mit dem ersten Bauteil (2) verbundenes zweites Bauteil (2) aus Borhaltigem Stahl und ein flächig mit dem zweiten Bauteil (2) verbundenes drittes Bauteil (2) aus Baustahl hergestellt ist.

17. Verbundelement (1), aufweisend zumindest zwei flächige, verbundene Bauteile (2), dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert sind und fluchtende Seitenflächen (4) der Bauteile (2) über eine Rührreißschweißverbindung verbunden sind, insbesondere hergestellt in einem Verfahren
5 nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

18. Verbundelement (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundelement (1) als Rohr zum versprödungsarmen Transport radioaktiver Medien ausgebildet ist, welches insbesondere für ein Kernkraftwerk geeignet ist.

10

19. Verbundelement (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundelement (1) als Münze oder Medaille ausgebildet ist.

20. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch
15 gekennzeichnet, dass zwischen den Bauteilen (2) eine Fasermatte oder eine faserverstärkte Platte angeordnet ist, welche die Bauteile (2) mittelbar flächig verbindet.

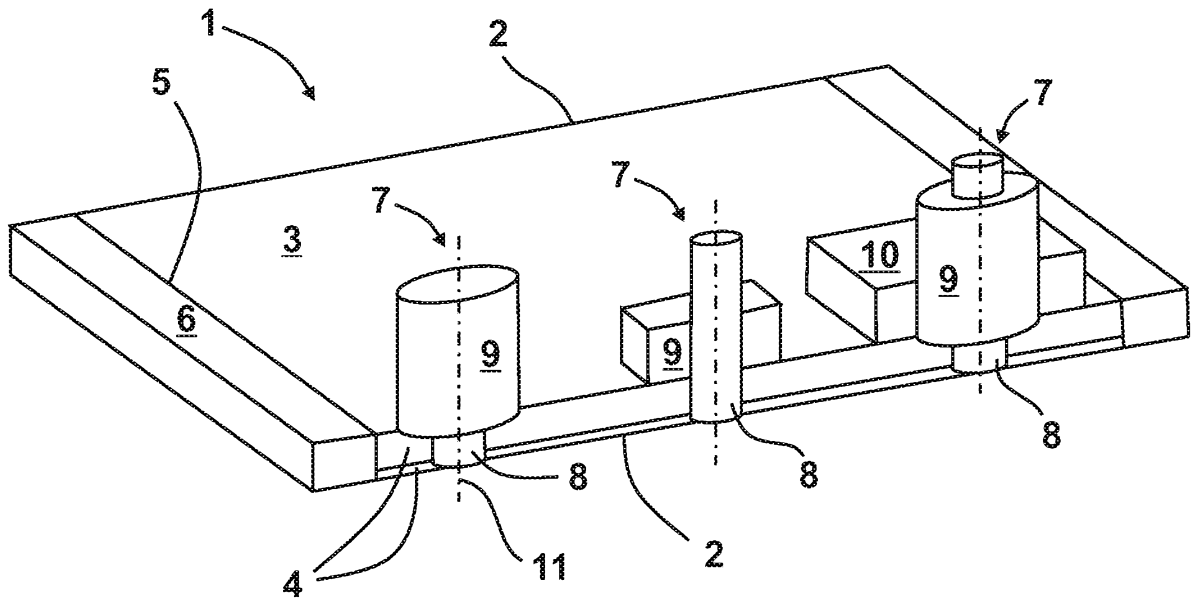


Fig. 1

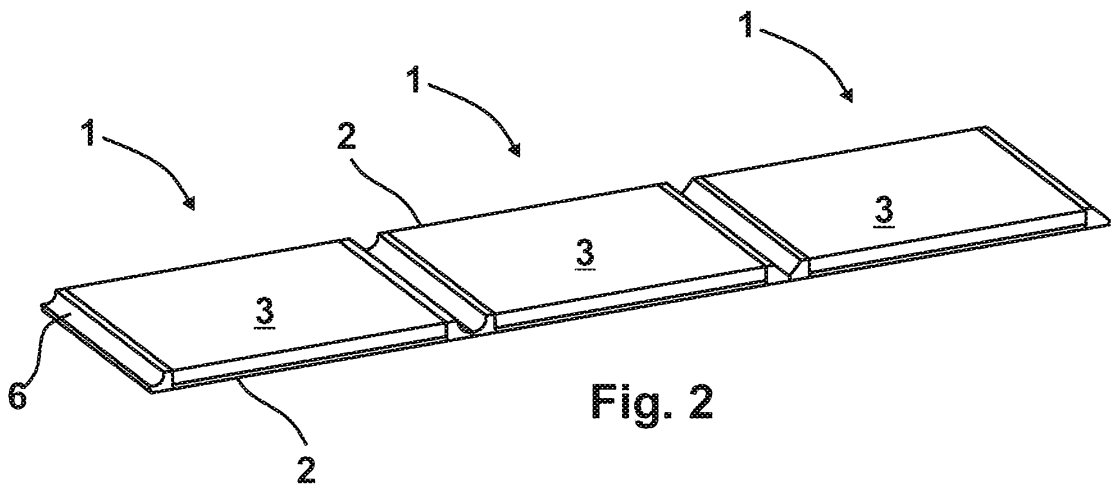


Fig. 2

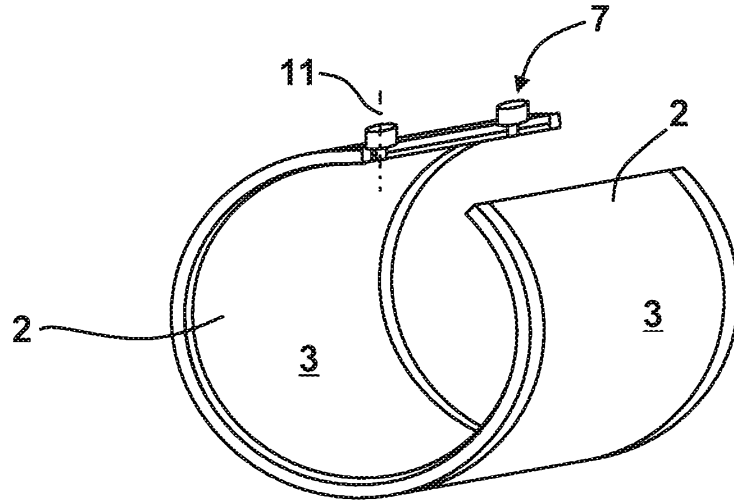


Fig. 3

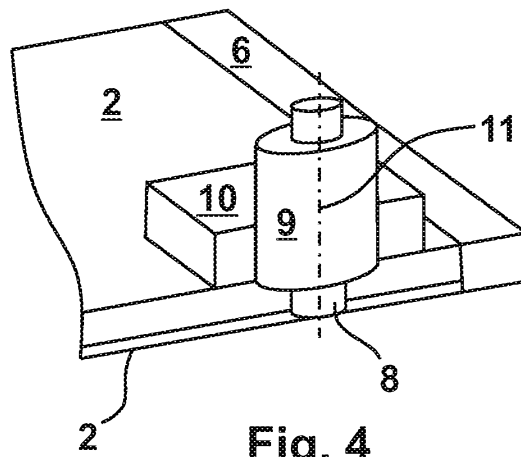


Fig. 4

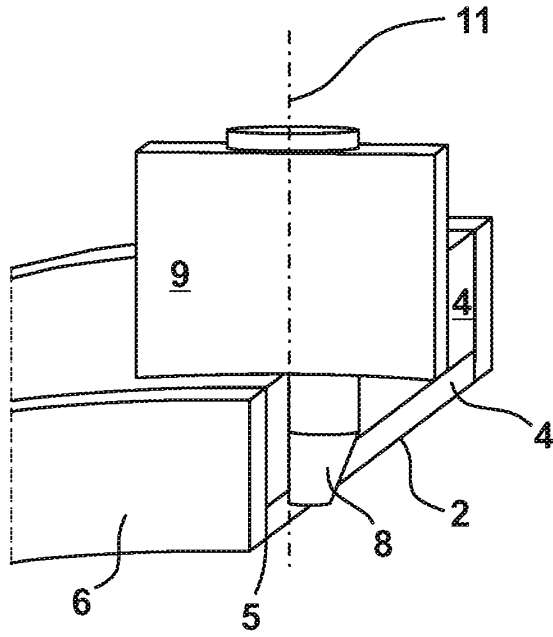


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: B23K 20/12 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: B23K 20/122 (2013.01)
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B23K
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc, Volltext-Datenbanken
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 02.10.2017 eingereichten Ansprüchen 1 - 20 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2008206116 A1 (SATO ET AL.) 28. August 2008 (28.08.2008) Zusammenfassung; Fig. 4; Anspruch 1	1, 4, 17
X	DE 102006000277 A1 (SUMITOMO LIGHT METAL IND) 14. Dezember 2006 (14.12.2006) Zusammenfassung; Absatz [0024]; Fig. 1A und 1B	1, 4, 17
X	US 2007181649 A1 (PARK) 09. August 2007 (09.08.2007) Zusammenfassung; Fig. 11 und 12	1, 17

Datum der Beendigung der Recherche: 22.08.2018	Seite 1 von 1	Prüfer(in): PAVDI Christian
---	---------------	--------------------------------

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
---	---

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden flächiger Bauteile (2), wobei die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden, wobei Seitenflächen (4) der Bauteile (2) zumindest teilweise fluchtend angeordnet werden, wonach die Bauteile (2) an zumindest einem Teil der fluchtenden Seitenflächen (4) mittels Rührreibschweißen verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungsteil (6) an fluchtenden Endflächen (5) der fluchtenden Seitenflächen (4) angeordnet wird, wonach das Verbindungsteil (6) mittels Rührreibschweißen mit den Bauteilen (2) verbunden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere gebildete Verbundelemente (1) an den Verbindungsteilen (6) verschweißt werden, insbesondere mit einem Schmelzschweißverfahren.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) aus Metallen unterschiedlicher Eigenschaften bestehen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Bauteile (2) eingesetzt werden, welche zumindest teilweise aus Strukturbaustahl, korrosionsfestem Stahl, rostfreiem Edelstahl, Bor-haltigem Stahl, Tantal, Aluminium, Kupfer oder Titan bestehen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein längsnahtgeschweißtes oder spiralgeschweißtes Rohr hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass längsnahtgeschweißte Rohre oder spiralgeschweißte Rohre verbunden werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schulter (9) eines eingesetzten Rührreibschweißwerkzeuges (7) beim Rührreibschweißen an einem obersten Bauteil (2) anliegt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (9) eine von einem Pin (8) des Rührreibschweißwerkzeuges (7) unterschiedliche Rotationsgeschwindigkeit aufweist.
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (9) keine Rotationsgeschwindigkeit um eine Achse (11) des Pins (8) aufweist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schulter (9) des Rührreibschweißwerkzeuges (7) von einer Außenschulter (10) umgeben
10 ist, welche eine von einer Rotationsgeschwindigkeit des Pins (8) abweichende Geschwindigkeit um die Achse (11) aufweist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass
15 rohrförmige Bauteile (2) eingesetzt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) über eine Übermaßpassung verbunden werden, wobei insbesondere ein inneres Bauteil (2) abgekühlt und/oder ein äußeres Bauteil (2) erhitzt werden, bevor die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert werden.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rührreibschweißverbindung mit einer in einem innenliegenden, rohrförmigen Bauteil (2) angeordneten Einrichtung, insbesondere mit einem Rohrkrabber, hergestellt wird.
- 25 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bauteilen (2) eine Fasermatte angeordnet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass drei Bauteile (2) verbunden werden, wobei insbesondere ein erstes Bauteil (2) aus rostfreiem
30 Edelstahl, ein flächig mit dem ersten Bauteil (2) verbundenes zweites Bauteil (2) aus Borhaltigem Stahl und ein flächig mit dem zweiten Bauteil (2) verbundenes drittes Bauteil (2) aus Baustahl hergestellt ist.

16. Verbundelement (1), aufweisend zumindest zwei flächige, verbundene Bauteile (2), dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile (2) flächig aneinander positioniert sind und fluchtende Seitenflächen (4) der Bauteile (2) über eine Rührreißschweißverbindung verbunden sind, wobei das Verbundelement (1) in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 hergestellt ist.

17. Verbundelement (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundelement (1) als Rohr zum versprödungsarmen Transport radioaktiver Medien ausgebildet ist, welches insbesondere für ein Kernkraftwerk geeignet ist.

10

18. Verbundelement (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundelement (1) als Münze oder Medaille ausgebildet ist.

19. Verbundelement (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bauteilen (2) eine Fasermatte oder eine faserverstärkte Platte angeordnet ist, welche die Bauteile (2) mittelbar flächig verbindet.

15