

5 **Verfahren und Vorrichtung zum Stumpfschweissen von Rohren aus thermoplastischem Kunststoff**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verschweissen von Kunststoffrohren aus thermoplastischem Kunststoff mittels eines

- 10 Stumpfschweissverfahrens, wobei die Rohre in coaxialer Lage zueinander mittels Spannstellen gehalten werden, mittels eines Hobels der zwischen die Spannstellen bringbar ist, gehobelt werden und mittels Heizspiegel der anstelle des Hobels montierbar ist, aufgeheizt werden, wobei durch die Erwärmung der freien zu verschweisenden Rohrenden ein Aufschmelzbereich erzeugt wird, der beim
15 Verpressen eine Wulst bildet.

Das bekannte Verfahren zur Stumpfschweissung von zwei Kunststoffrohren, läuft bisher im Wesentlichen immer gleich ab, ob es durch manuelle oder automatische Maschinen ausgeführt wird. Die Kunststoffrohre werden in die dafür vorgesehenen

- 20 Spannstellen eingespannt, wobei die sich gegenüberliegenden Rohrenden aus den Spannstellen herausragen und durch den zwischen den beiden Rohrenden befindenden Hobel und das gegenseitige Zusammenfahren der Spannstellen, in Richtung des rotierenden Hobels, alle Beschädigungen und Verunreinigungen spanend entfernt werden. Zusätzlich wird erreicht, dass die Stirnseiten der
25 Rohrenden rechtwinklig zur Achse des Rohres und parallel zur gegenüberliegenden Stirnseite des andern Rohrendes verlaufen. Anschliessend werden die Rohrenden auseinander gefahren und der Hobel entfernt, daraufhin wird ein Heizspiegel zwischen die Rohre gebracht, worauf die Spannstellen wieder gegeneinander fahren um die Stirnseiten der Rohrenden in Kontakt mit dem Heizspiegel zu bringen. Das
30 Angleichen der Rohrenden findet unter einem vorgegebenen, konstanten Druck, welcher abhängig vom Material, dem Rohrdurchmesser sowie der Wanddicke ist, statt. Der Druck, welcher meist über ein Hydraulikaggregat erzeugt wird, wird so lange auf die beiden Rohrenden bzw. den Heizspiegel ausgeübt, bis am Umfang der Rohrenden Wülste entstehen, die den vorgegebenen Abmessungen entsprechen. In
35 der darauffolgenden Anwärmphase wird der Druck verringert und über eine vorgeschriebene Zeit beibehalten um eine in der Fügezone des Kunststoffrohrs zur Verschweissung benötigtes Temperaturprofil zu erzielen. Danach werden die

5 Spannstellen wieder auseinander geschoben, der Heizspiegel wird entfernt und die Rohrenden anschliessend unter einem vorgegebenen Druck und einer definierte Zeitspanne zusammengepresst, so dass eine erforderliche Durchdringung der Rohrenden erfolgt und eine Verschweissung der Rohrenden garantiert ist. Bei dieser Art zur Herstellung von Schweissverbindungen von Kunststoffrohren sind die Wulste
10 in ihrer Grösse nicht optimiert und fallen gross aus, was einen nachteiligen Einfluss auf die Strömung im Rohr zur Folge hat und zudem lange Prozesszeiten erfordert.

In der DE 198 27 146 A1 ist ein Verfahren zum Stumpfschweissen von Kunststoffrohren offenbart, wobei der Antrieb der Spannstellen durch einen
15 Elektromotor erfolgt welchem eine Steuerung zugewiesen ist. Ausgehend von der Stellung in der beide Rohrenden mit dem Heizelement in Berührung treten, verfahren die Spannstellen nach einer vorgegebenen, der Steuerung hinterlegten Zeit-Weg-Kurve, welcher zum Angleichen ein erforderlicher Weg zugeordnet ist und während der Anwärmphase im wesentlichen angehalten wird. Nach dem Entfernen der
20 Heizelemente, ausgehend von der Stellung in der zu Beginn des Fügevorgangs beide Rohrenden miteinander in Berührung kommen, legen nach einer zweiten vorbestimmten Zeit-Weg-Kurve die Spannstellen einen bestimmten zum Fügen erforderlichen Weg zurück und werden während der Abkühlphase im Wesentlichen
angehalten.

25 Nachteilig an einer solchen Lösung ist, dass das Verfahren eine komplexe Steuerung benötigt in der für jeden Durchmesser und jedes Material eine dementsprechende Zeit-Weg-Kurve hinterlegt ist. Zudem benötigt die Vorrichtung Fühler bzw. Sensoren zur Bestimmung der Rohrendenposition die während einer Schweissung zweimal
30 ermittelt werden muss.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine damit verbundene Vorrichtung vorzuschlagen, dass eine Rohrendenverschweissung mit einer minimalen Wulstbildung, unter Einhaltung der Sicherheitsbedingungen ermöglicht und den
35 Energie- und Zeitaufwand minimiert und zudem mit einer kostengünstigen und einfachen Steuerung auskommt.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Überstand der
Rohre auf ein definiertes Mass gehobelt wird, das heisst, dass die Rohüberstände
bei jeder Schweissung auf die selbe Länge vorbereitet werden, was durch
mechanische Anschläge, die als Wegbegrenzer dienen, erreicht wird oder durch ein
eingebautes und mit der Steuerung verbundenes Wegmesssystem, welches
10 ermöglicht die gewünschte Position exakt anzufahren. Dadurch, dass auf ein
definiertes Mass gehobelt wird und die Temperatur des Heizspiegels bzw. die
Anwärmzeit mit der Rohrtemperatur welche der Umgebungstemperatur entspricht,
abgeglichen wird, ist eine separate Angleichphase die über eine, getrennt von der
Anwärmphase, definierte Zeitdauer läuft nicht mehr notwendig. Bisher wurde die
15 Angleichphase, in der während einer vorgegebenen Zeitdauer ein definierter Druck
auf die Rohüberstände ausgeübt wurde, genutzt um eine gewünschte den
Anforderungen entsprechende Wulst zu erzielen. Durch die Dimension der Wulst
kann auf die Temperatur in der Fügezone geschlossen werden und gewährt somit
eine gute Schweissung, allerdings entstehen so grosse Wülste, die die Strömung in
20 den Rohren beeinträchtigen, was durch das neue, hier beschriebene Verfahren
vermindert werden kann. Da nun aber ein Berühren der Rohüberstände mit dem
Heizspiegel Voraussetzung für eine gute Wärmeübertragung ist, weist der
Rohrüberstand eine Längenzugabe von bis zu 0.5mm im Vergleich zum
Heizanschlag auf, dadurch ist ein minimales Angleichen gegeben, welches in die
25 Phase des Anwärmens integriert wird, da es durch die Temperaturanpassung des
Heizspiegels bzw. der Anpassung der Dauer der Anwärmphase an die Rohr- bzw.
Umgebungstemperatur keine separate Angleichphase mehr benötigt. Somit hat das
Angleichen im neuen, hier beschriebenen Verfahren nicht mehr dieselbe Aufgabe
wie im herkömmlichen DVS-Verfahren.

30

Die Heizspiegeltemperatur wird im neuen, hier beschriebenen Verfahren an die
Rohrtemperatur welche der Umgebungstemperatur entspricht angepasst. Die
Umgebungstemperatur wird beispielsweise mit Hilfe eines Sensors ermittelt und wird
in der Steuerung mit einem Standardwert, dem eine Heizspiegeltemperatur
35 zugeordnet ist verglichen. Die Differenz zwischen des Standardwerts und des
gemessenen Werts wird zur Heizspiegeltemperatur addiert oder von der
Heizspiegeltemperatur des Standardwertes subtrahiert. Bei einer tiefen

- 5 Umgebungstemperatur benötigt es eine entsprechend höhere Heizspiegeltemperatur und umgekehrt.

Eine andere Möglichkeit den Schweissvorgang an die Umgebungstemperatur anzupassen besteht darin, dass die Zeit der Anwärmphase entsprechend verlängert oder verkürzt wird. so dass bei einer tiefen Umgebungstemperatur bzw.

- 10 Rohrtemperatur die Anwärmphase hinreichend verlängert wird. Anstelle der Ermittlung der Umgebungstemperatur ist es auch denkbar die Rohrtemperatur direkt am Rohr zu messen.

In der Fügephase besteht die Möglichkeit den Fügeweg zu begrenzen, mittels eines mechanischen Anschlags oder eines Wegmesssystems, natürlich besteht auch im

- 15 neuen, hier beschriebenen Verfahren die Alternative das Fügen druckgesteuert durchzuführen. Das neue, hier beschriebene Verfahren zeichnet sich durch die Verkürzung der Schweisszeit, einen geringen Energieaufwand sowie die Erzielung einer möglichst kleinen Wulst aus. Wobei das neue, hier beschriebene Verfahren so einfach wie möglich durchführbar ist, das heisst das neue, hier beschriebene
20 Verfahren ist ohne jegliche Drucksensoren und Wegmesssysteme durchführbar, allerdings ist eine Erweiterung mit solchen Applikationen durchaus denk- und machbar.

- 25 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen eines Ausführungsbeispiels dargestellt. Es zeigen

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zum Verschweissen von Kunststoffrohren nach dem neuen, hier beschriebenen Verfahren vor
30 dem Überhobeln,

- Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zum Verschweissen von Kunststoffrohren nach dem neuen, hier beschriebenen Verfahren während dem Überhobeln,

- Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zum Verschweissen von Kunststoffrohren nach dem neuen, hier beschriebenen Verfahren vor
35 dem Anwärmen,

5 Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zum Verschleissen von Kunststoffrohren nach dem neuen, hier beschriebenen Verfahren während dem Anwärmen,

 Fig. 5 zwei Zeit-Druck-Diagramme in der Fügezone während des kompletten Schweissprozesses.

10

Fig. 1 zeigt die in den Spannstellen 2 eingespannten Rohre 1 vor dem Überhobeln.

Am Hobel 3 befinden sich fest montierte Hobelanschlätze 4, wodurch sich die Längen der Rohrüberstände 5 genau auf Mass abhobeln lassen, zudem ist garantiert, dass bei jeder Schweissung derselbe Wulst entsteht. In Fig. 2 sind die Spannstellen 2

15 gegen den Hobel 3 gefahren, bis sie an den Hobelanschlätzen 4 anstehen, wodurch die genaue Rohrüberstandslänge definiert ist. In einem weiteren Schritt werden die

Spannstellen 2 mit den eingespannten Rohren 1 wieder auseinander gefahren um an die Stelle des Hobels 3 den Heizspiegel 6 zu platzieren, wie in Fig. 3 dargestellt. Der Heizspiegel 6 weist Heizanschlätze 7 auf wodurch ein kontrolliertes, wenn nötiges

20 Angleichen durchführbar ist. Die Heizanschlätze 7 sind im Vergleich mit den

Hobelanschlätzen 4 so ausgebildet, dass sie um bis zu 0,5mm kürzer sind, um zu

gewährleisten, dass der Rohrüberstand 5 mit dem Heizspiegel 6 beidseitig in Kontakt

kommt. Fig. 4 zeigt, dass die Rohrüberstände 5 geringfügig länger sind als die

Heizanschlätze 7, wodurch das Zusammenfahren der Spannstellen 2 gegen den

25 Heizspiegel 6 einen Druck im Rohüberstand 5 verursacht, bis sich die Länge des

Rohrüberstanders 5 durch die Erwärmung auf die Länge der Heizanschlätze 7

reduziert hat bzw. weggeschmolzen ist und die Spannstellen 2 an den

Heizanschlätzen 7 anstehen.

30 Fig. 5 zeigt zwei Druck-Zeit-Kurven von Kunststoffrohr-Verschweissungen. Kurve A stellt ein herkömmliches Stumpfschweissverbindungsverfahren nach DVS

(Deutscher Verband für Schweissen) nach dem Hobeln dar. Als erste Phase ist das Angleichen 10 ersichtlich, durch welches die überstehenden und bereits gehobelten, jedoch nicht auf Mass gehobelten, Rohrenden 8 an den auf eine gewünschte

35 Temperatur gebrachten Heizspiegel 6 gedrückt werden. Der Angleichvorgang 10

bedingt einen gewissen Angleichdruck. Der materialabhängige Angleichdruck wird durch das Gegeneinanderpressen der Rohrenden 8 an den Heizspiegel 6 erzeugt und konstant beibehalten bis ein gewünschter Wert erreicht ist, der durch eine

- 5 optische Kontrolle der Abmessung der Wulst besteht. Als nächste Phase erfolgt der Anwärmvorgang 11, bei dem der Druck auf nahezu null reduziert wird. Dieser Vorgang gewährt der Fügezone die zur Schweissung notwendige Wärme. Die Dauer um die erforderliche Schmelzschichtdicke zu erzeugen, kann aus einer Tabelle bzw. Erfahrungswerten ermittelt werden.
- 10 Als weiterer Schritt erfolgt die Umstellung 12, das heisst die Rohre 1 werden auseinander gefahren um den Heizspiegel 6 zu entfernen und um danach sofort die Rohre 1 in die Schweissposition zu fahren. Die Rohrenden 8 werden zusammengefahren bis der gewünschte, den Anforderungen entsprechende Fügedruck erreicht ist. Dadurch soll ein Schmelzfluss in der Fügezone während der
- 15 Fügephase 13 bewirkt werden. In der anschliessenden Abkühlphase 14a wird der Druck aufrecht gehalten, die Abkühlzeit hängt von der Breite der Fügezone, der erreichten Schmelztemperatur, dem in der Schweissnaht vorliegenden Schmelzvolumen, den thermischen Eigenschaften des Kunststoffes ab. Der Abkühlvorgang ist beendet, wenn die Schmelze in der Fügezone erstarrt ist und der
- 20 Kunststoff genügend Festigkeit erreicht hat.

- Kurve B zeigt den Zeit-Druck-Verlauf der vorliegenden Erfindung, dadurch dass die Rohrüberstände 6 auf ein exaktes Mass gehobelt sind und dass die Temperatur des Heizspiegels 6 bzw. die Anwärmzeit 11 der Umgebungstemperatur somit der
- 25 Rohrtemperatur angepasst wird, benötigt das neue, hier beschriebene Verfahren kein Angleichen 10 mehr. Die Umgebungstemperatur wird durch einen Sensor erfasst und beispielsweise mit einem Standardwert, dem eine Heizspiegeltemperatur zugeordnet ist verglichen und die Differenz berechnet. Die Temperaturdifferenz der Umgebungstemperatur bzw. Rohrtemperatur zum Standardwert wird von der
- 30 Heizspiegeltemperatur entsprechend subtrahiert oder addiert. Das heisst, bei tiefen Umgebungs- bzw. Rohrtemperaturen wird die Heizspiegeltemperatur um die entsprechende Temperaturdifferenz zum Standardwert addiert um die fehlende Temperatur bei der Schweissung zu kompensieren. Bei Rohrtemperaturen oberhalb des Standardwertes wird die Temperaturdifferenz dementsprechend subtrahiert.
- 35 Durch ein solches Vorgehen kann die Phase des Angleichens 10 eingespart werden. Der kurzzeitig erhöhte Druck am Anfang der Anwärmphase 11 in Kurve B entsteht durch die, wie bereits erwähnte, Rohrüberstandzugabe von bis zu 0.5mm im Vergleich zur Länge des Heizanschlags 7, dadurch ist gesichert, dass die

5 Rohrüberstände 5 mit dem Heizspiegel 6 in Berührung kommen und eine bestmögliche Wärmeübertragung stattfindet. Der Druck im Rohüberstand sinkt sobald das Material im Rohrüberstand 5 so weich ist, dass die Längenzugabe von maximal 0.5mm weggedrückt bzw. weggeschmolzen ist und die Spannstellen an den Heizanschlügen 7 anstehen, dann verringert sich der Druck im Material auf nahezu
10 null. Die Anwärmphase 11 der Kurve B entspricht einer vorgegebenen Zeitspanne um eine ausreichende Wärmeaufnahme zur Verschweissung in den Fügezonen zu gewährleisten. Theoretisch wäre es denkbar, während der Anwärmphase 11 des neuen hier beschriebenen Verfahrens den hohen Druck zu Beginn zu vermeiden, allerdings müssten die Rohrüberstände genau auf Mass ohne jegliche Zugabe
15 gehobelt werden und das würde das Risiko mit sich bringen, dass die Rohrenden 8 nicht mit Sicherheit am Heizspiegel 6 anliegen würden, was einen schmalen Luftspalt zwischen Heizspiegel 6 und Rohrende 8 verursachen und eine gute Wärmeübertragung behindern würde. In der Phase 12 erfolgt die Umstellung, der Heizspiegel 6 wird nach dem Auseinanderfahren der Rohre 1 entfernt, woraufhin die
20 Rohre 1 in der Fügephase 13 zusammengefahren werden. Dieser Vorgang kann sowohl weg- wie auch druckgesteuert ablaufen, zudem ist auch eine Kombination einer Weg-Drucksteuerung während der Fügephase 13 denkbar. Durch die Materialeinsparung im neuen, hier beschriebenen Verfahren B wodurch eine unnötig grosse Wulstbildung bei der Verschweissung vermieden werden kann,
25 ist die Abkühlphase 14b entsprechend kürzer. In Fig. 5 ist ein weggesteuertes Fügen 13 dargestellt, ersichtlich durch den Druckabfall nach dem Fügen, da das Material in der Fügezone beim Abkühlen 14b schwindet. Denkbar ist auch ein druckgesteuertes Fügen, was aus dem Stand der Technik bekannt ist und was während der Abkühlphase den Druck konstant beibehalten würde. Beide Varianten der Abkühlung
30 werden während einer der Steuerung hinterlegten vorgegebenen Zeitspanne durchgeführt. Zur Überwachung des Abkühlvorgangs ist auch eine Messung der Rohrtemperatur in der Fügezone während der Abkühlphase vorstellbar, wodurch festgestellt wird, wann die Temperatur ausreichend gesunken ist um die Rohre 1 aus den Spannstellen 2 zu lösen. Das neue Schweissverfahren gewährt trotz seines
35 geringen Zeitbedarfs und eingesparten Energie eine Schweissung, die den Anforderungen der Normen entspricht, sowie eine optimierte Rohrströmung durch die minimale Wulstbildung ermöglicht.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Verschweissen von Kunststoffrohren (1) aus thermoplastischem Kunststoff mittels eines Stumpfschweissverfahrens, wobei die Rohre (1) in coaxialer Lage zueinander mittels Spannstellen (2) gehalten
10 werden, mittels eines Hobels (3) der zwischen die Spannstellen (2) bringbar ist, gehobelt werden und mittels Heizspiegel (6) der anstelle des Hobels (3) montierbar ist, aufgeheizt werden, wobei durch die Erwärmung der freien zu verschweisenden Rohrenden (8) ein Aufschmelzbereich erzeugt wird, der beim Verpressen eine Wulst bildet, dadurch gekennzeichnet, dass der
15 Rohrüberstand (5) der Rohre (1) auf ein definiertes Mass gehobelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Angleichen während der Anwärmphase (11) erfolgt
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine separate Angleichphase (10) entfällt.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügephase (13) weggesteuert ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet dass die Fügephase (13) druckgesteuert ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
25 Heiztemperatur des Heizspiegels sich entsprechend der (im Verhältnis zur) Umgebungstemperatur anpasst.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die die Dauer der Anwärmphase abhängig von der Umgebungstemperatur ist.
8. Vorrichtung zum Verschweissen von Kunststoffrohren (1) aus
30 thermoplastischem Kunststoff mittels eines Stumpfschweissverfahrens, wobei die Rohre (1) in coaxialer Lage zueinander mittels Spannstellen (2) gehalten werden, mittels eines Hobels (3) der zwischen die Spannstellen (2) bringbar ist, gehobelt werden und mittels Heizspiegel (6) der anstelle des Hobels (3) montierbar ist, aufgeheizt werden, wobei durch die Erwärmung der freien zu

- 5 verschweisenden Rohrenden (8) ein Aufschmelzbereich erzeugt wird, der
beim Verpressen eine Wulst bildet, dadurch gekennzeichnet, dass die
Vorrichtung einen Hobelanschlag (4) zur Definition der Länge der zu
hobelnden Rohrüberstände (5) aufweist.
- 10 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung
ein Wegmesssystem aufweist.