

15 **Schweißmaschine und Verfahren zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Stumpf-
schweißverbindung zwischen Rohrsegmenten eines Rohres aus einem
20 schweißbaren Kunststoffmaterial mit einer Schweißmaschine sowie eine
Schweißmaschine, wobei zwei Rohrsegmente jeweils von einer Spannein-
richtung einer Schweißvorrichtung der Schweißmaschine aufgenommen
werden, wobei Schweißkontaktflächen von Rohrendquerschnitten der
Rohrsegmente mittels einer Heizeinrichtung der Schweißvorrichtung
25 aufgeschmolzen und nachfolgend die Schweißkontaktflächen zur Ausbil-
dung einer die Rohrsegmente in eine Fügeebene miteinander verbindenden
Stumpfschweißnaht mit einem Fügedruck von einer Handhabungsein-
richtung der Schweißvorrichtung gegeneinander gepresst werden, wobei
die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschi-
30 ne gesteuert wird.

Derartige Verfahren und Schweißmaschinen sind hinreichend bekannt
und werden zum Stumpfschweißen von Kunststoffrohren eingesetzt.
Insbesondere werden zwei Rohrsegmente eines durch eine Stumpf-
schweißverbindung auszubildenden Rohres durch diese miteinander
35 verbunden. Dabei weisen Rohrendquerschnitte der Rohrsegmente regel-
mäßig einen übereinstimmenden Durchmesser auf und werden in einer
Spanneinrichtung mit Spannwerkzeugen aufgenommen, fixiert und
relativ zueinander ausgerichtet. Nachfolgend werden die Rohrendquer-

schnitte der Rohrsegmente mittels einer Heizeinrichtung mit einem Heizelement erwärmt und plastifiziert. Abschließend werden die plastifizierten Rohrendquerschnitte mittels einer Handhabungseinrichtung mit einem Fügedruck gegeneinander gepresst, bis die so ausgebildete Stumpfschweißnaht ausgehärtet ist. Abschließend wird die Spanneinrichtung
5 gelöst und das Rohr kann von der Schweißmaschine getrennt werden.

Das beschriebene Verfahren kann prinzipiell mit der Schweißmaschine vollständig manuell ausgeführt werden. Es kann jedoch auch eine teilautomatisierte oder vollautomatisierte Ausführung vorgesehen sein, bei der
10 die Schweißmaschine eine Steuervorrichtung umfasst, die zumindest teilweise entsprechende Herstellungsschritte zur Herstellung der Stumpfschweißverbindung durch die Schweißmaschine steuert. Eine derartige Schweißmaschine ist aus der EP 3 804 965 A1 bekannt.

Insbesondere wenn Rohrleitungssysteme hoher Qualität hergestellt
15 werden sollen, beispielsweise im Bereich der Halbleiterfertigung und der Produktion von Lebensmitteln und Arzneimitteln, besteht das Problem, dass ungeachtet einer qualitativ hochwertigen Schweißmaschine und der verwendeten Materialien durch Bedienpersonen der Schweißmaschine eine fehlerhafte oder qualitativ minderwertige Stumpfschweißverbindung
20 ausgebildet werden kann. Da Rohrleitungssysteme für diese zuvor genannten Fertigungsstätten regelmäßig sehr komplex sind, können Bedienpersonen beispielsweise versehentlich falsche Rohrsegmente verwenden. Darüber hinaus kann es auch durch eine nicht sachgemäße Bedienung der Schweißmaschine zur Ausbildung fehlerhafter Stumpfschweißverbindun-
25 gen kommen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Schweißmaschine zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung vorzuschlagen, das bzw. die eine einfache Herstellung eines Rohrleitungssystems hoher Qualität ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Schweißmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung zwischen Rohrsegmenten eines Rohres aus einem schweißbaren Kunststoffmaterial mit einer Schweißmaschine werden zwei Rohrsegmente jeweils von einer Spanneinrichtung einer Schweißvorrichtung der Schweißmaschine aufgenommen, wobei Schweißkontaktflächen von Rohrendquerschnitten der Rohrsegmente mittels einer Heizeinrichtung der Schweißvorrichtung aufgeschmolzen und nachfolgend die Schweißkontaktflächen zur Ausbildung einer die Rohrsegmente in einer Fügeebene miteinander verbindenden Stumpfschweißnaht mit einem Fügedruck von einer Handhabungseinrichtung der Schweißvorrichtung gegeneinander gepresst werden, wobei die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschine gesteuert wird, wobei in der Steuervorrichtung der Schweißvorrichtung ein Datenmodell eines Rohrleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen gespeichert wird, wobei das Datenmodell zumindest einen die jeweilige Stumpfschweißverbindung repräsentierenden Objektdatensatz mit jeweils Attributen umfasst, wobei die Steuervorrichtung für die jeweilige Stumpfschweißverbindung zumindest einen Schweißparameter der Schweißvorrichtung als ein weiteres Attribut ermittelt, und dieses dem Objektdatensatz hinzufügt.

Unter einem Rohrleitungssystem wird zumindest ein Rohr verstanden, welches aus einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen bzw. einer entsprechenden Anzahl an Rohrsegmenten ausgebildet ist. Das Rohrleitungssystem kann auch eine Vielzahl von Rohren sowie Verbindungen bzw. Abzweigungen von Rohren, umfassen, die Ventile, Behälter, Reaktoren, Maschinen oder dergleichen miteinander verbinden. Unter einem Datenmodell des Rohrleitungssystems wird eine digitale Verkörperung des Rohrleitungssystems verstanden, die durch Mittel zur Datenverarbei-

- tung, wie beispielsweise einem Computer, erstellt und weiterverarbeitet werden kann. Da im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens das Datenmodell des Rohrleitungssystems in der Steuervorrichtung gespeichert wird, ist die Steuervorrichtung ebenfalls zur Verarbeitung digitaler
- 5 Daten ausgebildet und kann daher beispielsweise ein Computer sein. Das Datenmodell des Rohrleitungssystems umfasst Objektdatensätze, die jeweils mit der Schweißmaschine auszubildende Stumpfschweißverbindungen repräsentieren. So kann durch das Speichern des Datenmodells des Rohrleitungssystems in der Steuervorrichtung sichergestellt werden,
- 10 dass wesentliche, eine Stumpfschweißverbindung beschreibende Daten bereits in der Steuervorrichtung vorliegen. Die jeweiligen Objektdatensätze umfassen ihrerseits Attribute mit den wesentlichen Angaben zu der herzustellenden Stumpfschweißverbindung, beispielsweise Angaben zu der Art der jeweiligen Rohrsegmente. Mögliche Fehler von Bedienpersonen
- 15 bei einer Übertragung von Daten aus Planungsunterlagen des Rohrleitungssystems in eine Schweißmaschine bzw. Steuervorrichtung können so vermieden werden, da die zur Ausbildung der Stumpfschweißverbindung erforderlichen Informationen bzw. Daten für die Bedienpersonen bereits in der Schweißmaschine gespeichert sind.
- 20 Erfindungsgemäß ist darüber hinaus vorgesehen, dass die Steuervorrichtung für die betreffenden Stumpfschweißverbindungen zumindest einen Schweißparameter ermittelt, wie beispielsweise eine Temperatur. Diese Ermittlung des Schweißparameters kann durch Sensoren der Schweißvorrichtung und/oder auch durch eine Berechnung der Steuervorrichtung
- 25 mittels eines Algorithmus erfolgen. Der betreffende Schweißparameter wird in Form eines weiteren Attributs der Stumpfschweißverbindung dem zugehörigen Objektdatensatz hinzugefügt. Die Steuervorrichtung kann das ermittelte weitere Attribut in dem jeweiligen Objektdatensatz ergänzen und diesen im Rahmen des Datenmodells speichern. So kann eine
- 30 nachvollziehbare Dokumentation einer Herstellung des Rohrleitungssystems erstellt werden. Dadurch wird auch eine nachvollziehbare Überprüfung einer Einhaltung von Herstellungsvorgaben möglich.

Das Datenmodell kann vor der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung in einer Speichereinrichtung der Steuervorrichtung gespeichert werden. Die Steuervorrichtung weist demnach die Speichereinrichtung auf. Die Speichereinrichtung kann prinzipiell jede Art von Datenträger sein, der
5 geeignet ist, Daten bzw. Dateien zu speichern. In der Speichereinrichtung können auch mehrere Datenmodelle von Rohrleitungssystemen gespeichert werden. Die Speichereinrichtung kann auch ein an der Schweißmaschine adaptierbarer Datenträger sein.

Die Steuervorrichtung kann vor, während und/oder nach der Ausbildung
10 der jeweiligen Stumpfschweißverbindung den zumindest einen Schweißparameter der Schweißvorrichtung als das weitere Attribut ermitteln, wobei die Schweißparameter ein Fügedruck, eine Heizelementtemperatur, eine Gerätetemperatur, eine Umgebungstemperatur, ein Herstellungszeitpunkt, eine Schweißzeit und/oder eine Abkühlzeit sein können. Die
15 Steuervorrichtung kann die in dem Objektdatensatz enthaltenen Attribute bereits vor der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung zur Berechnung des weiteren Attributs verwenden, beispielsweise eine Wandstärke der Rohrsegmente zur Ermittlung der erforderlichen Heizelementtemperatur. Auch kann die Schweißvorrichtung über einen oder eine Anzahl
20 Sensoren verfügen, mit denen während der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung die Steuervorrichtung Messwerte als das weitere Attribut erfassen kann, beispielsweise eine Umgebungstemperatur. Die Steuervorrichtung kann darüber hinaus nach der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung die in dem Objektdatensatz enthaltenen Attribute
25 und/oder Messwerte verarbeiten, um das weitere Attribut zu ermitteln, beispielsweise eine Wandstärke der Rohrsegmente in Verbindung mit einer Umgebungstemperatur zur Ermittlung einer erforderlichen Abkühlzeit. Einerseits wird es so möglich, erforderliche Schweißparameter auf Basis der in dem Objektdatensatz enthaltenen Attribute vorauszuberechnen und andererseits diese Schweißparameter während und nach der
30 Ausbildung der Stumpfschweißverbindung zu messen bzw. zu überprüfen.

Die Steuervorrichtung kann die Schweißvorrichtung in Abhängigkeit der Attribute des Objektdatensatzes steuern, wobei die Attribute ein Rohrsegmentdurchmesser, eine Rohrwandstärke, ein Kunststoffmaterial, ein Fertigungszeitpunkt, eine Herstellerbezeichnung, eine Artikelnummer und/oder eine Seriennummer sein können. So können mit diesen Attributen bestimmte Funktionen der Schweißvorrichtung verknüpft sein, beispielsweise eine Heizelementtemperatur in Abhängigkeit des verwendeten Kunststoffmaterials. Auch ist es möglich das verwendete Kunststoffmaterial aus einer Artikelnummer und einer Herstellerbezeichnung abzuleiten, wenn das Kunststoffmaterial nicht als ein Attribut in dem Objektdatensatz enthalten ist. Grundsätzlich wird es jedoch auch möglich, durch diese Attribute einen Herstellprozess der Stumpfschweißverbindung bis auf eine Herstellung der verwendeten Rohrsegmente zurückzuverfolgen.

Mittels einer Anzeigeeinrichtung der Steuervorrichtung kann an eine Bedienperson gerichtete Bedienungsanweisung der Schweißmaschine und das Datenmodell ausgegeben werden. Die Anzeigeeinrichtung kann durch ein oder mehrere Anzeigemittel ausgebildet sein. Die Bedienungsanweisungen können in akustischer und/oder optischer Form signalisiert werden, beispielsweise durch Lichtzeichen, eine graphische Darstellung und/oder Anweisungen in Textform. Die Bedienungsanweisungen können beispielsweise dazu auffordern, die Schweißmaschine mit Rohrsegmenten einer bestimmten Art zu bestücken oder bestimmte Funktionen der Schweißmaschine zu initiieren, wie den Schweißvorgang selbst. Prinzipiell ist es auch denkbar, dass die Schweißmaschine einige oder sämtliche Funktionen teilautomatisiert bzw. vollautomatisiert ausführt. Weiter kann vorgesehen sein, dass die Schweißmaschine das Datenmodell ausgibt. Diese Ausgabe kann durch Anzeige einer Liste mit Objektdatensätzen oder durch eine graphische Darstellung des zu erstellenden Rohrleitungssystems mit der Anzeigevorrichtung erfolgen.

Die Anzeigeeinrichtung kann durch einen oder mehrere Bildschirme ausgebildet werden, wobei in einem ersten Anzeigebereich die Bedienungsanweisungen und in einem zweiten Anzeigebereich das Datenmodell mit den Objektdatensätzen und den jeweiligen Attributen angezeigt werden können. Bei den Bildschirmen kann es sich um berührungssensitive Bildschirme handeln, so dass Bedienpersonen mit der Steuervorrichtung interagieren können, beispielsweise durch quittieren einer Bedienungsanweisung. Durch den zweiten Anzeigebereich für das Datenmodell ist es für Bedienpersonen nicht mehr erforderlich, einen Abgleich mit Planungsunterlagen des Rohrleitungssystems durchzuführen. Das Datenmodell kann dann Planungsunterlagen umfassen, die in der Steuervorrichtung gespeichert sind. Bei einer Bedienung der Schweißmaschine kann eine Bedienperson zunächst aus dem Datenmodell, welches in Form einer graphischen, zwei- oder dreidimensionale Darstellung des Rohrleitungssystems in dem zweiten Anzeigebereich wiedergegeben werden kann, eine herzustellende Stumpfschweißverbindung auswählen. Die in den Objektdatensätzen enthaltenen Attribute können dann von der Steuervorrichtung zur Anzeige von Bedienungsanweisungen in dem ersten Anzeigebereich genutzt werden, beispielsweise Angaben zu den Rohrsegmenten, die in die Spanneinrichtung einzulegen sind. Nach der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung kann das zumindest eine weitere Attribut dem Objektdatensatz in dem Datenmodell hinzugefügt werden. Beispielsweise kann die betreffende Stumpfschweißverbindung in dem zweiten Anzeigebereich dann als fertig geschweißt angezeigt werden. Eine versehentliche mehrmalige Herstellung der Stumpfschweißverbindung kann so sicher ausgeschlossen werden.

Mittels einer Druckeinrichtung, die an die Steuervorrichtung angeschlossen sein kann oder die die Steuervorrichtung aufweisen kann, kann nach der Ausbildung der Stumpfschweißverbindung eine Ausgabe eines Haftetiketts mit einer Widergabe des jeweiligen Objektdatensatzes der Stumpfschweißverbindung und/oder mit einer Widergabe eines diesen Objektdatensatz repräsentierenden Codes erfolgen. Die Druckeinrichtung

kann durch einen Haftetikettendrucker ausgebildet sein, der in der Schweißmaschine integriert ist, oder über eine Schnittstelle an die Schweißmaschine angeschlossen ist. Zu jeder Stumpfschweißverbindung kann dann zumindest ein Haftetikett ausgedruckt werden, welches zumindest einen die Stumpfschweißverbindung betreffendem Objektdatensatz aufweist. Der Objektdatensatz kann dabei bereits das weitere Attribut umfassen, beispielsweise ein Herstellungsdatum der Stumpfschweißverbindung. Eine Bedienperson kann dann das Haftetikett auf einem der Rohrsegmente aufbringen, womit wesentliche Informationen zu der Stumpfschweißverbindung unmittelbar erkennbar werden. Die Widergabe des Objektdatensatzes kann in Text- bzw. Zeichenform auf dem Haftetikett erfolgen. Alternativ oder ergänzend kann das Haftetikett einen Code aufweisen, mit dem Informationen zu der Stumpfschweißverbindung ermittelbar sind. Dies kann beispielsweise ein Barcode oder ein QR-Code sein, der mit einem mobilen Endgerät gescannt werden kann.

Ein Datenmodell kann mit graphischen Bilddaten und/oder Vektordaten des Rohrleitungssystems, die mit den Objektdatensätzen ergänzt sein können, verwendet werden. Die graphischen Bilddaten bzw. Vektordaten können in zweidimensionaler oder dreidimensionaler Form vorliegen. Vorteilhaft können CAD-Daten oder andere bekannte graphische Datenformate die Objektdatensätze enthalten oder mit diesen verknüpft sein. Durch die graphische Darstellung des Rohrleitungssystems wird es möglich auf in Papierform vorliegende Planungsunterlagen bei der Herstellung der Stumpfschweißverbindung zu verzichten.

Ein Datenmodell kann mit dem Rohrsegment und/oder der Stumpfschweißverbindung als ein Objekt mit zugeordnetem Objektdatensatz verwendet werden. Jedes der Rohrsegmente und/oder die Stumpfschweißverbindung kann demnach in dem Datenmodell als ein Objekt definiert sein. Jedem dieser Objekte kann jeweils ein Objektdatensatz zugeordnet sein. Sämtliche Bauteile des Rohrleitungssystems und deren Stumpf-

schweißverbindungen können dann in dem Datenmodell eindeutig erfasst werden.

Das Datenmodell kann mit einer Stückliste des Rohrleitungssystems verwendet werden. So kann das Datenmodell in Form einer Stückliste in
5 der Steuervorrichtung gespeichert sein und entsprechend einer Bedienperson dargestellt werden. Der Stückliste können dann die zu verschweißenden Rohrsegmente mit allen notwendigen Informationen bzw. Attributen der herzustellenden Stumpfschweißverbindung entnommen werden. Ergänzend zur Darstellung einer Stückliste kann eine graphische Darstellung
10 lung des Datenmodells des Rohrleitungssystems vorgesehen sein.

Vorteilhaft kann das Verfahren in einer Abfolge der nachfolgenden Schritte durchgeführt werden:

- a) Erzeugen des Datenmodells des Rohrleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen;
- 15 b) Übertragen und Speichern des Datenmodells in der Steuervorrichtung;
- c) Auswählen der zu verschweißenden Stumpfschweißverbindung;
- d) Berechnen der Schweißparameter der Schweißvorrichtung durch die Steuervorrichtung auf Basis der Attribute des jeweiligen Objektdatensatzes;
- 20 e) Ausgeben einer Abfolge von an eine Bedienperson gerichtete Bedienungsanweisungen der Schweißmaschine;
- f) Steuern der Schweißvorrichtung durch die Steuervorrichtung zur Ausführung von Herstellungsschritten;
- g) Ermittlung des weiteren Attributs durch die Steuervorrichtung und
25 Speichern in dem jeweiligen Objektdatensatz;
- h) Ausgeben und/oder Übertragen des jeweiligen Objektdatensatzes oder des Datenmodells durch die Steuervorrichtung.

Zur Ausbildung von Schweißkontaktflächen können Rohrendquerschnitte der Rohrsegmente mit einer Werkzeugeinrichtung der Schweißvorrichtung
30 tung spanend bearbeitet werden. So kann die Werkzeugeinrichtung zur spanenden Bearbeitung der Schweißkontaktflächen stationär angeordnet

sein. Auch kann die Werkzeugeinrichtung einen Trennschnitt zur Ausbildung der Rohrsegmente ausführen, wobei der Trennschnitt gleichzeitig zur Ausbildung der Schweißkontaktflächen dienen kann. Folglich werden die Rohrsegmente dann aus einem Halbzeug durch die Werkzeugeinrichtung ausgebildet. Die Werkzeugeinrichtung kann aber auch die Rohrsegmente nach dem Einspannen in die Spanneinrichtung jeweils an ihren Schweißkontaktflächen so bearbeiten, dass diese in der Fügeebene spaltfrei aneinander anliegen können.

Weiter kann eine Übertragung des Datenmodells mittels der Steuervorrichtung mit einem externen Datennetzwerk erfolgen. Die Übertragung des Datenmodells kann wechselseitig erfolgen, beispielsweise von einem Computer auf die Steuervorrichtung und nach einer Änderung des Datenmodells durch die Hinzufügung von weiteren Attributen in der Steuervorrichtung durch Speichern auf dem Computer. Das externe Datennetzwerk kann zumindest einen Computer und eine Verbindung der Steuervorrichtung mit dem Computer umfassen. Die Verbindung kann durch eine Datenleitung oder einen bekannten Funkstandard auch drahtlos ausgebildet werden. Optional ist es dann auch möglich, dass das Datenmodell nur teilweise in der Steuervorrichtung gespeichert wird und lediglich vollständig auf einem Computer des externen Datennetzwerks vorhanden ist. In diesem Fall kann dann ein fortwährender Datenaustausch zwischen der Steuervorrichtung und dem Computer bzw. Server erfolgen. Insbesondere wird es dann auch möglich, Informationen über einen Herstellungsfortschritt und eventuelle Planungsänderungen des Rohrleitungssystems den an der Herstellung und Planung beteiligten Personen in Echtzeit zur Verfügung zu stellen.

Die erfindungsgemäße Schweißmaschine dient zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung zwischen Rohrsegmenten eines Rohres aus einem schweißbaren Kunststoffmaterial, wobei die Schweißmaschine eine Schweißvorrichtung aufweist, mit einer Spanneinrichtung zur Aufnahme jeweils zweier Rohrsegmente, mit einer Heizeinrichtung zum

Aufschmelzen von Schweißkontaktflächen von Rohrendquerschnitten der Rohrsegmente, und mit einer Handhabungseinrichtung zur nachfolgenden Ausbildung einer die Rohrsegmente in einer Fügeebene miteinander verbindenden Stumpfschweißnaht durch Gegeneinanderpressen der Schweißkontaktflächen mit einem Fügedruck, wobei die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschine steuerbar ist, wobei in der Steuervorrichtung der Schweißvorrichtung ein Datenmodell eines Rohrleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen gespeichert ist, wobei das Datenmodell

5 kontaktflächen mit einem Fügedruck, wobei die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschine steuerbar ist, wobei in der Steuervorrichtung der Schweißvorrichtung ein Datenmodell eines Rohrleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen gespeichert ist, wobei das Datenmodell

10 zumindest einen die jeweilige Stumpfschweißverbindung repräsentierenden Objektdatensatz mit jeweils Attributen umfasst, wobei mittels der Steuervorrichtung für die jeweilige Stumpfschweißverbindung zumindest einen Schweißparameter der Schweißvorrichtung als ein weiteres Attribut ermittelbar und dieses dem Objektdatensatz hinzufügbare ist. Zu den

15 Vorteilen der erfindungsgemäßen Schweißmaschine wird auf die Vorteilsbeschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwiesen.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen einer Schweißmaschine ergeben sich aus den Merkmalsbeschreibungen der auf den Verfahrensanspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche.

20 Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens mit Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform einer Schweißmaschine zur Ausführung des Verfahrens anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1** eine perspektivische Ansicht einer Schweißmaschine;
- 25 **Fig. 2** ein Flussdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung.

Die **Fig. 1** zeigt eine Schweißmaschine 10 zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung zwischen zwei hier nicht näher dargestellten Rohrsegmenten eines Rohres. Eine Schweißvorrichtung 21 der Schweißma-

schine 10 umfasst eine Spanneinrichtung 11 mit vier Spannaufnahmen 12 die ihrerseits aus Spannbacken 13, 14 und 15 ausgebildet sind. Jeweils zwei der Spannaufnahmen 12 sind an Schlitten 16 und 17 einer Handhabungseinrichtung 18 der Schweißvorrichtung 21 angeordnet. Die Schlitten 16 und 17 sind relativ zueinander entlang einer Längsachse 19 eines herzustellenden Rohres mittels der Handhabungseinrichtung 18 bewegbar. Die Schlitten 16 und 17 sind dazu an einem Gestell 20 der Schweißmaschine 10, welches eine hier nicht näher dargestellte Führung für die Schlitten 16 und 17 ausbildet, angeordnet. Ein Antrieb der Handhabungseinrichtung 18 ist ebenfalls innerhalb des Gestells 20 angeordnet. Weiter umfasst die Schweißvorrichtung 21 eine Heizplatte 22. An dem Gestell 20 ist eine Bedieneinheit 23 der Schweißmaschine 10 angeordnet die zwei Bildschirme 24 aufweist, die ihrerseits einen ersten Anzeigebereich 25 und einen zweiten Anzeigebereich 26 ausbilden.

Bei einem Schweißvorgang werden zunächst von einer Bedienperson Rohrsegmente mittels der Spannbacken 13, 14 und 15 an jeweils zwei Spannaufnahmen 12 der jeweiligen Schlitten 16 und 17 eingespannt. Danach erfolgt, wenn erforderlich, eine Ausrichtung der Rohrsegmente relativ zueinander in Bezug auf die Längsachse 19. Hierzu ist an dem Schlitten 16 eine Querführung 27 ausgebildet. Nach einer eventuellen spanenden Bearbeitung von Schweißkontaktflächen der Rohrsegmente wird zwischen den Schweißkontaktflächen die Heizplatte 22 angeordnet, so dass Rohrendquerschnitte der Rohrsegmente mittels der Heizplatte aufgeschmolzen werden. Nachfolgend wird die Heizplatte entfernt und die Rohrsegmente werden mittels der Schlitten 16 und 17 mit einem Fügedruck gegeneinander gepresst, wobei eine Stumpfschweißnaht ausgebildet wird. Abschließend kann das so ausgebildete Rohr aus der Spannaufnahme 12 entnommen werden. Eine Bedienung der Schweißmaschine 10 durch eine Bedienperson erfolgt dabei unter anderem mittels der Bildschirme 24 und Bedienelemente 28 an der Bedieneinheit 23. Eine hier nicht dargestellte Steuervorrichtung der Schweißmaschine 10 steuert

insbesondere einen Ablauf des Schweißverfahrens und die damit verbundenen Funktionen der Schweißmaschine 10.

Die **Fig. 2** zeigt ein Flussdiagramm zur Durchführung des Verfahrens am Beispiel der in der **Fig. 1** dargestellten Schweißmaschine 10. In einem ersten Schritt 30 wird zunächst ein Datenmodell eines Rohrleitungssystems, welches mit der Schweißmaschine 10 hergestellt werden soll, erzeugt. Das Datenmodell kann beispielsweise an einem Computer konstruiert und in Form von graphischen Bilddaten oder Vektordaten auf dem Computer gespeichert werden. Das Datenmodell wird dann unabhängig von der Schweißmaschine 10 erzeugt. In einem zweiten Schritt 32 wird das Datenmodell an die Schweißmaschine 10 übertragen und in der Steuervorrichtung gespeichert. Diese Übertragung kann mittels eines Datenträgers, über eine Datenleitung oder über einen Funkstandard zur Datenübertragung erfolgen. In einem dritten Schritt 33 wird das Datenmodell in dem zweiten Anzeigebereich 26 in Form einer graphischen Darstellung oder einer Liste von der Steuervorrichtung dargestellt. Eine Bedienperson ist nun in der Lage eine zu schweißende Stumpfschweißverbindung zur Herstellung des Rohrleitungssystems an dem zweiten Anzeigebereich 26 auszuwählen. Bei der hier dargestellten Schweißmaschine 10 kann diese Auswahl durch eine Berührung der Darstellung der Stumpfschweißverbindung in dem zweiten Anzeigebereich 26 durch die Bedienperson erfolgen.

In einem vierten Schritt 34 berechnet nun die Steuervorrichtung die zur Ausbildung der Stumpfschweißverbindung erforderlichen Schweißparameter der Schweißvorrichtung 21. Dazu verwendet die Steuervorrichtung im Datenmodell enthaltene und jeweils der auszubildenden Stumpfschweißverbindung zugeordnete Objektdatensätze mit jeweils Attributen. Die Attribute können beispielsweise Angaben zu einer Rohrwandstärke und einem Kunststoffmaterial umfassen. Die Steuervorrichtung kann nun auf Basis dieser Attribute Schweißparameter der Schweißvorrichtung 21 berechnen, wie beispielsweise einen Fügedruck und eine Abkühlzeit. In

- einem fünften Schritt 35 wird eine Abfolge von Bedienungsanweisungen der Schweißmaschine 10 in dem ersten Anzeigebereich 25 angezeigt. Beispielsweise können dies Angaben zu den in der Spanneinrichtung 11 einzulegenden Rohrsegmenten sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass
- 5 die betreffende Bedienperson die Bedienungsanweisungen durch eine Berührung des ersten Anzeigebereichs 25 an entsprechender Stelle quittiert, beispielsweise nach dem Einlegen und Spannen der Rohrsegmente. In einem sechsten Schritt 36 steuert die Steuervorrichtung die Schweißvorrichtung 21 so, dass, wie zuvor beschrieben, die Stumpfschweißverbindung ausgebildet wird. In einem siebten Schritt 37 ermit-
- 10 telt die Steuervorrichtung ein weiteres Attribut vor oder während der Herstellung der Stumpfschweißverbindung, beispielsweise kann das weitere Attribut ein von der Steuervorrichtung berechneter Schweißparameter oder auch ein mit einem Sensor gemessener Wert, wie beispielsweise eine Umgebungstemperatur sein. Dieses weitere Attribut wird von
- 15 der Steuervorrichtung in dem der Stumpfschweißverbindung zugeordneten Objektdatensatz gespeichert. In der einfachsten Ausführungsform kann das weitere Attribut lediglich die Information enthalten, dass die Stumpfschweißverbindung fertig ausgebildet ist.
- 20 Nach der fertigen Ausbildung der Stumpfschweißverbindung kann die Bedienperson das so ausgebildete Rohr aus der Spannaufnahme 12 entnehmen. Hierzu kann eine Bedienanweisung im ersten Anzeigebereich 25 angezeigt werden. In einem achten Schritt 38 erfolgt eine Ausgabe oder Übertragung des jeweiligen Objektdatensatzes oder des Datenmodells durch die Steuervorrichtung. So kann dann, wie in Schritt 32, auf
- 25 umgekehrtem Wege das um Attribute ergänzte Datenmodell an einen Computer übermittelt und dort gespeichert werden.

10

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung zwischen Rohrsegmenten eines Rohres aus einem schweißbaren Kunststoffmaterial mit einer Schweißmaschine (10), wobei zwei Rohrsegmente jeweils von einer Spanneinrichtung (11) einer Schweißvorrichtung (21) der Schweißmaschine aufgenommen werden, wobei Schweißkontaktflächen von Rohrendquerschnitten der Rohrsegmente mittels einer
- 20 Heizeinrichtung (22) der Schweißvorrichtung aufgeschmolzen und nachfolgend die Schweißkontaktflächen zur Ausbildung einer die Rohrsegmente in einer Fügeebene miteinander verbindenden Stumpfschweißnaht mit einem Fügedruck von einer Handhabungseinrichtung (18) der Schweißvorrichtung gegeneinander gepresst werden, wobei
- 25 die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschine gesteuert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Steuervorrichtung der Schweißvorrichtung ein Datenmodell eines Rohleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer
- 30 Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen gespeichert wird, wobei das Datenmodell zumindest einen die jeweilige Stumpfschweißverbindung repräsentierenden Objektdatensatz mit jeweils Attributen umfasst, wobei die Steuervorrichtung für die jeweilige Stumpfschweißverbindung zumindest einen Schweißparameter der Schweißvorrichtung als ein weiteres Attribut ermittelt, und dieses dem Objektdatensatz hinzufügt.
- 35

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Datenmodell vor der Ausbildung der Stumpfschweißverbin-
dung in einer Speichereinrichtung der Steuervorrichtung gespeichert
5 wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuervorrichtung vor, während und/oder nach der Ausbil-
dung der jeweiligen Stumpfschweißverbindung den zumindest einen
10 Schweißparameter der Schweißvorrichtung (21) als das weitere Attri-
but ermittelt, wobei die Schweißparameter ein Fügedruck, eine Heiz-
elementtemperatur, eine Gerätetemperatur, eine Umgebungstempla-
tur, ein Herstellungszeitpunkt, eine Schweißzeit und/oder eine Ab-
kühlzeit sind.
- 15 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuervorrichtung die Schweißvorrichtung (21) in Abhängig-
keit der Attribute des Objektdatensatzes steuert, wobei die Attribute
ein Rohrsegmentdurchmesser, eine Rohrwandstärke, ein Kunststoff-
20 material, ein Fertigungszeitpunkt, eine Herstellerbezeichnung, eine
Artikelnummer und/oder eine Seriennummer sind.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer Anzeigeeinrichtung der Steuervorrichtung an eine
25 Bedienerperson gerichtete Bedienungsanweisungen der Schweißmaschi-
ne (10) und das Datenmodell ausgegeben werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass die Anzeigeeinrichtung durch einen oder mehrere Bildschirme (24) ausgebildet wird, wobei in einem ersten Anzeigebereich (25) die Bedienungsanweisungen und in einem zweiten Anzeigebereich (26) das Datenmodell mit den Objektdatensätzen und den jeweiligen Attributen angezeigt werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer Druckeinrichtung, die an die Steuervorrichtung angeschlossen ist oder die die Steuervorrichtung aufweist, nach der
10 Ausbildung der Stumpfschweißverbindung, eine Ausgabe eines Haftetiketts mit einer Wiedergabe des jeweiligen Objektdatensatzes der Stumpfschweißverbindung und/oder mit einer Wiedergabe eines diesen Objektdatensatz repräsentierenden Codes erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass ein Datenmodell mit grafischen Bilddaten und/oder Vektordaten des Rohrleitungssystems, die mit den Objektdatensätzen ergänzt sind, verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass ein Datenmodell mit dem Rohrsegment und/oder der Stumpfschweißverbindung als ein Objekt mit zugeordneten Objektdatensatz verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass ein Datenmodell mit einer Stückliste des Rohrleitungssystems verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren in einer Abfolge der nachfolgenden Schritte
durchgeführt wird:
- 5 a) Erzeugen des Datenmodells des Rohleitungssystems mit zumindest
einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen;
b) Übertragen und Speichern des Datenmodells in der Steuervorrich-
tung;
c) Auswählen der zu schweißenden Stumpfschweißverbindung;
10 d) Berechnen der Schweißparameter der Schweißvorrichtung (21)
durch die Steuervorrichtung auf Basis der Attribute des jeweiligen
Objektdatensatzes;
e) Ausgeben einer Abfolge von an eine Bedienperson gerichtete Be-
dienungsanweisungen der Schweißmaschine (10);
15 f) Steuern der Schweißvorrichtung (21) durch die Steuervorrichtung
zur Ausführung von Herstellungsschritten;
g) Ermittlung des weiteren Attributs durch die Steuervorrichtung und
Speichern in dem jeweiligen Objektdatensatz;
h) Ausgeben und/oder Übertragen des jeweiligen Objektdatensatzes
20 oder des Datenmodells durch die Steuervorrichtung.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Ausbildung von Schweißkontaktflächen Rohrendquerschnitte
der Rohrsegmente mit einer Werkzeugeinrichtung der Schweißvor-
25 richtung (21) spanend bearbeitet werden.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Übertragung des Datenmodells mittels der Steuervorrich-
tung mit einem externen Datennetzwerk erfolgt.

14. Schweißmaschine (10) zur Herstellung einer Stumpfschweißverbindung zwischen Rohrsegmenten eines Rohres aus einem schweißbaren Kunststoffmaterial, wobei die Schweißmaschine eine Schweißvorrichtung (21) aufweist, mit einer Spanneinrichtung (11) zur Aufnahme jeweils zweier Rohrsegmente, mit einer Heizeinrichtung (22) zum Aufschmelzen von Schweißkontaktflächen von Rohrendquerschnitten der Rohrsegmente, und mit einer Handhabungseinrichtung (18) zur nachfolgenden Ausbildung einer die Rohrsegmente in einer Fügeebene miteinander verbindenden Stumpfschweißnaht durch Gegeneinanderpressen der Schweißkontaktflächen mit einem Fügedruck, wobei die Schweißvorrichtung von einer Steuervorrichtung der Schweißmaschine steuerbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Steuervorrichtung der Schweißvorrichtung ein Datenmodell eines Rohleitungssystems mit zumindest einem Rohr und einer Mehrzahl von Stumpfschweißverbindungen gespeichert ist, wobei das Datenmodell zumindest einen die jeweilige Stumpfschweißverbindung repräsentierenden Objektdatensatz mit jeweils Attributen umfasst, wobei mittels der Steuervorrichtung für die jeweilige Stumpfschweißverbindung zumindest einen Schweißparameter der Schweißvorrichtung als ein weiteres Attribut ermittelbar und dieses dem Objektdatensatz hinzufügbare ist.