

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 429 147 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90250238.4**

22 Anmeldetag: **17.09.90**

51 Int. Cl.⁵: **B05D 7/14**, B05D 1/06,
B05D 3/02, C25D 3/04,
C25D 3/22, C25D 7/04,
C25D 17/06, B05B 5/14

30 Priorität: **20.09.89 DE 3931822**
03.09.90 DE 4028198

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.91 Patentblatt 91/22

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
W-4000 Düsseldorf 1(DE)

72 Erfinder: **Niermann, Rolf, Dipl.-Ing.**
Hagebuttenstrasse 17
W-4830 Gütersloh(DE)
Erfinder: **Hofmann, Georg, Dipl.-Ing.**
Kleiansring 13
W-4000 Düsseldorf 31(DE)

74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,
Herbertstrasse 22
W-1000 Berlin 33(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Aufbringen einer Schutzschicht auf einem Stahlrohr.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer gegen chemischen und mechanischen Angriff widerstandsfähigen Schutzschicht auf einem Stahlrohr, wobei das Rohrmaterial zunächst verzinkt und chromatiert und anschließend im kontinuierlichen Durchlauf mittels elektrostatischem Pulverbeschichten, Einbrennen bzw. Aushärten mit einer Kunststoffbeschichtung versehen und danach abgekühlt wird, wobei das elektrostatische Pulverbeschichten, Einbrennen bzw. Aushärten und Abkühlen durchgeführt wird, während das Rohrmaterial in diesem Bereich unterstützungsfrei transportiert wird. Um ein verbessertes Verfahren zur Aufbringung einer Schutzschicht auf einem Stahlrohr anzugeben mit dem extrem biege- und stauchfähige Schutzschichten erzeugt und mit dem wahlweise Einzelrohre als auch ein endloser Rohrstrang beschichtet werden können, wird vorgeschlagen, daß die über ein

galvanisches Verfahren an der Außenoberfläche mit einer Zink- und Chrommatschicht versehenen einzelnen Rohre vor Einlauf in die Behandlungsstation für die Kunststoffbeschichtung miteinander verbunden werden und der so gebildete Rohrstrang mit einer auf die Rohrabmessung abgestimmten Durchlaufgeschwindigkeit durch die Anlage getrieben wird und nach dem Beschichten der Rohre mit einem an sich bekannten Pulverlack die Schicht bei einer Temperatur im Bereich von 250 bis 350 Grad Celsius aufgeschmolzen bzw. eingebrannt wird und die unmittelbar anschließende Aushärtung bei einer gegenüber der Einbrenntemperatur abgesenkten Temperatur mit einer Mindestverweilzeit von 10 Sekunden erfolgt und abschließend in bekannter Weise der Rohrstrang mit Wasser abgeschreckt wird.

EP 0 429 147 A2

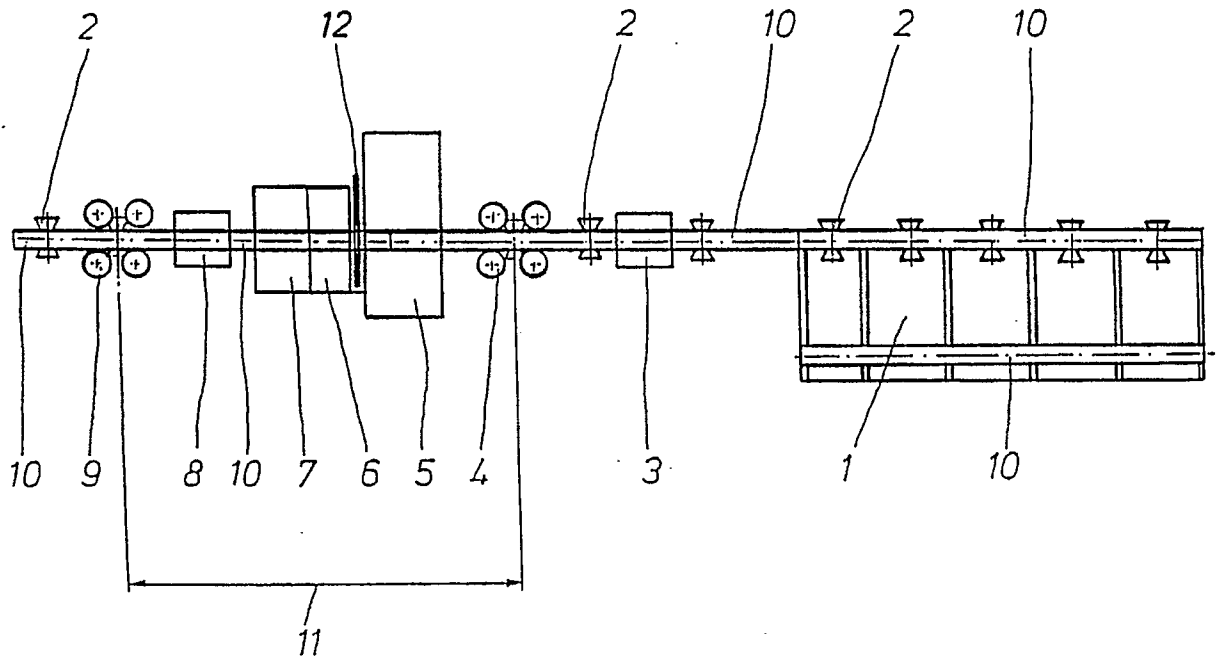


Fig. 1

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFBRINGEN EINER SCHUTZSCHICHT AUF EINEM STAHLROHR

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer gegen chemischen und mechanischen Angriff widerstandsfähigen Schutzschicht auf einem Stahlrohr gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

Aus der DE-OS 26 16 292 ist ein gattungsmäßiges Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht auf einem Rohr aus Stahl, insbesondere eines aus einem Stahlband geschweißten Rohres bekanntgeworden. Bei diesem Verfahren wird von einer Haspel Stahlband abgewickelt, in einem Walzgerüst zu einem Schlitzrohr eingeformt und in einer Schweißanlage zu einem längsnahtgeschweißten Rohr verschweißt. Der so hergestellte endlose Rohrstrang wird zuerst gereinigt und anschließend auf eine Temperatur über dem Schmelzpunkt eines Metallbades z.B. Zinkbad erwärmt und beim kontinuierlichen Durchlauf durch das Bad feuerverzinkt. Danach wird das Rohrmaterial in einem Wasserbad abgeschreckt, um anschließend eine Kalibrier- und Richtstation zu durchlaufen. Nach dem Richten kann das Rohrmaterial wahlweise chromatiert oder phosphatiert werden. Falls diese Behandlung vorgesehen ist ist der Metallbehandlungsstation eine Spül- und Lufttrocknungsstation vorgeschaltet. Vor dem Einlauf in die Behandlungsstation für die Kunststoffbeschichtung wird der Rohrstrang durch ein Rollenpaar und beim Auslauf durch eine Abzieh-Hilfsvorrichtung gestützt, wobei die Stützweite 21 - 24 m beträgt. Im Bereich der Kunststoffbeschichtung selbst wird der Rohrstrang stützungsfrei mit einer Geschwindigkeit von mindestens 18 - 21 m/min gezogen. Die Behandlungsstation weist in Transportrichtung gesehen zuerst eine Induktionsheizstation auf, in der das Rohrmaterial auf eine Temperatur im Bereich zwischen 66 - 204 Grad Celsius vorerwärmt wird, wobei die Vorwärmtemperatur abhängig ist von der In der Pulverkabine verwendeten Pulverzusammensetzung. Nach der Aufheizstation folgt die Pulverkabine, in der das verwendete Pulver elektrostatisch auf die Rohroberfläche aufgebracht wird. Dabei werden z. B. Vinyl-Schichtdicken von mindestens 0,1 mm und höchstens 0,15 mm aufgebracht. Der Pulverkabine ist eine Heiz- oder Erwärmungseinrichtung nachgeschaltet, in der ein Einbrennen und/oder Aushärten des Pulverüberzuges erfolgt. Die Temperatur für dieses Einbrennen liegt in einem Bereich zwischen 93 - 343 Grad Celsius. Nach dem Einbrennen dient eine Kühlstation vorzugsweise mit Wasserabschreckung zur schnellen Senkung der Temperatur, damit der Außenüberzug durch die Berührung mit der unmittelbar nachgeschalteten Abzieh-Hilfsvorrichtung nicht beeinträchtigt wird.

Dieses bereits bekannte Verfahren ist nicht geeignet für die Beschichtung kleiner Stahlrohre zur Verwendung als Brems- oder Einspritzleitung, da diese extrem biege- und stauchfähig sein müssen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist die stark schwankende Dicke der Zinkschicht infolge des Feuerverzinkens und die unvermeidbaren Beschädigungen der Zinkschicht durch die nachgeschaltete Kalibrier- und Richtstation. Außerdem nimmt die Anlage wegen ihrer langen Stützweite viel Platz in Anspruch und gestattet nur die Beschichtung eines endlosen Rohrstranges.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Aufbringung einer Schutzschicht auf einem Stahlrohr anzugeben, mit dem extrem biege- und stauchfähige Schutzschichten erzeugt und mit dem wahlweise Einzelrohre als auch ein endloser Rohrstrang beschichtet werden können.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Mitteln gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird auf das Rohrmaterial auf der Außenoberfläche die Zink- und Chromatschicht galvanisch aufgebracht, wobei die Chromatierung stromlos erfolgt. Danach wird ohne vorherige Erwärmung auf das Rohrmaterial elektrostatisch ein an sich bekannter Pulverlack trocken aufgesprüht. Dieser Pulverlack ist beispielsweise ein saurer Polyester oder ein Epoxiharz bzw. eine Mischung aus beiden. Zum Einbrennen der Pulvermischung wird das Stahlrohr in ebenfalls an sich bekannter Weise nach dem Aufsprühen induktiv mittels einer Spule auf eine Temperatur im Bereich zwischen 250 bis 350 Grad Celsius, vorzugsweise auf 280 Grad Celsius erwärmt. Erfindungswesentlich ist die separate Aushärtung der aufgeschmolzenen Pulverschicht bei einer gegenüber der Einbrenntemperatur abgesenkten Temperatur von mindestens 190 Grad Celsius und einer Mindestverweilzeit von 10 Sekunden. Vorzugsweise erfolgt die Aushärtung in zwei unterschiedlichen Temperaturstufen, wobei die dem Einbrennen unmittelbar folgende erste Stufe ein Temperaturniveau von 250 Grad Celsius und die zweite Stufe ein Temperaturniveau von 200 Grad Celsius aufweist und die Gesamtverweilzeit in beiden Stufen bei etwa 20 Sekunden liegt. Nach dem Aushärten erfolgt in bekannter Weise die rasche Abkühlung mittels Wasser. Damit die Kunststoffschicht während der Dauer des Verfahrens an keiner Stelle beschädigt oder verletzt werden kann, ist es bekannt, das Rohrmaterial stützungsfrei durch die Behandlungsstation zu transportieren.

Erst nach dem Abschreckvorgang mit Wasser ist die Schicht tragfähig genug, um z.B. eine entsprechende Stützrolle anzuordnen, die vorzugsweise aus Teflon oder aus mit einer Teflonbeschichtung versehene Stahlrolle gefertigt ist. Im Gegensatz zum bekannten Stand der Technik (DE-OS 2616292) können wahlweise einzelne Rohre oder ein endloser Rohrstrang beschichtet werden. Im Falle einzelner Rohre werden diese vor Einlauf in die Behandlungsstation mittels Doppelkegel wasserdicht miteinander verbunden und der so gebildete Rohrstrang durch ein Doppeltreiberrollenpaar durch die Anlage geschoben. Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die Rollenpaare etwas schräg angestellt, so daß der Rohrstrang während des Durchlaufes durch die Beschichtungsanlage sich leicht um seine Längsachse dreht. Diese Drehung ist von besonderer Bedeutung im Bereich der Pulverkabine und der Einbrennstation, da dadurch die aufgetragene Schutzschicht vergleichmäßig wird. Zum gleichen Zweck der Vergleichmäßigung der Schichtdicke wird außerdem vorgeschlagen, die Pulverteilchen mit einer den Kräften des elektrostatischen Feldes entgegenwirkenden Luftströmung zu beaufschlagen. Dazu wird an der Unterseite der Pulverkabine ein Absaugrohr angeordnet, das mit einer Bohrung versehen ist. Durch Verschieben einer Muffe kann die Bohrung mehr oder weniger verschlossen und damit über den Anteil der angesaugten Falschluf die Luftströmung in der Pulverkabine geregelt werden.

Der Platzbedarf für die in Linie aufgestellten Vorrichtungen zwischen den beiden Stützrollen und die Durchlaufgeschwindigkeit des Rohrstranges müssen so aufeinander abgestimmt sein, daß zum einen die für die Vernetzung und Aushärtung erforderliche Haltezeit in Abhängigkeit von der Temperatur eingehalten und zum anderen die Durchbiegung des Stahlrohres auf ein Maß begrenzt wird, die einen berührungsfreien Durchgang garantiert.

Bei einer Erhöhung der Durchlaufgeschwindigkeit im Sinne einer Leistungssteigerung der Anlage mußte der Abstand zwischen den beiden Stützrollen weiter vergrößert werden, da bei gleicher Temperatur für die Aushärtung ansonsten die erforderliche Haltezeit nicht eingehalten wurde. Eine Abstandsvergrößerung bedeutet aber zugleich auch eine stärkere Durchbiegung, so daß die Gefahr einer Berührung mit der Wandung eines der Vorrichtungen besteht. Jede Beschädigung oder Verletzung der noch weichen Schicht bildet aber dann eine Schwachstelle hinsichtlich der korrosiven Beständigkeit des beschichteten Stahlrohres. Alternativ kann auch in einem bestimmten Maße die Temperatur für die Aushärtung heraufgesetzt werden, um damit die sich bei einer höheren Durchlaufgeschwindigkeit ergebende kürzere Haltezeit zu kompensieren. Aus Gründen des Platzbedarfes und ei-

nes akzeptablen Durchsatzes wird für den Abmessungsbereich von Rohren mit einem äußeren Durchmesser ≤ 36 mm ein stützungsfreier Abstand im Bereich von 3 bis 4 m gewählt.

Die auf das Stahlrohr aufgetragenen Schichten liegen für die Zinkschicht in einem Bereich zwischen 12 bis 15 μ für die Chromatschicht bei ca. 5 μ und für die Kunststoffschicht bei 25 bis 100 μ , vorzugsweise zwischen 40 bis 60 μ , so daß sich eine Gesamtschichtdicke im Bereich von 42 μ bis 120 μ ergibt. Diese Schichtdicken sind zum einen dick genug, um die geforderte Widerstandsfähigkeit gegen einen chemischen und/oder mechanischen Angriff aufzuweisen und zum anderen aber dünner im Vergleich zum bekannten Stand der Technik und damit günstiger im Hinblick auf die bessere mechanische Belastbarkeit der Schutzschicht beim Biegen und Stauchen. Außerdem liegen die aufgetragenen Schichtdicken im üblichen Toleranzbereich für die hier verwendeten Rohraußendurchmesser, so daß sich für den Weiterverarbeiter keine Veränderungen hinsichtlich der Maschineneinstellungen und Haltevorrichtungen ergeben.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens kann die Zink- und Chromatierungsanlage mit der Kunststoffbeschichtungsanlage verknüpft werden, wobei die Verbindung der einzelnen Rohre schon vor dem Einlauf in die Galvanisierungsanlage erfolgt und es erforderlich ist, daß nach Verlassen der Chromatierungsanlage und vor Einlauf in die Kunststoffbeschichtungsanlage der Rohrstrang zum Beispiel mit einem Heißluftgebläse getrocknet wird. Bei einer solchen kombinierten Anlage bestimmt die Durchlaufgeschwindigkeit des Rohrstranges durch das Zinkbad die Taktzeit der Gesamtanlage, da die galvanische Abscheidung der vorgeschriebenen Dicke der Zinkschicht der zeitbestimmende Faktor ist. Bei getrennt laufenden Anlagen ist vorgesehen, die bereits eine Zink- und Chromatschicht aufweisenden Rohre vor Einlauf in die Kunststoffbeschichtungsanlage zuerst zu entfetten und dann zu trocknen, damit noch anhaftende Öl- oder Fetreste nicht in die Beschichtungsanlage eingeschleppt werden. Für das Aufschmelzen bzw. Einbrennen der elektrostatisch aufgetragenen Pulvermischung wird als Aufheizvorrichtung in bekannter Weise eine Induktionsspule verwendet. Das Vernetzen und Aushärten erfolgt beispielsweise in einem elektrisch beheizbaren Muffelofen, dem eine mit Infrarotstrahlern bestückte Anlage nachgeschaltet ist. Auf diese Weise kann unabhängig voneinander in jeder Erwärmungseinrichtung das vorgegebene Temperaturniveau eingeregelt werden. Die Abschreckvorrichtung kann in einfacher Weise eine Wasserbrause sein. Je nach Masse der zu beschichtenden Rohre ist es möglich, daß die für das Einbrennen des Pulverlackes erforderliche Wärme

in einem Umfang im Rohr gespeichert wird, daß sie für das anschließende Vernetzen und Aushärten des aufgetragenen Kunststoffes ausreichend ist. In einem solchen Falle können beide Erwärmungseinrichtungen oder auch nur eine Erwärmungseinrichtung abgeschaltet werden.

Die so beschichteten Stahlrohre können problemlos gebogen werden mit Biegeradien, die im Bereich von 3 x Da oder kleiner liegen können, ohne daß eine Beschädigung der Schutzschicht auftritt. Ebenso sind sie unempfindlich für die Behandlung in automatischen Transferanlagen, wo sie zerteilt, gebogen und an den Enden gebördelt bzw. aufgeweitet werden. Hauptanwendungsgebiet dieser so beschichteten Stahlrohre sind frei liegende Hydraulik-Pneumatikleitungen im Abmessungsbereich von 5 - 36 mm äußerer Durchmesser und einer Wanddicke zwischen 0,5 bis 3,0 mm, vorzugsweise im Kraftfahrzeugbereich. Die für den mechanischen Schutz erforderlichen Kunststoffschichten können bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens problemlos und gleichmäßig aufgebracht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand des nachfolgenden Ausführungsbeispiels und anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung der für die Durchführung des Verfahrens verwendeten Vorrichtung

Figur 2 einen Querschnitt durch die Pulverkabine

Figur 3 einen Schnitt entlang der Linie A-A in Figur 2

Stahlrohre 10, beispielsweise der Abmessung 8 x 1 mm, werden unter Einschluß der entsprechenden Vorbehandlung in hier nicht gezeigten Anlagen mit einer 15 µ dicken Zinkschicht und anschließend mit einer etwa 5 µ dicken Chromatschicht galvanisch überzogen. Im Falle einer getrennten Kunststoffbeschichtungsanlage werden die so vorbehandelten Rohre 10 über einen Vorlagerost 1 auf einen Rollgang 2 befördert und die einzelnen Rohre 10 mittels hier nicht dargestellter Stopfen in Form eines Doppelkegels miteinander verbunden. Der so gebildete Rohrstrang wird über den Rollgang 2 zunächst einer Reinigungs- und Trocknungsanlage 3 zugeführt. Damit wird sichergestellt, daß nach der galvanischen Beschichtung mit Zink und Chrom durch die dazwischenliegenden Handhabungen Fett- oder Ölreste sowie anhaftende Schmutzteile nicht in die Beschichtungsanlage eingeschleppt werden. Mit einer Geschwindigkeit von beispielsweise 3 m pro Minute werden die Rohre 10 mittels eines Doppeltreibers 4 angetrieben, der auch gleichzeitig die erste Stützstelle darstellt. Die Rollen des Doppeltreibers 4 können leicht schräg angestellt werden, so daß der Rohrstrang in Längsrichtung etwas gedreht wird. Nach der ersten Stütz-

stelle durchlaufen die Rohre 10 frei hängend zunächst die Pulverkabine 5, wo in an sich bekannter Weise der Pulverlack elektrostatisch auf die Rohroberfläche aufgetragen wird. Zum Aufschmelzen des Pulverlackes ist eine Induktionsspule 6 der Pulverkabine 5 unmittelbar nachgeschaltet. Um das elektrische Feld in der Pulverkabine 5 vor dem magnetischen Feld der nachgeschalteten Induktionsspule 6 abzuschirmen, ist zwischen Pulverkabine 5 und Induktionsspule 6 ein mit einer Bohrung versehenes Stahlblech 12 angeordnet. In der Induktionsspule 6 werden die Rohre 10 auf vorzugsweise 280 Grad erwärmt, so daß der Pulverlack aufschmilzt bzw. einbrennt. Die Dicke der aufgetragenen Kunststoffschicht beträgt dabei mindestens 25 µ vorzugsweise 40 - 60 µ. Für das Vernetzen und Aushärten der Kunststoffschicht ist eine Erwärmungseinrichtung 7 angeordnet. Diese besteht beispielsweise aus einem elektrisch beheizbaren Muffelofen und einer mit Infrarotstrahlern bestückten Anlage. Bei Durchlauf dieser Erwärmungseinrichtung 7 werden die Rohre 10 im Muffelofen auf einer Temperatur von etwa 250 Grad Celsius und im Bereich der Infrarotstrahler von etwa 200 Grad Celsius bei einer Gesamtverweilzeit von ca. 20 Sekunden gehalten. Im gewissen Abstand zur Erwärmungseinrichtung 7 folgt dann die Wasserabschreckung 8. Danach hat die abgekühlte Kunststoffschicht eine Härte erreicht, die es erlaubt, die zweite Stützstelle in Form eines Doppel-Treibers 9 anzuordnen. Dabei beträgt der Abstand 11 von der ersten Stützstelle 4 bis zur zweiten 9 beispielsweise 3,5 m. Dieser Abstand 11 ist so gewählt, daß für das kleinste zu beschichtende Rohr die sich ergebende Durchbiegung einen Wert erreicht, der ein Durchfahren der Rohre 10 durch die verschiedenen Anlagen ohne Kontaktaufnahme ermöglicht.

In einem anschließenden hier nicht dargestellten Adjustagebereich wird der Rohrstrang wieder getrennt, wobei die einzelnen Rohre 10 verbindenden Stopfen entfernt und gesammelt werden. Soweit erforderlich werden die Enden abgeschnitten und die fertig beschichteten Rohre 10 in einer Mulde abgelegt.

In Figur 2 ist in einem Querschnitt und in Figur 3 in einem Schnitt entlang der Linie A-A skizzenhaft die Pulverkabine 5 dargestellt. Der Sprühkopf 13 für die Zufuhr des Pulverlackes ist oben angeordnet, während der Rohrstrang 10 sich horizontal in Pfeilrichtung 14 darunter hinbewegt. Der untere Teil der Pulverkabine 5 ist mit einem Zwischenboden 15 fast vollständig abgedeckt, nur an den Seiten sind Schlitzlöcher 16, 16', 16'', 16''' vorgesehen. Der Zwischenboden 15 ist über Stützen 17, 17', 17'', 17''' mit dem Boden 18 der Pulverkabine verbunden. Unterhalb des Zwischenbodens 15 ist ein Saugrohr 19 angeordnet, das an einer Seite nach außen geführt ist. In einem Abschnitt außer-

halb der Pulverkabine 5 weist das Saugrohr 19 eine querliegende Bohrung 20, die durch eine Muffe 21 verschließbar ist. Die Verschiebbarkeit der Muffe 21 ist durch einen Pfeil 22 gekennzeichnet. Das Saugrohr 19 ist in seiner rückwärtigen Verlängerung über eine Rohrleitung 23 mit einer hier nicht dargestellten Absaugvorrichtung verbunden. Je nach Stellung der Muffe 21 wird ein mehr oder weniger großer Teil der Querbohrung 20 freigegeben und entsprechend mehr oder weniger Falschlufft angesaugt. Auf diese Weise läßt sich in einfacher Weise die durch die Absaugung erzeugte Luftströmung in der Pulverkabine 5 in Abhängigkeit zur Stärke des elektrostatischen Feldes regulieren.

Ansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer gegen chemischen und mechanischen Angriff widerstandsfähigen Schutzschicht auf einem Stahlrohr, wobei das Rohrmaterial zunächst verzinkt und chromatiert und anschließend im kontinuierlichen Durchlauf mittels elektrostatischem Pulverbeschichten, Einbrennen bzw. Aushärten mit einer Kunststoffbeschichtung versehen und danach abgekühlt wird, wobei das elektrostatische Pulverbeschichten, Einbrennen bzw. Aushärten und Abkühlen durchgeführt wird, während das Rohrmaterial in diesem Bereich unterstützungsfrei transportiert wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die über ein galvanisches Verfahren an der Außenoberfläche mit einer Zink- und Chromatschicht versehenen einzelnen Rohre vor Einlauf in die Behandlungsstation für die Kunststoffbeschichtung miteinander verbunden werden und der so gebildete Rohrstrang mit einer auf die Rohrabmessung abgestimmten Durchlaufgeschwindigkeit durch die Anlage getrieben wird und nach dem Beschichten der Rohre mit einem an sich bekannten Pulverlack die Schicht bei einer Temperatur im Bereich von 250 bis 350 Grad Celsius aufgeschmolzen bzw. eingebrannt wird und die unmittelbar anschließende Aushärtung bei einer gegenüber der Einbrenntemperatur abgesenkten Temperatur mit einer Mindestverweilzeit von 10 Sekunden erfolgt und abschließend in bekannter Weise der Rohrstrang mit Wasser abgeschreckt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Aushärtung bei einer Temperatur von gleich größer 190 Grad Celsius erfolgt.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Aushärtung temperaturmäßig in zwei Stufen erfolgt, wobei die unmittelbar dem Einbrennen folgende erste Stufe der Aushärtung ein Temperaturniveau von 250 Grad Celsius und die zweite

Stufe ein Temperaturniveau von 200 Grad Celsius aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzelnen Stahlrohre vor Einlauf in die Galvanisierungsanlage miteinander verbunden werden und der Rohrstrang in einem einzigen Durchlauf verzinkt, chromatiert und mit einer Kunststoffschicht versehen wird, wobei nach Verlassen der Zink- und Chromatisierungsanlage und vor Einlauf in die Kunststoffbeschichtungsanlage der Rohrstrang getrocknet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Pulverteilchen mit einer den Kräften des elektrostatischen Feldes entgegenwirkender Luftströmung beaufschlagt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rohrstrang beim Längstransport durch die Kunststoffbeschichtungsanlage um seine Längsachse gedreht wird.

7. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, zum Erzeugen einer Schutzschicht auf Stahlrohre mit einem Durchmesser ≤ 36 mm für frei liegende Hydraulik-Pneumatikleitungen, die eine gleichmäßige Kunststoffschichtdicke von mindestens 25μ und max. 100μ aufweisen.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß in Transportrichtung gesehen in der Kunststoffbeschichtungsanlage zwischen den beiden Unterstützungen (4,9) der Pulverkabine (5), die als Spule ausgebildete Einbrenneinrichtung (6) und direkt anschließend eine regelbare Erwärmungseinrichtung (7) und abschließend die Abschreckvorrichtung (8) folgen und der Kunststoffbeschichtungsanlage eine Reinigungs- und Trocknungsanlage (3) vorangestellt ist.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß vor dem Einlauf in die Kunststoffbeschichtungsanlage ein Heißluftgebläse angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Erwärmungseinrichtung (7) einen elektrisch beheizbaren Muffelofen und eine mit Infrarotstrahlern bestückte Anlage aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen der Pulverkabine (5) und der Einbrenneinrichtung (6) ein mit einer Bohrung versehenes Stahlblech (12) angeordnet ist.

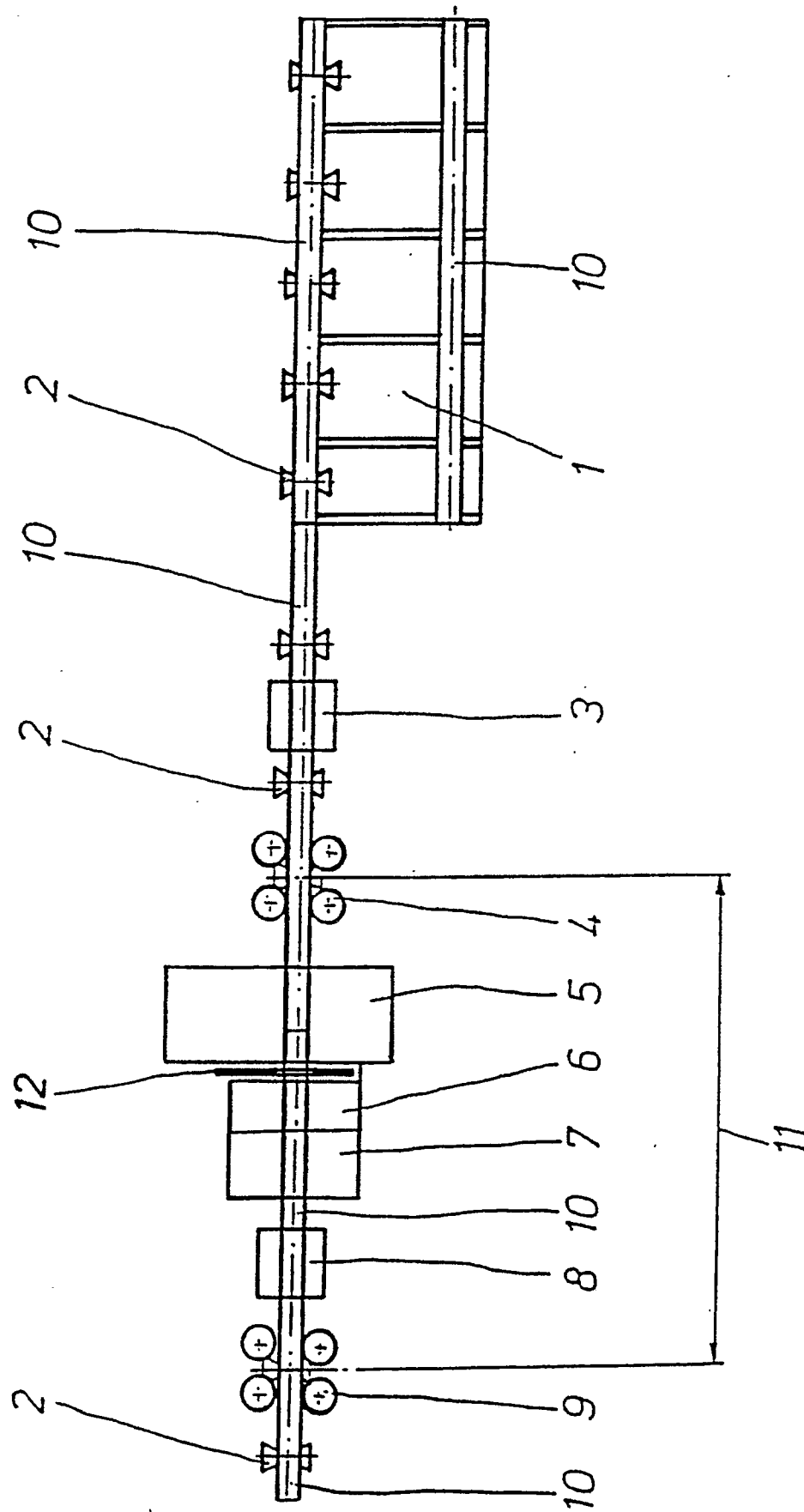


Fig. 1

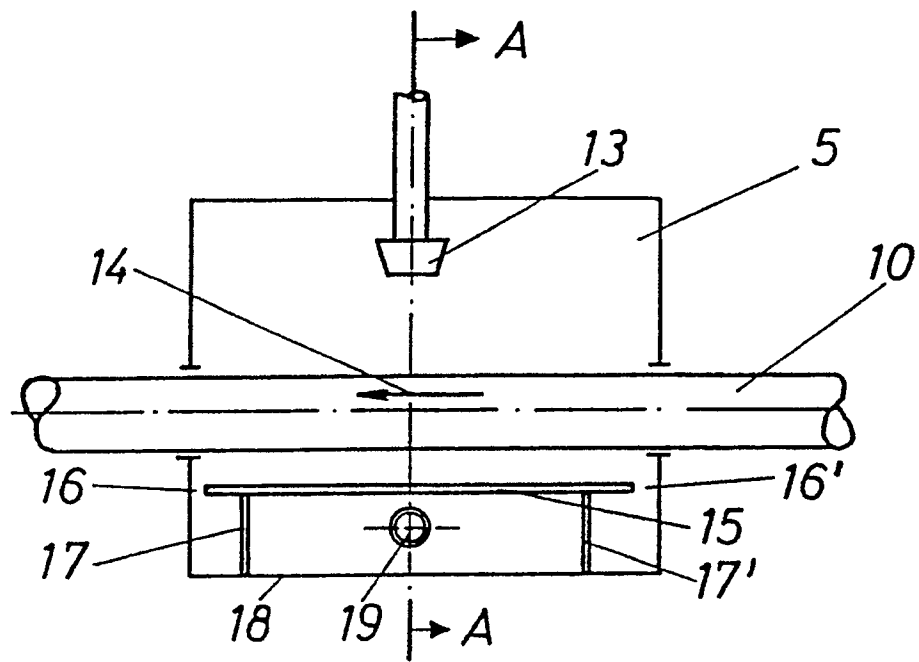


Fig. 2

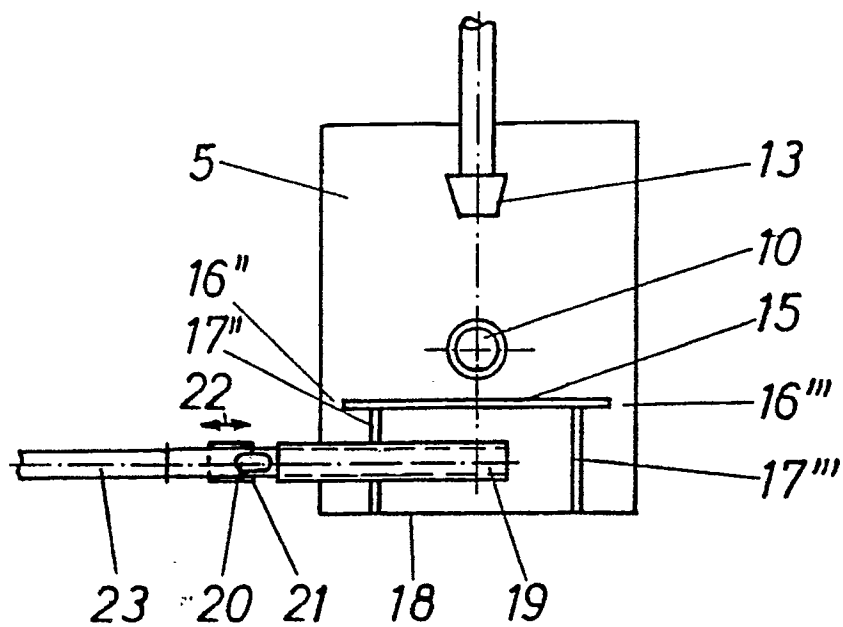


Fig. 3