

①② **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**16.01.85**

⑤① Int. Cl.⁴: **B 05 B 17/00, B 05 B 7/14,**  
**B 24 C 7/00, B 63 B 59/00**

②① Anmeldenummer: **82102621.8**

②② Anmeldetag: **29.03.82**

⑤④ **Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Bauwerken und Schiffen.**

③⑩ Priorität: **01.04.81 DE 3113028**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.10.82 Patentblatt 82/40**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.01.85 Patentblatt 85/3**

③④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**FR - A - 2 288 564**  
**GB - A - 392 826**  
**US - A - 3 256 642**  
**US - A - 4 209 952**

⑦③ Patentinhaber: **GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Reaktorstrasse 7-9, D-2054 Geesthacht-Tesperhude (DE)**  
Patentinhaber: **H. Lorenz GmbH, Winsener Strasse 166, D-2000 Hamburg 90 (DE)**

⑦② Erfinder: **Richter, Uwe, Lüner Weg 12, D-3140 Lüneburg (DE)**  
Erfinder: **Kellershofen, Hans, Grandkoppelstieg 6c, D-2050 Hamburg 80 (DE)**

⑦④ Vertreter: **Schöning, Hans-Werner, Dipl.-Ing., Adenauerallee 28 (Postfach 102 905), D-2000 Hamburg 1 (DE)**

**EP 0 061 756 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur auch unter Wasser durchführbaren Oberflächenbehandlung von Bauwerken und Schiffen mit einem reinigenden, konservierenden oder beschichtenden Strahlmittel, welches mit einem Druckgasstrom über eine zum Arbeitsplatz führende, mit Austrittsdüse versehene, mindestens teilweise flexible Leitung auf die zu behandelnde Oberfläche aufgestrahlt wird, wobei die Austrittsdüse als Laval-Düse ausgebildet ist.

Das Druckluftstrahlen als Freistrahlen ist ein bewährtes Verfahren für Oberflächenbehandlung des Strahlgutes. Das Verfahren benötigt einen Kompressor als Druckluftquelle, einen Drucklufttrockner, einen Druckluftfilter, einen Strahlmittelbehälter zur Zudosierung des Strahlmittels und eine Schlauchleitung mit einer Düse, bei der es sich üblicherweise um eine Laval-Düse handelt. Die Leistung des Verfahrens wird bestimmt durch das Parameterfeld Luft Liefermenge des Kompressors in Abhängigkeit vom erforderlichen Enddruck, Strahlmitteldurchsatz, Schlauchlänge, Druck vor der Düse und Düsengrösse.

Wenn es sich um das Reinigen und Aufrauen von Oberflächen mit nur einmaliger Verwendung des Strahlmittels handelt, liegen typische Arbeitswerte unter normalen Bedingungen bei: 8 mm Düsen-Durchmesser, 250 mm Abstand von der Oberfläche des Strahlgutes und 80 mm Strahlfleckdurchmesser, entsprechend etwa 5000 mm<sup>2</sup> Strahlfläche. Der Strahlmitteldurchsatz ist von der geforderten Oberflächengüte abhängig. Verständlicherweise wird für das Reinigen weniger Strahlmittel benötigt als zur Erzielung einer metallisch blanken Oberfläche mit bestimmter Rauhtiefe.

Erfahrungen der Erfinder haben gezeigt, dass die Effektivität bzw. die Arbeitsfähigkeit des Strahlmittelstromes auf dem Weg zwischen Düsenaustritt und zu bearbeitender Fläche sehr stark abnimmt, da die Überschallströmungsgeschwindigkeit sehr schnell zum Unterschallbereich abgebaut wird. Der theoretisch günstigste Arbeitsabstand von Null ist in der Praxis nicht realisierbar, da der Strahlfleck eine kritische kleine Fläche nicht unterschreiten darf. Dies entspricht aber einem Arbeitsabstand, über dessen Länge die unerwünschte Strahlgeschwindigkeitsverminderung bereits auftritt.

Der vorstehende Nachteil tritt verstärkt auch beim Arbeiten im oder unter Wasser auf. Hinzu kommen noch weitere Nachteile wie folgt:

1. Das Strahlmittel tritt nach der Beschleunigung in der Laval-Düse in ein Medium mit vielfach höherer Dichte ein. Dadurch verliert das beschleunigte Strahlmittel in verstärkter Masse an Geschwindigkeit, so dass es beim Auftreffen auf die zu bearbeitende Oberfläche kaum Wirkung zeigt, wenn zwischen Düsenaustritt und zu bearbeitender Oberfläche ein Wasserspalt vorhanden ist.

2. Eine Arbeitsvorrichtung ist nur möglich durch Schrägansetzen der Laval-Düse unmittelbar auf die Oberfläche; damit wird der Strahlfleckdurchmesser gleich dem Düsenaustrittsdurch-

messer. Für eine 8-mm-Düse beträgt die Strahlfläche unter Wasser nur etwa 50 mm<sup>2</sup> und es kann eine definierte Oberflächengüte mit bestimmter Rauhtiefe unter diesen Bedingungen nicht erzielt werden.

3. In der Laval-Düse tritt ein proportional zur Einsatztiefe zunehmender Gegendruck auf.

Die vorstehenden Nachteile ergeben sich nicht nur bei einer Oberflächenbehandlung mit einem reinigenden Strahlmittel, sondern auch bei Oberflächenbehandlungen mit konservierenden oder beschichtenden Strahlmitteln.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer verbesserten Vorrichtung, die ausgehend von dem vorstehend geschilderten Stand der Technik die Möglichkeit gibt, solche Strahlverfahren mit höherem Wirkungsgrad zur Anwendung zu bringen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Austrittsdüse mit einem trichterförmigen, einen langgestreckten paraboloidförmigen Innenraum umschliessenden Düsenansatz versehen ist.

Die Erprobungen der erfindungsgemässen Vorrichtung zeigen eine offenbar durch erhöhte Strahlgeschwindigkeit bedingte, erheblich höhere Effektivität.

Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung für den Unterwassereinsatz wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, zwischen der Druckgasquelle und der zur Austrittsdüse und damit zu behandelnden Oberfläche führenden Leitung einen zusätzlichen, die Strahlmittelquelle umgehenden regelbaren Nebenschluss für das Druckgas vorzusehen.

Der erfindungsgemäss vorgesehene Nebenschluss lässt sich so regeln, dass auch in den Zeiten ohne Strahlmittelzufuhr die zum Unterwasserarbeitsplatz führende Leitung und die Düse trocken und frei von Wasser gehalten werden kann. Für das über den Nebenschluss geleitete Druckgas genügt ein relativ geringer Überdruck, welcher sicherstellt, dass am freien Ende der Austrittsdüse jederzeit das Druckgas ausperlt und hierdurch den Wassereintritt verhindert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nachfolgend wird eine für den Unterwassereinsatz bevorzugte Ausführungsform der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beispielsweise erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der über und unter der Wasserfläche befindlichen Bauelemente der erfindungsgemässen Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung, und

Fig. 2 einen axialen Schnitt durch die Strahlmittelaustrittsdüse mit erfindungsgemässem Düsenansatz.

## Beschreibung

Die in Fig. 1 dargestellte Strahlanlage enthält einen grossen Teil konventioneller Bauelemente. Zu diesen konventionellen Bauelementen gehört ein Kompressor 1, welcher über einen Wasserabscheider 2 und ein Luftfilter 3 die Druckluftversorgungslleitung 4 speist.

Zwischen dem Kompressor 1 und dem Wasserabscheider 2 befinden sich eine Druckmessstelle 5 und ein Absperrventil 6. Konventionell ist auch der das Strahlmittel enthaltende Strahlmittelbehälter 20 mit einer verschliessbaren Nachfüllöffnung 21, eine den Strahlmittelbehälter unter Druck setzende und mit einem Regelventil versehene Leitung 22, die an die Versorgungsleitung 4 angeschlossen ist und ferner ein Überdruckventil 23. Bei geöffneter Nachfüllöffnung 21 kann über eine Zuführleitung 25 oder einem Trichter aus einem Vorratsbehälter 24 das zu verwendende Strahlmittel zum Reinigen, Konservieren oder Beschichten nachgefüllt werden.

Wenn mit der erfindungsgemässen Vorrichtung Unterwasserreinigungen durchgeführt werden sollen, enthält der Strahlmittelbehälter 20 Quarzsand, Korund, Kupferschlacke, natürliche oder künstliche Mineralgranulate, Kork od. dgl. Für den vorgesehenen Unterwassereinsatz mit nur einmaliger Verwendung des Strahlmittels lassen sich anders als beim Freiluftstrahlen auch solche Strahlmittel einsetzen, die seit kurzem wegen der Gefährdung der Atemwege des die Vorrichtung bedienenden Arbeiters nicht mehr oder nur unter besonderen Schutzbedingungen verwendet werden dürfen.

Weiterhin konventionell ist die Verbindung der Druckluftversorgung 4 mit einem zum Arbeitsplatz führenden Strahlschlauch 8, welcher an einer, vorzugsweise als Laval-Düse ausgebildeten Austrittsdüse 9, endet.

Für den erfindungsgemäss vorgesehenen Unterwassereinsatz, bei dem der Strahlschlauch 8 unter die Wasseroberfläche 40 zu einem Unterwasserarbeitsplatz 41 führt, an dem sich ein Taucher 42 befindet, ist, wie Fig. 2 zeigt, an die Laval-Düse 9 ein Düsenansatz 12 angeschlossen. Zur Befestigung des Düsenansatzes 12 dient eine das freie Düsenende übergreifende Muffe 10, die mit Schrauben 11 lösbar und auswechselbar gehalten wird. Der trichterförmig ausgebildete Düsenansatz 12 umschliesst einen langgestreckten paraboloidförmigen Innenraum und hat eine Länge, die im wesentlichen dem erforderlichen Arbeitsabstand zwischen Laval-Düse 9 und der zu behandelnden Oberfläche 50 entspricht. Diese Länge beträgt z.B. für einen Düsenansatz mit 50 mm Austrittsdurchmesser etwa 250 mm.

Um sicherzustellen, dass die unterwasserliegenden Vorrichtungsteile, das sind der Strahlschlauch 8, die Strahldüse 9 und der Strahldüsenansatz 12, ständig trocken bleiben und nicht voll Wasser laufen können, ist erfindungsgemäss eine Nebenschlussregelung 30 vorgesehen. Diese Nebenschlussregelung 30 ist eintrittsseitig über eine Leitung 31 an den Ausgang des Luftfilters 3 und austrittsseitig über ein Regelventil 32 mit einem in Strömungsrichtung hinter dem Strahlmittelbehälter liegenden Teil der Versorgungsleitung 4 verbunden. Das Leitungssystem 31-30-32 überbrückt somit den Teil der Versorgungsleitung 4, in dem über ein Abgabeventil 26 das Strahlmittel in die Versorgungsleitung 4 eingegeben wird.

Bei nicht abgesperrtem Strahlmittelbehälter be-

steht somit die Möglichkeit, die unterwasserliegenden Bauelemente der Vorrichtung ständig mit einem Druckgasstrom zu durchspülen, so dass kein Wasser eindringen kann. Das über den Nebenschluss in den Strahlschlauch 8 abgegebene Druckgas — vorzugsweise Luft — muss einen Druck haben, der geringfügig über dem am Einsatzort 41 befindlichen Wasserdruck liegt. Um diese Druckeinstellung automatisch zu bewirken, führt vom Nebenschluss 30 eine Steuerleitung 36 zum Unterwasserarbeitsplatz. Der im Nebenschluss 30 an einer Druckmessstelle 38 erfasste Druck beeinflusst unmittelbar ein Regelventil 35 des Nebenschlusses und stellt dieses so ein, dass am Strahldüsenansatz 12 ständig in geringen Mengen Druckluft abgegeben wird. In der über Wasser angeordneten Nebenschlussregelung können, wie Fig. 1 zeigt, zusätzliche Druckmesser 33 und 34 vorgesehen sein, um den normalen Arbeitsdruck und den im Nebenschluss reduzierten Druck ablesen zu können.

Damit am Unterwasserarbeitsplatz 41 vom Taucher die Strahlvorrichtung in möglichst einfacher Weise ein- und ausschaltbar ist, befindet sich neben der Strahldüse 9 ein Taster 51, mit dem über eine Signalleitung 52 ein über Wasser befindliches Steueraggregat 53 betätigt werden kann. Das Steueraggregat 53 dient zum Einschalten der Strahlmittelzufuhr, d.h. das Steueraggregat 53 wirkt unmittelbar auf das Zudosierventil 26 des Strahlmittelbehälters 20 oder, sofern dieses fest eingestellt ist, auf das Hauptabsperrventil 7 der Druckluftversorgungsleitung 4 ein. Möglich ist es ebenfalls, mit dem Steueraggregat 53 auf den Nebenschluss 30 einzuwirken. In der Regel wird man jedoch den Nebenschluss geöffnet lassen, so dass es beim Ein- und Ausschalten der Strahlmittelzugabe nicht zu einem Wassereinbruch am Strahldüsenansatz kommen kann.

Sowohl beim Überwasser- als auch beim Unterwasserbetrieb ergaben sich erheblich verkürzte Arbeitszeiten und verbesserte Oberflächengüten. Bei Unterwasserbetrieb wurden beispielsweise in Verbindung mit dem erfindungsgemässen Druckluftnebenschluss und dem Düsenansatz 12 in 10 m Wassertiefe folgende Leistungsdaten erreicht: Strahlfläche ca. 2200 mm<sup>2</sup>, bei einem Gasdruck von etwa 9 bar Strahlleistung: 3 m<sup>2</sup>/h bei einem Reinheitsgrad Sa 2 1/2 (gemäss DIN 55 928 Teil 4) und einer Rauhtiefe von 30 µm.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass die erfindungsgemässe Vorrichtung zu einem sicheren und wirtschaftlichen Über- und Unterwasserarbeitsverfahren zur normgerechten Oberflächenbehandlung mit hohem Reinheitsgrad und erforderlicher Rauhtiefe bei gleichzeitiger wesentlicher Steigerung der Flächenleistung und Senkung des Strahlmittelverbrauchs führt.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur auch unter Wasser durchführbaren Oberflächenbehandlung von Bauwerken und Schiffen mit einem reinigenden, konser-

vierenden oder beschichtenden Strahlmittel, welches mit einem Druckgasstrom über eine zum Arbeitsplatz (41) führende, mit Austrittsdüse (9) versehene, mindestens teilweise flexible Leitung (8) auf die zu behandelnde Oberfläche (50) aufgestrahlt wird, wobei die Austrittsdüse als Laval-Düse ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsdüse (9) mit einem trichterförmigen, einen langgestreckten paraboloidförmigen Innenraum umschliessenden Düsenansatz (12) versehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 für den Unterwassereinsatz, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Düsenansatzes (12) im wesentlichen dem erforderlichen Arbeitsabstand zwischen der Laval-Düse (9) und der zu behandelnden Oberfläche (50) entspricht.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Druckgasquelle (1) und der zur Austrittsdüse (9) führenden Leitung (4, 8) ein zusätzlicher, die Strahlmittelquelle (20) umgehender regelbarer Nebenschluss (30) für das Druckgas vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der regelbare Nebenschluss (30) mit einer zum Unterwasserarbeitsplatz (4) führenden Steuerleitung (36) und einer den Wasserdruck erfassenden Druckmessvorrichtung (38) versehen ist, die das über den Nebenschluss (30) abgegebene Druckgas auf einem den Wasserdruck übersteigenden Druck hält.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Unterwasserarbeitsplatz (4) für die Strahlmittelabgabe in den Druckgasstrom eine Fernsteuerung (51, 52, 53) vorgesehen ist.

## Revendications

1. Appareillage pour le traitement, pouvant être également effectué sous l'eau, de surfaces de bâtiments et de navires avec un agent de projection à effet de nettoyage, de protection ou de revêtement, qui est projeté sur la surface à traiter (50) au moyen d'un courant de gaz comprimé et par l'intermédiaire d'un conduit au moins partiellement flexible (8) aboutissant au lieu de travail (41), et pourvu d'une buse de sortie (9), cette buse de sortie étant agencée sous la forme d'une tuyère de Laval, caractérisé en ce que la buse de sortie (9) est pourvue d'un appendice de buse (12) en forme d'entonnoir entourant un volume intérieur de profil allongé en forme de parabolöide.

2. Appareillage selon la revendication 1 pour une application sous-marine, caractérisé en ce que la longueur de l'appendice de buse (12) correspond sensiblement à la distance nécessaire d'espacement opératoire entre la buse ou tuyère de Laval (9) et la surface à traiter (50).

5

3. Appareillage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est prévu, entre la source de gaz comprimé (1) et le conduit (4, 8) aboutissant à la buse de sortie (9), une dérivation additionnelle (30) pour le gaz comprimé, réglable et contournant la source d'agent de projection (20).

10

4. Appareillage selon la revendication 3, caractérisé en ce que la dérivation réglable (30) est pourvue d'un conduit de commande (36) aboutissant à un lieu de travail sous-marin (4) et d'un dispositif de mesure de pression (38) captant la pression de l'eau, qui maintient le gaz comprimé passant dans la dérivation (30) à une pression supérieure à la pression de l'eau.

15

20

5. Appareillage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est prévu, sur le lieu de travail sous-marin (4), une télécommande (51, 52, 53) pour la décharge d'agent de projection dans le courant de gaz sous pression.

## Claims

25

1. Apparatus for the surface treatment of structures and ships which can be carried out even under water, with a cleaning, preserving, or coating jet medium which is sprayed onto the surface (50) to be treated, together with a stream of pressure gas, *via* a pipeline (8) which leads to the work place (41), is provided with an outlet nozzle (9) and is at least partially flexible, the outlet nozzle being constructed in the form of a Laval nozzle, characterised in that the outlet nozzle (9) is provided with a funnel-shaped nozzle attachment (12) which encloses an elongated paraboloid-shaped interior space.

30

35

2. Apparatus as claimed in Claim 1 for underwater use, characterised in that the length of the nozzle attachment (12) corresponds substantially to the necessary working distance between the Laval nozzle (9) and the surface to be treated.

40

45

3. Apparatus as claimed in one of Claims 1 or 2, characterised in that, provided between the pressure-gas source (1) and the pipeline (4, 8) leading to the outlet nozzle (9), there is an additional controllable shunt (30) for the pressure gas, which shunt by-passes the course of jet medium (20).

50

55

4. Apparatus as claimed in Claim 3, characterised in that the controllable shunt (30) is provided with a control line (36) leading to the underwater work place (4) and a pressure-measuring device (38) which detects the water pressure and which keeps the pressure gas delivered *via* the shunt (30) at a pressure exceeding the water pressure.

60

5. Apparatus as claimed in one of Claims 1 to 4, characterised in that a remote control (51, 52, 53) is provided at the underwater work place (4) for the delivery of jet medium into the stream of pressure gas.

65

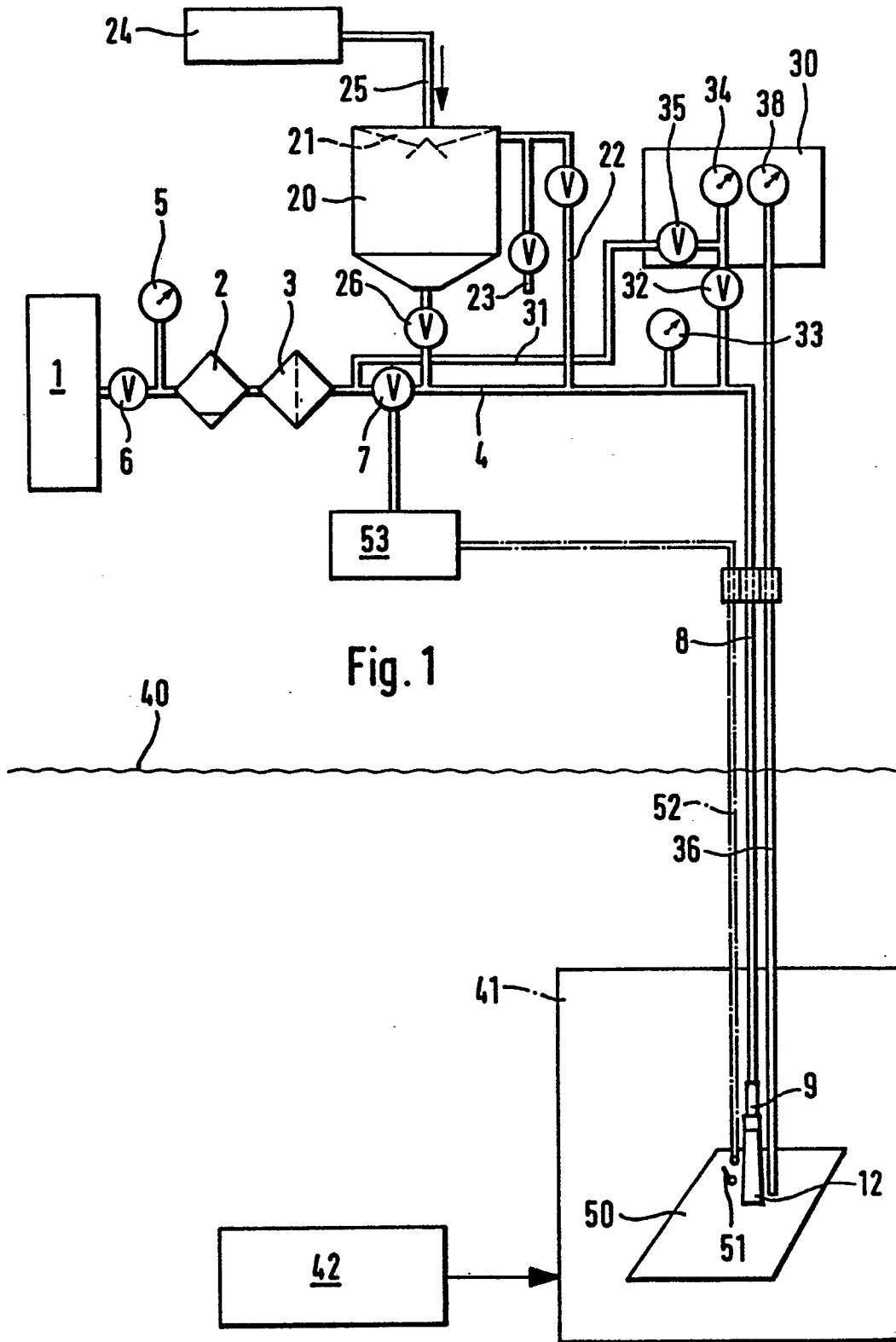


Fig. 1

Fig. 2

