



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.01.2021 Patentblatt 2021/01

(51) Int Cl.:
B21B 45/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19184168.3**

(22) Anmeldetag: **03.07.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Opitz, Erich**
7123 Mönchhof (AT)
- **Pichler, Lukas**
4040 Linz (AT)
- **Poeschl, Florian**
4040 Linz (AT)
- **Seilinger, Alois**
4040 Linz (AT)

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Germany GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

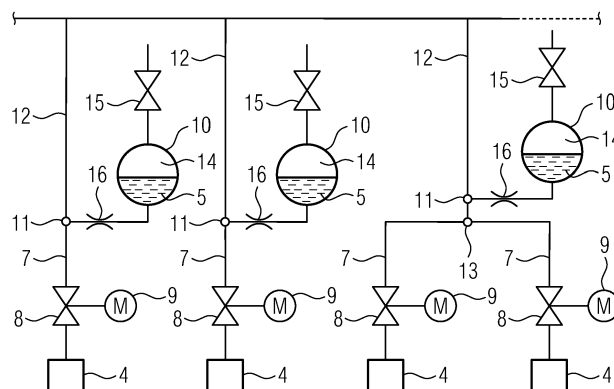
(72) Erfinder:
• **Weinzierl, Klaus**
90480 Nürnberg (DE)

(54) **KÜHLSTRECKE MIT VENTILEN UND DRUCKGEFÄßEN ZUR VERMEIDUNG VON DRUCKSCHLÄGEN**

(57) Eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts (1) weist mehrere Kühleinrichtungen (4) auf, denen über eine jeweilige Stichleitung (7) Wasser (5) zugeführt wird und mittels derer das Wasser (5) auf das Walzgut (1) aufgebracht wird. In den Stichleitungen (7) ist jeweils ein Ventil (8) angeordnet, mittels dessen der die jeweilige Stichleitung (7) durchfließende Wasserstrom eingestellt wird. Den Ventilen (8) ist jeweils ein Antrieb (9) zugeordnet, über den das jeweilige Ventil (8) angesteuert wird. Die Kühleinrichtungen (4) bilden mehrere Gruppen, denen

jeweils proprietär ein eigenes Druckgefäß (10) zugeordnet ist. Das jeweilige Druckgefäß (10) ist an einer jeweiligen Anschlussstelle (11) an eine jeweilige Zuleitung (12) angeschlossen, über die das Wasser (5) den Stichleitungen (7) der Kühleinrichtungen (4) der entsprechenden Gruppe zugeführt wird. In Strömungsrichtung des Wassers (5) gesehen ist somit die jeweilige Anschlussstelle (11) den Ventilen (8) der jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen (4) vorgeordnet. Die Druckgefäße (10) sind jeweils teilweise mit Wasser (5) und teilweise mit Luft (14) gefüllt.

FIG 3



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts,

- wobei die Vorrichtung mehrere Kühleinrichtungen aufweist, denen über eine jeweilige Stichleitung Wasser zugeführt wird und mittels derer das Wasser auf das Walzgut aufgebracht wird,
- wobei in den Stichleitungen jeweils ein Ventil angeordnet ist, mittels dessen der die jeweilige Stichleitung durchfließende Wasserstrom eingestellt wird,
- wobei den Ventilen jeweils ein Antrieb zugeordnet ist, über den das jeweilige Ventil angesteuert wird.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der WO 2018/080 669 A2 bekannt. Bei dieser Vorrichtung ist den Stichleitungen eine einzelne Bypassleitung parallelgeordnet. Mittels der Bypassleitung sollen Druckstöße vermieden werden, die anderenfalls bei einer raschen Unterbrechung des die Stichleitungen durchströmenden Volumenstroms auftreten können. Die Bypassleitung muss aktiv geöffnet und geschlossen werden.

[0003] Aus der WO 2013/143 902 A1 ist ebenfalls eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts bekannt. Bei dieser Vorrichtung sind die Kühldüsen der dortigen Kühlstrecke mit einem Wasserreservoir über eine Zuleitung verbunden. Die Wasserzufuhr zu den Kühldüsen wird über ein Ventil oder mehrere Ventile gesteuert. Es ist ein Druckgefäß vorhanden, das dem Ventil bzw. den Ventilen in Strömungsrichtung des Wassers gesehen vorgeordnet ist. Das Druckgefäß ist teilweise mit Wasser und teilweise mit Luft gefüllt. Bei dieser Ausgestaltung können Druckschläge, die anderenfalls bei einer raschen Unterbrechung des die Stichleitungen durchströmenden Volumenstroms auftreten können, aufgrund der Pufferwirkung des Druckgefäßes vermieden oder zumindest in ihrer Stärke reduziert werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] In der Kühlstrecke eines Walzwerks wird nach dem Walzen eines metallischen Walzguts das Walzgut abgekühlt. Üblich ist eine exakte Temperaturführung in der Kühlstrecke, um die gewünschten Materialeigenschaften einzustellen und so konstant wie möglich zu halten. Dabei sind entlang der Transportrichtung des Walzguts mehrere Kühleinrichtungen verbaut, mittels derer auf mindestens eine Seite des Walzguts Wasser aufgebracht wird. Die Kühleinrichtungen können beispielsweise als Kühlbalken ausgebildet sein. Die über

die Kühleinrichtungen aufgebrachten Wassermengen werden über den Kühleinrichtungen vorgeordnete Ventile eingestellt. Problematisch ist insbesondere, wenn die Ventile schnell geschlossen werden. Denn wenn die Ventile zu schnell geschlossen werden, treten oftmals Druckstöße auf, in Fachkreisen auch als Druckschläge bezeichnet. Um übermäßige Belastungen zu vermeiden, wird daher die Ausschaltzeit in der Regel auf 1 Sekunde begrenzt. Dies gilt sogar dann, wenn die Ventile schneller geschlossen werden könnten.

[0005] Im Stand der Technik werden in der Regel pneumatische Ventile verwendet. Diese können in der Regel nicht schneller als 1 Sekunde schalten. In Einzelfällen können aber auch geringere Schaltzeiten von 0,6 Sekunden erreicht werden.

[0006] Aus der eingangs genannten WO 2018/080 669 A2 ist eine Kühlstrecke eines Walzwerks bekannt, bei welcher die Kühleinrichtungen über elektrisch angesteuerte Ventile geschaltet werden.

[0007] Aus der WO 2013/143 902 A1 ist bekannt, in der Zuleitung zur Kühlstrecke ein Druckgefäß anzuschließen. Dieses Druckgefäß dient hauptsächlich der Konstanthaltung des Drucks in der Versorgung der Kühlstrecke, bewirkt aber auch in gewissem Umfang eine Reduzierung von Druckschlägen. Das dortige Druckgefäß ist für ein Volumen von etlichen Kubikmetern ausgelegt. Konkret genannt ist in der WO 2013/143 902 A1 ein typisches Volumen zwischen 10 und 20 Kubikmetern.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts zu schaffen, die überlegene Betriebseigenschaften aufweist.

[0009] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 6.

[0010] Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet,

- dass die Kühleinrichtungen mehrere Gruppen bilden, denen jeweils proprietär ein eigenes Druckgefäß zugeordnet ist,
- dass das jeweilige Druckgefäß an einer jeweiligen Anschlussstelle an eine jeweilige Zuleitung angeschlossen ist, über die das Wasser den Stichleitungen der Kühleinrichtungen der entsprechenden Gruppe zugeführt wird, so dass in Strömungsrichtung des Wassers gesehen die jeweilige Anschlussstelle den Ventilen der jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen vorgeordnet ist, und
- dass die Druckgefäße jeweils teilweise mit Wasser und teilweise mit Luft gefüllt sind.

[0011] Die Vorrichtung kann als Kühlstrecke ausgebildet sein, die der Walzstraße nachgeordnet ist. Alternativ

kann die Vorrichtung als Gruppe von Zwischengerüstkühlungen ausgebildet sein, wobei je eine der Zwischengerüstkühlungen zwischen je zwei Walzgerüsten der Walzstraße angeordnet ist. Im Einzelfall kann die Vorrichtung der Walzstraße auch vorgeordnet sein, beispielsweise wenn die Vorrichtung zwischen (mindestens) einem Vorgerüst und einer mehrgerüstigen Fertigstraße angeordnet ist. Auch Mischformen sind möglich.

[0012] Das Walzgut besteht oftmals aus Stahl. Es kann sich insbesondere um ein flaches Walzgut handeln, also um ein Band oder ein Grobblech. Im Falle eines flachen Walzguts können die Kühleinrichtungen das flache Walzgut alternativ nur auf der Oberseite, nur auf der Unterseite oder sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite mit Wasser beaufschlagen.

[0013] Für die Kühleinrichtungen ist über ihre Ventile individuell einstellbar, welche Menge an Wasser sie auf das Walzgut aufbringen. Es ist möglich, dass die Gruppen von Kühleinrichtungen "echte" Gruppen von Kühleinrichtungen sind, die jeweils mehr als eine Kühleinrichtung umfassen. In vielen Fällen umfasst jedoch zumindest ein Teil der Gruppen von Kühleinrichtungen jeweils nur eine einzige Kühleinrichtung. Insbesondere ist es sogar möglich, dass alle Gruppen jeweils nur eine einzige Kühleinrichtung umfassen. In diesem Fall sind die Gruppen von Kühleinrichtungen entartet.

[0014] Die den Ventilen zugeordneten Antriebe können nach Bedarf ausgebildet sein. Insbesondere können sie als elektrische Antriebe ausgebildet sein, beispielsweise als Schrittmotoren.

[0015] Das einer jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen proprietär zugeordnete Druckgefäß weist ein Gefäßvolumen auf. Weiterhin fließt, sofern die Ventile der Kühleinrichtungen der jeweiligen Gruppe alle vollständig geöffnet sind, in der jeweiligen Zuleitung ein jeweiliger Volumenstrom an Wasser. Vorzugsweise liegt ein Quotient des jeweiligen Gefäßvolumens und des jeweiligen Volumenstroms im Bereich zwischen 0,2 Sekunden und 2,0 Sekunden. Insbesondere kann der Quotient zwischen 0,5 Sekunden und 1,25 Sekunden liegen. Wenn also beispielsweise bei vollständig geöffneten Ventilen pro Sekunde ein Volumenstrom von 100 Litern fließt, so liegt das Gefäßvolumen zwischen 20 Litern und 200 Litern, vorzugsweise zwischen 50 Litern und 125 Litern.

[0016] Wie bereits erwähnt, fließt in der jeweiligen Zuleitung ein jeweiliger Volumenstrom, sofern die Ventile der Kühleinrichtungen der jeweiligen Gruppe alle vollständig geöffnet sind. In diesem Zustand herrscht in der jeweiligen Zuleitung im Bereich der jeweiligen Anschlussstelle ein jeweiliger Leitungsdruck. Vorzugsweise ist zwischen der jeweiligen Anschlussstelle und dem jeweiligen Druckgefäß ein jeweiliger Strömungswiderstand angeordnet. Der jeweilige Strömungswiderstand ist vorzugsweise derart bemessen, dass der jeweilige Volumenstrom, sofern er über den jeweiligen Strömungswiderstand fließt, einen Druckabfall hervorruft, der mindestens 25 % und maximal 75 % des jeweiligen Leitungsdruckes beträgt, insbesondere in etwa halb so groß

wie der jeweilige Leitungsdruck ist. Geringfügige Abweichungen sind jedoch hinnehmbar.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

FIG 1 ein Walzgerüst und eine Kühlstrecke,
 FIG 2 einen Teil einer Kühlstrecke,
 FIG 3 eine Kühlstrecke,
 FIG 4 ein Zeitdiagramm eines Füllgrades und
 FIG 5 ein Zeitdiagramm eines Volumenstroms,
 FIG 6 ein Zeitdiagramm eines Druckes.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0018] Gemäß FIG 1 wird in einer Walzstraße ein Walzgut 1 gewalzt. Dargestellt ist in FIG 1 nur das letzte Walzgerüst 2 einer mehrgerüstigen Walzstraße. Das Walzgut 1 ist oftmals ein flaches Walzgut, also ein Band oder ein Grobblech. Das Walzgut 1 kann jedoch auch ein anderes Format aufweisen. Beispielsweise kann es sich um ein Profil oder um ein stabförmiges Walzgut 1 handeln. Das Walzgut 1 besteht oftmals aus Stahl, manchmal aus Aluminium und in seltenen Fällen aus einem anderen Metall bzw. einer entsprechenden Legierung.

[0019] Der Walzstraße ist eine Kühlstrecke 3 nachgeordnet. In der Kühlstrecke 3 wird das Walzgut 1 gekühlt. Die Kühlstrecke 3 ist somit eine Vorrichtung zum Kühlen des in der Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts 1. In Verbindung mit der in FIG 1 dargestellten Kühlstrecke 3, die der Walzstraße nachgeordnet ist, wird die vorliegende Erfindung erläutert. Der Begriff "Kühlstrecke" wird also im Sinne der genannten Vorrichtung verwendet. Die vorliegende Erfindung ist aber auch dann realisierbar, wenn die Vorrichtung innerhalb der Walzstraße angeordnet ist, also zwischen den Walzgerüsten 2 der mehrgerüstigen Walzstraße. Weiterhin ist sie auch dann realisierbar, wenn die Vorrichtung der Walzstraße vorgeordnet ist.

[0020] Die Kühlstrecke 3 weist gemäß FIG 1 mehrere Kühleinrichtungen 4 auf. Mittels der Kühleinrichtungen 4 wird Wasser 5 auf das Walzgut 1 aufgebracht. Das Wasser 5 in seiner Gesamtheit wird der Kühlstrecke 3 über eine Versorgungsleitung 6 zugeführt. Innerhalb der Kühlstrecke 3 wird das Wasser 5 verteilt, bis es in Stichleitungen 7 eintritt, über welche das Wasser 5 der jeweiligen Kühleinrichtung 4 zugeführt wird. In den Stichleitungen 7 ist jeweils ein (1) Ventil 8 angeordnet, mittels dessen die Menge an Wasser 5, die der jeweiligen Kühleinrichtung 4 pro Zeiteinheit zugeführt wird, eingestellt werden

kann. Es besteht somit eine 1:1-Zuordnung von Kühleinrichtungen 4, Stichleitungen 7 und Ventilen 8. Die Menge an Wasser 5, die der jeweiligen Kühleinrichtung 4 pro Zeiteinheit zugeführt wird, stellt einen jeweiligen Wasserstrom dar.

[0021] In FIG 1 sind insgesamt acht Kühleinrichtungen 4 dargestellt, wobei in der Darstellung gemäß FIG 1 ein Teil der Kühleinrichtungen 4 das Wasser 5 von oben auf das Walzgut 1 aufbringt und ein weiterer Teil der Kühleinrichtungen 4 das Wasser 5 von unten auf das Walzgut 1 aufbringt. Weiterhin sind die Kühleinrichtungen 4 in Transportrichtung x des Walzguts 1 gesehen gestaffelt hintereinander angeordnet. Diese Sachverhalte sind jedoch rein beispielhaft. So können ohne weiteres auch mehr oder weniger als acht Kühleinrichtungen 4 vorhanden sein. Auch ist es möglich, dass mittels der Kühleinrichtungen 4 das Wasser 5 ausschließlich von oben oder ausschließlich von unten auf das Walzgut 1 aufgebracht wird. Wenn das Walzgut 1 ein flaches Walzgut ist, ist es entsprechend der Darstellung in FIG 2 weiterhin möglich, dass in Breitenrichtung y des Walzguts 1 gesehen mehrere Kühleinrichtungen 4 nebeneinander angeordnet sind. Entscheidend ist, dass in der jeweiligen Stichleitung 7 das jeweilige Ventil 8 angeordnet ist, mittels dessen der die jeweilige Stichleitung 7 durchfließende jeweilige Wasserstrom einstellbar ist.

[0022] Den Ventilen 8 ist als Betätigungseinrichtung jeweils ein Antrieb 9 zugeordnet. Die Antriebe 9 sind entsprechend der Darstellung in FIG 2 als elektrische Antriebe ausgebildet. Über den jeweiligen Antrieb 9 wird das jeweilige Ventil 8 angesteuert. Dieser Sachverhalt ist auch bei den Ventilen 8 von FIG 1 der Fall. In FIG 1 ist dies jedoch nicht dargestellt, um FIG 1 nicht zu überfrachten. Aufgrund der Ausbildung der Betätigungseinrichtungen als elektrische Antriebe lassen sich für die Ventile 8 Schaltzeiten realisieren, die deutlich unter 1 Sekunde liegen, beispielsweise bei 0,2 Sekunden oder darunter. Weiterhin können elektrische Antriebe sehr schnell genau eingestellt werden. Dadurch ist sowohl eine schnelle als auch eine präzise Einstellung einer jeweiligen Ventilstellung möglich.

[0023] Die elektrischen Antriebe können beispielsweise als Schrittmotoren ausgebildet sein. Schrittmotoren lassen sich problemlos in einer Zeit, die unter 0,2 Sekunden liegt, um 90° verstellen. Dieser Winkel entspricht auch dem Drehwinkel eines üblichen Ventils 8 zwischen der vollständig geschlossenen und der vollständigen geöffneten Stellung. Somit ist mit einer Zeit von 0,2 Sekunden und weniger das jeweilige Ventil 8 von der vollständig geschlossenen Stellung in die vollständig geöffnete Stellung und umgekehrt überführbar. Weiterhin erfolgt das Verstellen bei einem Schrittmotor üblicherweise in Winkelschritten, die deutlich unter 1° (mechanisch) liegen, beispielsweise bei 0,1° (oder einem ähnlich kleinen Winkel). In diesem Fall ist ein Verstellen des jeweiligen Ventils 8 zwischen der vollständig geschlossenen und der vollständigen geöffneten Stellung in Schritten von 0,1° (oder einem ähnlich kleinen Winkel) möglich. Weiterhin

ist die Steuerelektronik eines elektrischen Antriebs hinreichend einfach und kostengünstig. Verschleiß und Ausfallrisiko sind um ein Vielfaches kleiner als bei einem pneumatischen Antrieb. Die erforderliche Kapselung zum Schutz vor Spritzwasser und dergleichen (beispielsweise in der Schutzart IP 65) ist ohne weiteres realisierbar. Dies gilt sowohl für den jeweiligen elektrischen Antrieb selbst als auch für dessen Steuerelektronik.

[0024] Unabhängig von der konkreten geometrischen Anordnung der Kühleinrichtungen 4 bilden die Kühleinrichtungen 4 weiterhin entsprechend der Darstellung in FIG 3 mehrere Gruppen. Den Gruppen ist jeweils proprietär ein eigenes Druckgefäß 10 zugeordnet. Der Begriff "proprietär zugeordnet" soll bedeuten, dass das jeweilige Druckgefäß 10 mit den Kühleinrichtungen 4 der jeweiligen Gruppe zusammenwirkt und nur mit diesen Kühleinrichtungen 4 zusammenwirkt. Insbesondere ist das jeweilige Druckgefäß 10 an einer jeweiligen Anschlussstelle 11 an eine jeweilige Zuleitung 12 angeschlossen. Über die jeweilige Zuleitung 12 wird das Wasser 5 den Stichleitungen 7 der Kühleinrichtungen 4 der entsprechenden Gruppe zugeführt. In Strömungsrichtung des Wassers 5 gesehen ist die jeweilige Anschlussstelle 11 somit den Ventilen 8 der jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen 4 vorgeordnet. Hingegen wird über die jeweilige Zuleitung 12 nicht das Wasser 5 zu den Stichleitungen 7 von anderen Kühleinrichtungen 4 geführt. In Strömungsrichtung des Wassers 5 gesehen ist die jeweilige Anschlussstelle 11 somit den Ventilen 8 anderer Gruppen von Kühleinrichtungen 4 nicht vorgeordnet. Das jeweilige Druckgefäß 10 definiert somit die jeweilige Gruppe von Kühleinrichtungen 4: Alle Kühleinrichtungen 4, deren Wasser 5 über die jeweilige Anschlussstelle 11 fließt, bilden eine (1) Gruppe von Kühleinrichtungen 4. Alle anderen Kühleinrichtungen 4 gehören nicht zu dieser Gruppe.

[0025] Die jeweilige Anschlussstelle 11 für das jeweilige Druckgefäß 10 sollte so nahe an den Ventilen 8 der jeweiligen Gruppe angeordnet sein, wie dies möglich ist. Wenn - siehe in FIG 3 links - die jeweilige Gruppe von Kühleinrichtungen 4 nur eine einzige Kühleinrichtung 4 umfasst, sollte die jeweilige Anschlussstelle 11 somit so nahe wie möglich am Ventil 8 dieser Kühleinrichtung 4 angeordnet sein. Wenn - siehe in FIG 3 rechts - die jeweilige Gruppe von Kühleinrichtungen 4 mehrere Kühleinrichtungen 4 umfasst, sollte die jeweilige Anschlussstelle 11 so nahe wie möglich an einem Verteilerpunkt 13 angeordnet sein, an dem die Zuleitung 12 sich zu den Kühleinrichtungen 4 der jeweiligen Gruppe hin erstmals verzweigt.

[0026] Entsprechend der Darstellung in FIG 3 umfasst ein Teil der Gruppen von Kühleinrichtungen 4 jeweils nur eine einzige Kühleinrichtung 4. In der Darstellung von FIG 3 ist dies konkret bei den beiden links dargestellten Kühleinrichtungen 4 der Fall. In diesen Fällen ist die jeweilige Zuleitung 12 mit der jeweiligen Stichleitung 7 identisch. Alternativ ist es ebenso möglich, dass die Gruppen von Kühleinrichtungen 4 jeweils mehrere Kühleinrichtungen 4 umfassen. In der Darstellung von FIG 3

ist dies konkret bei den beiden rechts dargestellten Kühleleinrichtungen 4 der Fall. In diesen Fällen ist die jeweilige Zuleitung 12 den jeweiligen Stichleitungen 7 vorgeordnet.

[0027] Entscheidendes Kriterium für die Anordnung der Druckgefäße 10 ist die Menge an Wasser 5, die sich zwischen der jeweiligen Anschlussstelle 11 und den jeweiligen Ventilen 8 bzw. - im Falle eines einzigen nachgeordneten Ventils 8 - dem jeweiligen Ventil 8 - befindet. Denn diese Menge an Wasser kann nicht in das entsprechende Druckgefäß 10 umgeleitet werden. Diese Menge muss somit bei einem schnellen Schließen der jeweiligen Ventile 8 vor den jeweiligen Ventilen 8 direkt und schnell abgebremst werden. In der Regel ist dies unkritisch, wenn die Abstände der jeweiligen Ventile 8 vom jeweiligen Druckgefäß 10 klein genug ist, beispielsweise 10 m oder weniger beträgt, insbesondere weniger als 5 m. Dies soll anhand eines Beispiels für ein einzelnes Ventil 8 verdeutlicht werden.

[0028] Man nehme an, die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers 5 in der entsprechenden Stichleitung 7 liege bei 3 m/s. Das jeweilige Ventil 8 werde binnen 0,2 Sekunden vollständig geschlossen. Dann muss das Wasser 5 binnen 0,2 Sekunden von 3 m/s auf 0 m/s abgebremst werden. Somit ergibt sich eine mittlere Beschleunigung von 15 m/s^2 , also ungefähr das 1,5-fache der Erdbeschleunigung. Weiterhin ist bekannt, dass eine 10 m hohe Wassersäule einen Druck von 1 bar erzeugt. Gleiches gilt für eine 10 m lange Wassersäule, die mit Erdbeschleunigung abgebremst wird. Man nehmen weiterhin an, der Abstand der jeweiligen Anschlussstelle 11 zum jeweiligen Ventil 8 betrage 5 m. In diesem Fall muss nicht eine 10 m lange Wassersäule mit dem 1,0-fachen der Erdbeschleunigung abgebremst werden, sondern eine 5 m lange Wassersäule mit dem 1,5-fachen der Erdbeschleunigung. Somit erzeugt diese Wassersäule unter den gegebenen Betriebsbedingungen beim Abbremsen von 3,0 m/s auf 0 m/s in 0,2 Sekunden einen Druck von 0,75 bar.

[0029] Bei einem raschen Schließen eines jeweiligen Ventils 8 würde es ohne die Druckgefäße 10 hingegen zu einem hohen Druckstoß kommen, da in diesem Fall auch das in der Zuleitung 12 fließende Wasser 5, soweit es sich in Strömungsrichtung des Wassers 5 gesehen vor der jeweiligen Anschlussstelle 11 befindet, abgebremst werden müsste. Durch die Druckgefäße 10 können derartige Druckstöße jedoch deutlich abgemildert werden, da in diesem Fall das in der jeweiligen Zuleitung 12 fließende Wasser 5 in das der jeweiligen Gruppe von Kühleleinrichtungen 4 proprietär zugeordnete Druckgefäß 10 umgeleitet wird. Damit die Druckgefäße 10 dieses Wasser 5 aufnehmen können, sind die Druckgefäße 10 entsprechend der Darstellung in FIG 3 jeweils teilweise mit Wasser 5 und teilweise mit Luft 14 gefüllt. In der Regel sollte ein Füllgrad F an Wasser 5 (siehe FIG 4) von etwa 50 % angestrebt werden. Gewisse Abweichungen - beispielsweise zwischen 40 % und 60 % - sind jedoch durchaus möglich.

[0030] Um den jeweiligen Füllgrad F einstellen zu können, können die Druckgefäße 10 beispielsweise ein jeweiliges Luftventil 15 aufweisen. Über das jeweilige Luftventil 15 kann dem jeweiligen Druckgefäß 10 Luft 14 zugeführt werden oder Luft 14 aus dem jeweiligen Druckgefäß 10 abgelassen werden. Im einfachsten Fall ist das jeweilige Luftventil 15 ein manuell betätigtes Rückschlagventil (so wie beispielsweise das Ventil eines Fahrrads oder eines anderen Straßenfahrzeugs mit luftgefüllten Reifen). In diesem Fall weist das jeweilige Druckgefäß 10 vorzugsweise eine Füllgradanzeige und/oder eine Druckanzeige auf. Die Füllgradanzeige kann beispielsweise ein einfaches Schauglas sein, die Druckanzeige ein übliches Manometer. Alternativ oder zusätzlich kann das jeweilige Luftventil 15 von einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) der Kühlstrecke 3 ansteuerbar sein. In diesem Fall ist das jeweilige Luftventil 15 vorzugsweise in zwei Ventilpfade aufgeteilt, wobei einer der beiden Ventilpfade zum Nachfüllen von Luft 14 in das jeweilige Druckgefäß 10 mit einer Druckluftversorgung verbunden ist und der andere der beiden Ventilpfade zum Ablassen von Luft 14 aus dem jeweiligen Druckgefäß 10 einen Auslass an die Umgebung aufweist. Weiterhin werden in diesem Fall der jeweilige Füllgrad F und/oder der im jeweiligen Druckgefäß 10 herrschende Druck vorzugsweise messtechnisch erfasst und an die genannte Steuereinrichtung übermittelt.

[0031] Durch das jeweilige Druckgefäß 10 wird somit die sich in der jeweiligen Zuleitung 12 bewegende Wassermenge sanft abgebremst. Aufgrund des Umstands, dass die Gruppen von Kühleleinrichtungen 4 in der Regel relativ klein sind - meist nicht mehr als sechs bis zehn Kühleleinrichtungen 4 - können die Druckgefäße 10 weiterhin relativ klein dimensioniert werden. Dies wird nachstehend in Verbindung mit den FIG 4 bis 6 für eine Ausgestaltung erläutert, bei welcher die jeweilige Gruppe von Kühleleinrichtungen 4 nur eine einzige Kühleleinrichtung 4 umfasst. Die entsprechenden Ausführungen sind jedoch auch anwendbar, wenn die jeweilige Gruppe von Kühleleinrichtungen 4 mehrere Kühleleinrichtungen 4 umfasst. In diesem Fall müssen die nachfolgenden Ausführungen dahingehend modifiziert werden, dass von einer einheitlichen Ansteuerung der Ventile 8 der jeweiligen Gruppe ausgegangen wird.

[0032] Wenn das jeweilige Ventil 8 vollständig geöffnet ist, fließt in der jeweiligen Zuleitung 12 - die im Fall einer Gruppe mit einer einzigen Kühleleinrichtung 4 mit der Stichleitung 7 identisch ist - ein jeweiliger Volumenstrom V an Wasser 5, beispielsweise 100 Liter pro Sekunde. Dieser Zustand ist in FIG 5 links dargestellt. Der Füllgrad F liegt entsprechend der Darstellung in FIG 4 zunächst bei etwa 50 %. Das jeweilige Druckgefäß 10 ist also zu in etwa gleichen Teilen mit Wasser 5 und Luft 14 gefüllt.

[0033] Zu einem Zeitpunkt t_0 wird das entsprechende Ventil 8 von der vollständig geöffneten in die vollständig geschlossene Stellung überführt. Das Überführen von der vollständig geöffneten in die vollständig geschlossene Stellung erfolgt so schnell wie möglich, beispielsweise

in einer Zeit von 0,1 Sekunden oder 0,2 Sekunden. Um die Dimensionierung des jeweiligen Druckgefäßes 10 besser erläutern zu können, wird nachfolgend angenommen, dass das Schließen des entsprechenden Ventils 8 völlig abrupt erfolgt, die zum Schließen benötigte Zeitspanne als solche also vernachlässigt werden kann.

[0034] Wäre das jeweilige Druckgefäß 10 nicht vorhanden, träte mit dem Schließen des jeweiligen Ventils 8 ein hoher Druckstoß auf, da der in der jeweiligen Zuleitung 12 fließende jeweilige Volumenstrom V abrupt auf Null abgesenkt werden müsste. Aufgrund des jeweiligen Druckgefäßes 10 kann der jeweilige Volumenstrom V jedoch in das jeweilige Druckgefäß 10 umgelenkt werden. Dadurch wird das jeweilige Druckgefäß 10 über seinen vorherigen Füllgrad F hinaus weiter gefüllt. Durch das Füllen des jeweiligen Druckgefäßes 10 wird die im jeweiligen Druckgefäß befindliche Luft 14 jedoch komprimiert, so dass sich der dortige Luftdruck erhöht. Der erhöhte Luftdruck setzt dem weiteren Zuführen von Wasser 5 in das jeweilige Druckgefäß einen steigenden Widerstand entgegen. Der jeweilige Füllgrad F steigt daher ab dem Zeitpunkt t_0 zwar zunächst an, erreicht dann aber ein Maximum und sinkt danach wieder. Gegebenenfalls kann eine geringfügige, meist deutlich gedämpfte Oszillation auftreten. Dies ist aufgrund des Vorzeichenwechsels des Volumenstroms am besten in FIG 5 erkennbar. Das Maximum des Füllgrades F wird meist innerhalb 1 Sekunde erreicht, manchmal sogar schon in einer geringeren Zeit von beispielsweise nur 0,5 Sekunden.

[0035] Zum Zeitpunkt t_0 selbst, also zu Beginn des Abbremsens, muss entsprechend der Darstellung in FIG 4 der gesamte zuvor fließende jeweilige Volumenstrom V aufgenommen werden. Würde der jeweilige Volumenstrom V unverändert beibehalten, wäre entsprechend der Darstellung in FIG 4 das jeweilige Druckgefäß 10, gerechnet ab dem Zeitpunkt t_0 , beispielsweise nach 0,5 Sekunden vollständig gefüllt. In 0,5 Sekunden würden somit 50 % des Volumens des jeweiligen Druckgefäßes 10 in das jeweilige Druckgefäß 10 fließen. Demzufolge würden in 1 Sekunde 100 % des Volumens des jeweiligen Druckgefäßes 10 in das jeweilige Druckgefäß 10 fließen. Gemäß der Darstellung in FIG 4 liegt somit ein Quotient des jeweiligen Gefäßvolumens (Einheit: Liter oder Kubikmeter) und des jeweiligen Volumenstroms V (Einheit: Liter/Sekunde oder Kubikmeter/Sekunde) bei 1 Sekunde. Es sind zwar gewisse Abweichungen von diesem Wert (1 Sekunde) möglich. Vorzugsweise sollte der genannte Quotient jedoch im Bereich zwischen 0,2 Sekunden und 2,0 Sekunden liegen. In der Praxis entspricht dies für eine einzelne Kühleinrichtung 4 einem Volumen zwischen 20 l und 200 l, meist im Bereich zwischen 50 l und 125 l, insbesondere etwa 100 l. Umfasst die Gruppe mehrere Kühleinrichtungen 4, müssen die genannten Volumenwerte entsprechend skaliert werden.

[0036] Aufgrund des Widerstands, den - gerechnet ab der jeweiligen Anschlussstelle 11 - die jeweilige Stichleitung 7 und die jeweilige Kühleinrichtung 4 aufweisen,

herrscht in dem Zustand, von dem in den FIG 4 und 5 zunächst ausgegangen wird - wenn also das entsprechende Ventil 8 sich in der vollständig geöffneten Stellung befindet -, im Bereich der jeweiligen Anschlussstelle 11 ein jeweiliger Leitungsdruck p_0 . Der aktuelle jeweilige Leitungsdruck p weist also den Wert p_0 auf. Dies ist in FIG 6 links dargestellt. Da vor dem Zeitpunkt t_0 ein Gleichgewichtszustand herrscht, steht die Luft 14 im jeweiligen Druckgefäß 10 ebenfalls unter dem Druck p_0 . Zu dem Zeitpunkt t_0 , also zum Zeitpunkt des Schließens des jeweiligen Ventils 8, muss zunächst der in der jeweiligen Zuleitung 12 fließende jeweilige Volumenstrom V vollständig in das jeweilige Druckgefäß 10 umgelenkt werden. Der Volumenstrom V durch die Zuleitung 12, gemessen an der jeweiligen Anschlussstelle 11 und dargestellt in FIG 5, ruft auf seinem Weg von der jeweiligen Anschlussstelle 11 zum jeweiligen Druckgefäß 10 einen Druckabfall δp an einem jeweiligen Strömungswiderstand 16 hervor, der zwischen der jeweiligen Anschlussstelle 11 und dem jeweiligen Druckgefäß 10 angeordnet ist. Der Druckabfall δp ist in etwa halb so groß wie der jeweilige Leitungsdruck p_0 . Demzufolge muss der jeweilige Leitungsdruck p abrupt auf einen Wert ansteigen, der in etwa dem 1,4-fachen bis 1,6-fachen des Wertes p_0 entspricht, also in etwa dem 1,5-fachen. In absoluten Werten liegt der Druckabfall δp in der Praxis meist in der Größenordnung von 1 bar. Danach sinkt der jeweilige Leitungsdruck p wieder ab.

[0037] Der jeweilige Strömungswiderstand 16 kann im Ergebnis durch entsprechende Dimensionierung der jeweiligen Verbindungsleitung zwischen der jeweiligen Anschlussstelle 11 und dem jeweiligen Druckgefäß 10 eingestellt werden, insbesondere durch die Dimensionierung des Querschnitts der gesamten jeweiligen Verbindungsleitung oder des Querschnitts eines Abschnitts der jeweiligen Verbindungsleitung. Durch geeignete Dimensionierung des Strömungswiderstands 16 wird insbesondere eine Schwingungsneigung unterdrückt und gedämpft.

[0038] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere können Druckschläge vermieden werden, obwohl die Ventile 8 sehr schnell (mit Schaltzeiten weit unter 1 s) geschaltet werden. Der Einfluss der Druckgefäße 10 auf die den Kühleinrichtungen 4 tatsächlich zugeführten Wassermengen lässt sich mit einem entsprechenden Modell der Kühlstrecke 3 berücksichtigen oder über eine Basisautomatisierung der Kühlstrecke 3 einfach ausgleichen. Durch die Druckgefäße 10 werden weiterhin innerhalb des fluidtechnischen Systems (bestehend aus der Versorgungsleitung 6, den Zuleitungen 12 und den Stichleitungen 7) Druckschwingungen vermindert. Die Regelung von Pumpen, welche das Wasser 5 fördern, wird dadurch vereinfacht. Dies gilt insbesondere dann, wenn Druckmessungen zur Regelung der Pumpen herangezogen werden. Weiterhin werden auch Druckeinbrüche beim Zuschalten von Ventilen 8 verringert, da in diesem Fall Wasser 5 aus den Druckgefäßen 10 in die entsprechenden Zuleitungen 12 eingespeist

wird. Die Ausgestaltung der Antriebe 9 als elektrische Antriebe ermöglicht auf einfache Weise eine zuverlässige und schnelle Ansteuerung der Ventile 8.

[0039] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0040]

1	Walzgut
2	Walzgerüst
3	Kühlstrecke
4	Kühleinrichtungen
5	Wasser
6	Versorgungsleitung
7	Stichleitungen
8	Ventile
9	elektrische Antriebe
10	Druckgefäße
11	Anschlussstellen
12	Zuleitungen
13	Verteilerpunkt
14	Luft
15	Luftventile
16	Strömungswiderstand
F	Füllgrad
p, p0	Leitungsdruck
t0	Zeitpunkt
V	Volumenstrom
x	Transportrichtung
y	Breitenrichtung

δp Druckabfall

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kühlen eines in einer Walzstraße gewalzten metallischen Walzguts (1),

- wobei die Vorrichtung mehrere Kühleinrichtungen (4) aufweist, denen über eine jeweilige Stichleitung (7) Wasser (5) zugeführt wird und mittels derer das Wasser (5) auf das Walzgut (1) aufgebracht wird,
- wobei in den Stichleitungen (7) jeweils ein Ventil (8) angeordnet ist, mittels dessen der die jeweilige Stichleitung (7) durchfließende Wasserstrom eingestellt wird,
- wobei den Ventilen (8) jeweils ein Antrieb (9) zugeordnet ist, über den das jeweilige Ventil (8) angesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Kühleinrichtungen (4) mehrere Gruppen bilden, denen jeweils proprietär ein eigenes Druckgefäß (10) zugeordnet ist,

- **dass** das jeweilige Druckgefäß (10) an einer jeweiligen Anschlussstelle (11) an eine jeweilige Zuleitung (12) angeschlossen ist, über die das Wasser (5) den Stichleitungen (7) der Kühleinrichtungen (4) der entsprechenden Gruppe zugeführt wird, so dass in Strömungsrichtung des Wassers (5) gesehen die jeweilige Anschlussstelle (11) den Ventilen (8) der jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen (4) vorgeordnet ist, und

- **dass** die Druckgefäße (10) jeweils teilweise mit Wasser (5) und teilweise mit Luft (14) gefüllt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass zumindest ein Teil der Gruppen von Kühleinrichtungen (4) jeweils nur eine einzige Kühleinrichtung (4) umfasst.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Antriebe (9) als elektrische Antriebe ausgebildet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die elektrischen Antriebe als Schrittmotoren ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** das einer jeweiligen Gruppe von Kühleinrichtungen (4) proprietär zugeordnete Druckgefäß (10) ein Gefäßvolumen aufweist,

- **dass**, sofern die Ventile (8) der Kühleinrichtungen (4) der jeweiligen Gruppe alle vollständig geöffnet sind, in der jeweiligen Zuleitung (12) ein jeweiliger Volumenstrom (V) an Wasser (5) fließt und

- **dass** ein Quotient des jeweiligen Gefäßvolumens und des jeweiligen Volumenstroms (V) im Bereich zwischen 0,2 Sekunden und 2,0 Sekunden liegt.

6. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass**, sofern die Ventile (8) der Kühleinrichtungen (4) der jeweiligen Gruppe alle vollständig geöffnet sind, in der jeweiligen Zuleitung (12) ein jeweiliger Volumenstrom (V) fließt,

- **dass** in diesem Zustand in der jeweiligen Zuleitung (12) im Bereich der jeweiligen An-

schlussstelle (11) ein jeweiliger Leitungsdruck (p_0) herrscht,

- **dass** zwischen der jeweiligen Anschlussstelle (11) und dem jeweiligen Druckgefäß (10) ein jeweiliger Strömungswiderstand (16) angeordnet ist und 5

- **dass** der jeweilige Strömungswiderstand (16) derart bemessen ist, dass der jeweilige Volumenstrom (V), sofern er über den jeweiligen Strömungswiderstand (16) fließt, einen Druckabfall (δp) hervorruft, der in etwa halb so groß wie der jeweilige Leitungsdruck (p_0) ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

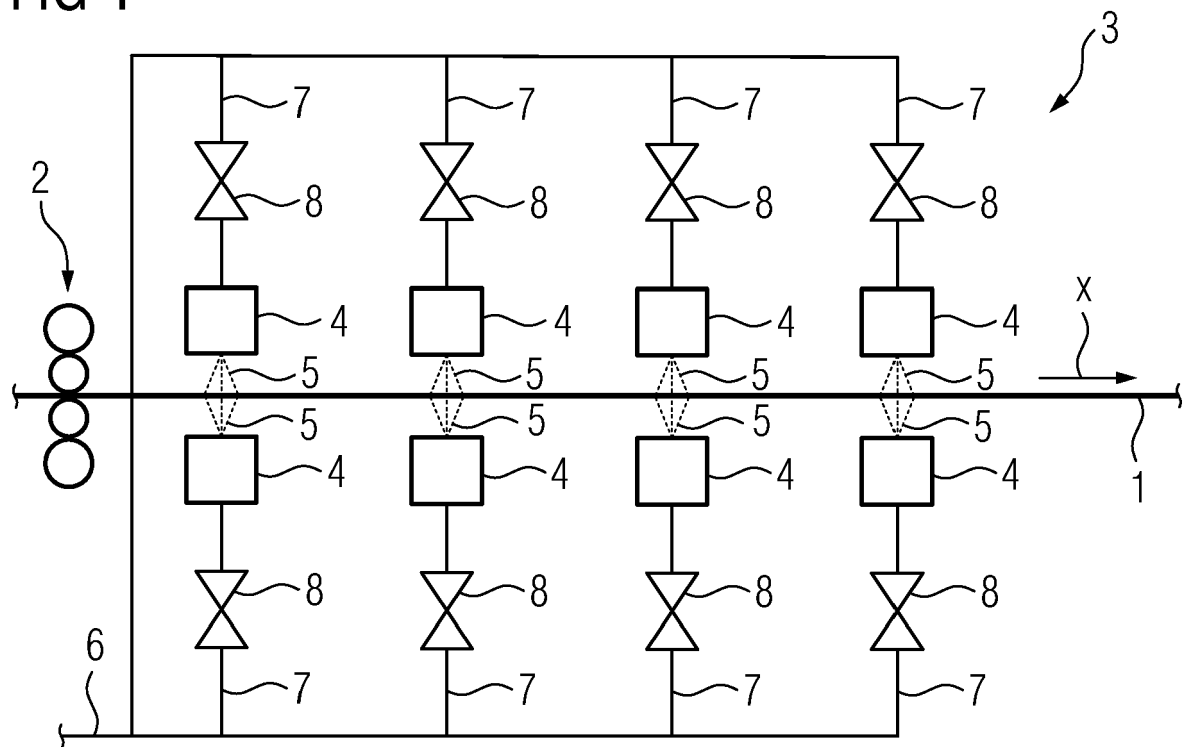


FIG 2

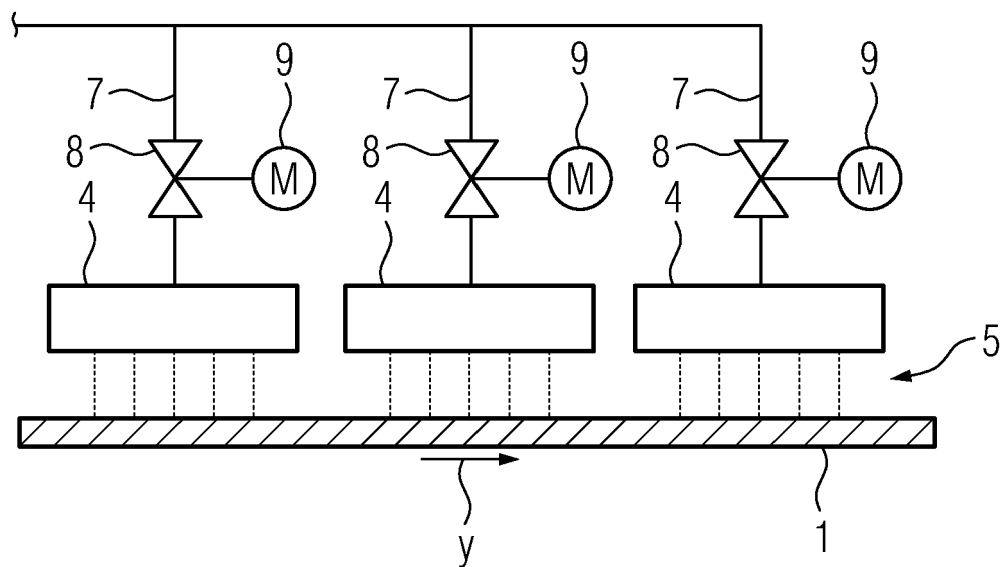


FIG 3

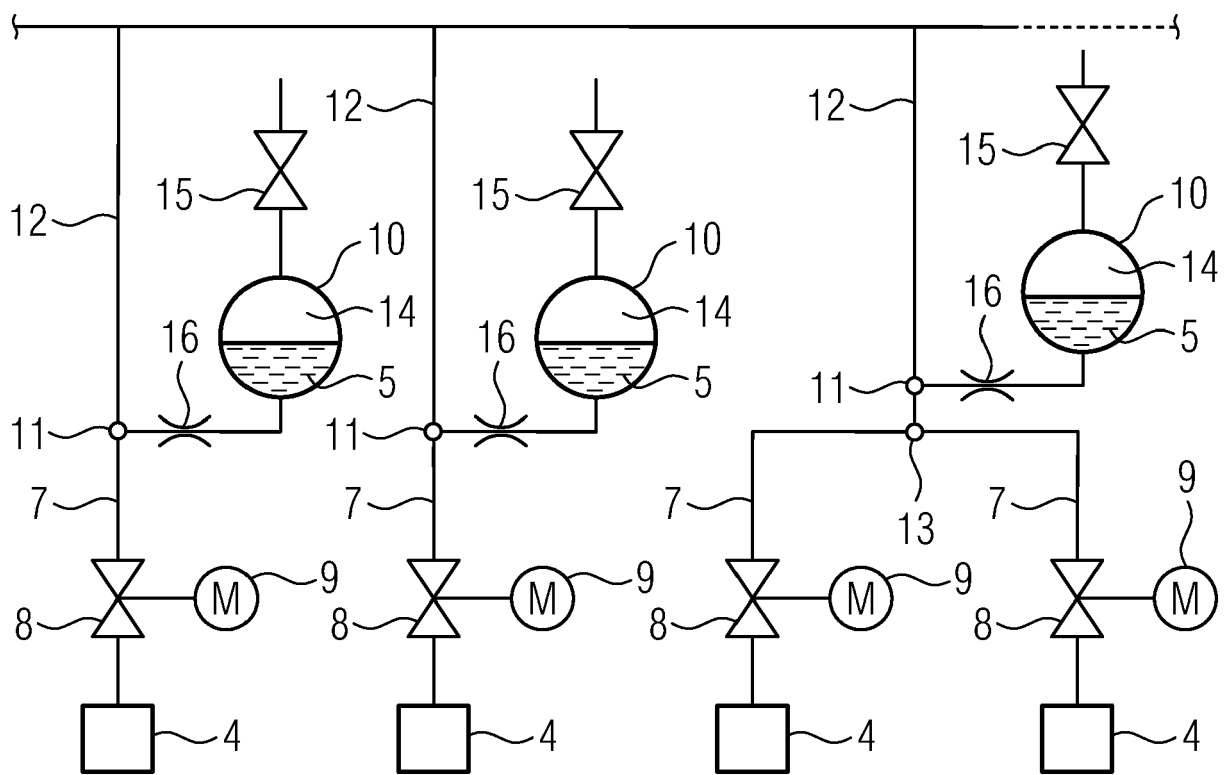


FIG 4

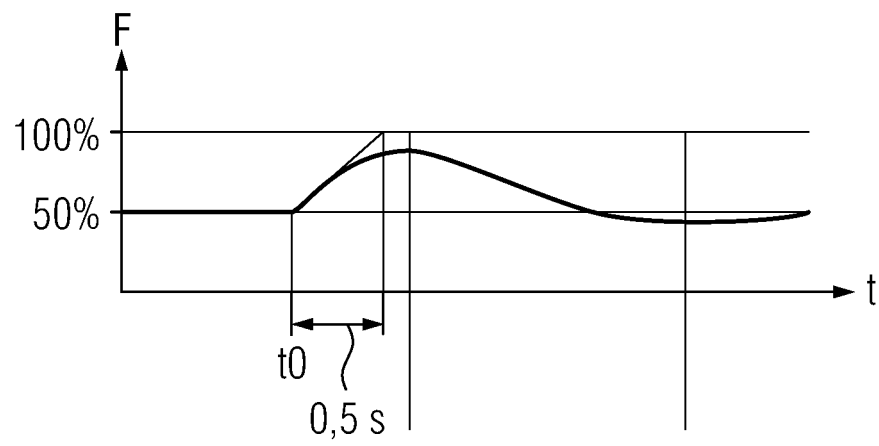


FIG 5

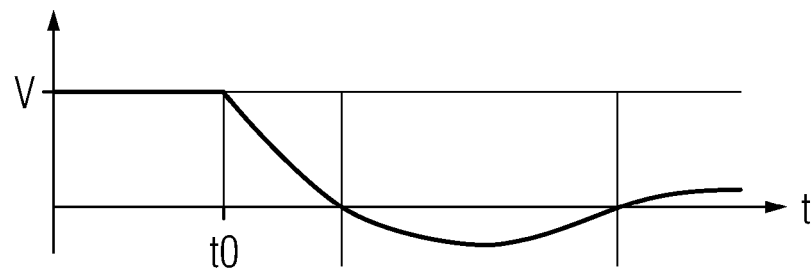
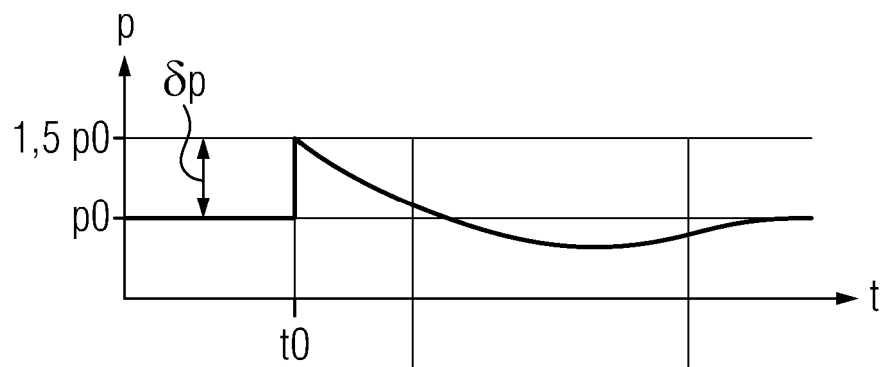


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 18 4168

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 767 353 A1 (SIEMENS VAI METALS TECH GMBH [AT]) 20. August 2014 (2014-08-20) * Absatz [0023] - Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1-6	INV. B21B45/02
A	EP 2 644 718 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02) * Absatz [0026] - Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 2019	Prüfer Frisch, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 18 4168

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-12-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2767353	A1	20-08-2014	BR 112015019431 A2		18-07-2017
				CN 105163876 A		16-12-2015
15				EP 2767353 A1		20-08-2014
				EP 2956250 A1		23-12-2015
				US 2015375284 A1		31-12-2015
				US 2018345343 A1		06-12-2018
				WO 2014124868 A1		21-08-2014

20	EP 2644718	A1	02-10-2013	CN 104321448 A		28-01-2015
				EP 2644718 A1		02-10-2013
				EP 2817426 A1		31-12-2014
				US 2015053272 A1		26-02-2015
				WO 2013143902 A1		03-10-2013
25	-----					
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2018080669 A2 [0002] [0006]
- WO 2013143902 A1 [0003] [0007]