



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.09.2022 Patentblatt 2022/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C23C 22/22 (2006.01) **C23C 22/82** (2006.01)
C23C 22/77 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22164138.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C23C 22/22; C23C 22/77; C23C 22/82

(22) Anmeldetag: **24.03.2022**

(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

(71) Anmelder: **Brummer, Wilhelm**
83104 Tuntenhausen (DE)

(72) Erfinder: **Ecker, Robert**
52388 Nörvenich (DE)

(74) Vertreter: **Castell, Klaus**
Patentanwaltskanzlei
Liermann-Castell
Am Rurufer 2
52349 Düren (DE)

(30) Priorität: **25.03.2021 DE 102021001551**
13.08.2021 DE 102021004167

(54) **VERFAHREN FÜR VORBEHANDLUNG VON STAHL UND EISEN IN EINEM BEHANDLUNGSBAD**

(57) Verfahren für die Vorbehandlung von Stahl und Eisen in einem Behandlungsbad mit regelmäßiger Titration zur Sicherstellung bestimmter Parameter und Ein-

satz verbesserter chemischer Materialien für eine wirkungsvolle und optimale Vorbehandlung.

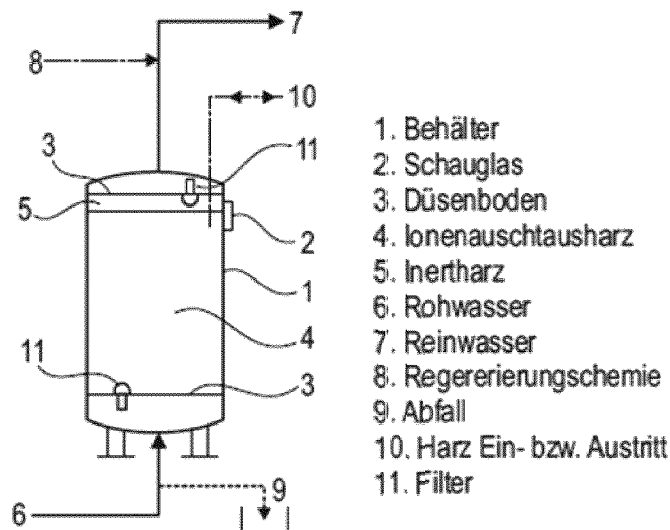


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Vorbehandlung von Stahl und Eisen in einem Behandlungsbad.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass zahlreiche Verfahren, insbesondere der Einsatz einer Überwachung und einer automatischen Steuerung, häufig auch von Ionentauschern, Rechnern und Filtern, zur besseren Behandlung der eingesetzten chemischen Materialien benutzt werden. Diese zusätzlichen Einrichtungen sollen zu einer Verbesserung des gesamten Verfahrens führen. Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass nur ein Bad benötigt wird. Die Zusammensetzung der chemischen Materialien wird darin jedoch nicht beschrieben.

[0003] Es hat sich aber in der Vergangenheit gezeigt, dass erst durch den Einsatz einer spezieller chemischer Materialien die Vorbehandlungsverfahren von Stahl und Eisen zu einer nachhaltigen Verbesserung der Qualität führen kann.

[0004] Daher wird angestrebt durch den Einsatz einer neuen chemischen Zusammensetzung der eingesetzten Materialien zu einer wesentlichen Verbesserung des Resultates zu gelangen. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Dichtigkeit der zu bildenden Schichten sinnvoll. Ohne dichte und dünnere Schichten bleiben vorbekannte Vorbehandlungsverfahren nur auf wenige Einsatzfälle beschränkt.

[0005] Dieser wichtige Aspekt wurde in der Vergangenheit nicht erwähnt und beachtet. Nur durch eine verbesserte Dichtigkeit der Oberfläche in der Vorbehandlung wird die Grundlage für eine erfolgreiche Passivierung geschaffen. Der Einsatz einer verbesserten Maschinentechnik und deren Nutzen reichen nicht aus.

[0006] Zur nachhaltigen Verbesserung sollte die aufgetragene Passivierschicht absolut dicht sein. In der Vergangenheit wurde dies durch das Abblasen der Oberfläche erreicht. Außerdem lag die Schichtdicke in der Regel weit über 20 μm .

[0007] Ziel des neuen Verfahrens ist es, durch den Einsatz verbesserter chemischer Materialien die Ansprüche an eine wirkungsvolle Vorbehandlung zu erfüllen. Erst durch eine optimale Wirkungsweise der Reaktion der chemischen Reagenzien in einem Bad werden die Ansprüche für die Vorbehandlung erfüllt. Ziel ist es auch, dass durch die Reaktion eine dünnere und dichtere Schicht von 20 bis 30 μm , 10 bis 25 μm oder auch nur 7 bis 15 μm oder 10 bis 15 μm zu einer Verbesserung der Qualität an der Oberfläche führt. Eine Grundierung wird dann nicht mehr zwingend erforderlich sein.

[0008] Außerdem soll eine nachhaltige Steigerung der Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Vor der Behandlung müssen alle Bauteile gründlich entfettet werden. Dafür sollte vorzugsweise eine Entfettungsanlage bestehen. Die Entfettung sollte nach dem in Figur 1 gezeigten Schema ablaufen.

[0011] Für eine basische Entfettung der Bauteile, welche danach passiviert werden müssen, gelten folgende Parameter: pH-Wert: 9 - 13,5, Konzentration: 0,5 - 45 %, Spritzdruck: 2 - 6 bar, Einwirkzeit: 1 - 6 Minuten. Je nach Materialgüte muss ein Netzmittel, ein Booster, als Verstärkungsmittel noch zusätzlich verwendet werden. Für das Netzmittel sollten die folgenden Parameter eingehalten werden: Konzentration: 0,1 - 0,5 %, Temperatur: 50 - 90 °C, Spritzdruck: 10 bar, pH-Wert ca. 5 - 8, Dichte: 1,1 - 1,5 g/cm³

[0012] Die Regenerierung der chemischen Bestandteile des Bades unter Einhaltung der vorgegebenen Parameter ist durch eine ständige Analyse des Bades einzuhalten und zwingend erforderlich. Durch die chemische Reaktion, insbesondere durch den fehlenden Sauerstoff (Reaktion), wird eine Verschmutzung durch Schlammabildung vermieden. Ein Ungleichgewicht z. B. bei Sauerstoff darf in keiner Phase der Behandlung eintreten. Die optimale Schichtdicke, welche durch eine gute Reaktion im Bad erzeugt wird, ist das Ergebnis der geforderten hohen Qualität des Bades. Dabei tragen eine gute ständige Strömung und die Einhaltung der vorgegebenen Temperatur sowie die Zeit der Behandlung dazu bei, dass eine nachfolgende Farbschicht aufgetragen werden kann. Die Parameter sollten ständig durch eine Steuerung überwacht und vorzugsweise automatisch geregelt in vorgegebenen Intervallen gehalten werden. Für die Einhaltung der Grenzwerte dienen Sensoren, insbesondere für pH-Werte, Fe II, freie Säure, Temperatur und Füllstand. Eine spezielle Berechnung der Werte kann über eine automatische Steuerung das Bad in einem definierten Zustand halten.

[0013] Es ist sicher zu stellen, dass der Badinhalt mindestens 3 - 4 mal/h umgewälzt wird. Die eingestellte Temperatur darf 52 °C nicht unterschreiten und die Höhe der Temperatur darf 60 °C nicht überschreiten.

[0014] Die Passivierung stellt auch einen temporären Korrosionsschutz dar. Dieser kann aber nur gewährleistet werden, wenn die Qualität der Oberfläche gleichbleibend gut ist.

[0015] Komplizierte Bauteile (mit Löchern, Kanten oder Falzen etc.) lassen sich nicht immer optimal durchströmen. Daher ist es erforderlich, dass diese Bauteile bewegt werden. Dies geschieht vorzugsweise mit einer Hub-/Senkstation, die die Teile auf und ab bewegt.

[0016] Für eine bestmögliche Trocknung ist es vorteilhaft, wenn die Bauteile über einen Haftwassertrockner geführt werden. Die Reifungsgeschwindigkeit (Trocknung) der Bauteile hängt von den Faktoren der Temperatur ab. Dafür sollten die Teile unmittelbar nach der Passivierung im Becken in einem Haftwassertrockner getrocknet werden. Der Zeitabstand zwischen Behandlungsende und Trocknung sollte nicht länger als 5 - 10 Minuten sein. Die Temperatur im Haftwassertrockner sollte zwischen 150 und 210 °C stattfinden. Die Trockenzeit liegt zwischen 3 und 15 min.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel werden für die Trocknung die folgenden Parameter eingehalten: Liegt die Umgebungstemperatur bei $T = 25\text{ °C}$, dann liegt die Trocknungszeit t bei 1 bis 48 h. Wenn die Umgebungstemperatur auf $T = 80 - 120\text{ °C}$ erhöht wird, liegt die Trocknungszeit t nur noch bei 1 bis 12 h. Bei einer Umgebungstemperatur T von 120 bis 180 °C sinkt die Trocknungszeit t auf 15 bis 20 min. Dies kann durch den Einsatz eines Haft-Wasser-Trockners erreicht werden.

[0018] Die Auswahl der Lackschichten ist bezüglich der Haftung wichtig. Während bei der Passivierung die Schicht (Vorbehandlung) an der Oberfläche haftet, kann sich der Lack ablösen. Unter Berücksichtigung dieser Problematik sollten hierfür geeignete Pulverlacke ausgewählt werden.

[0019] Für die Zusammensetzung des Bades wird zuerst als Basischemie 85 % Ortho-Phosphorsäure, 5 % Calciumhydroxid (98 % in Lösung) und 10 % Ammoniumnitrat (98 % in Lösung) gemischt. Diese Basis-Chemie kommt im Behandlungsbecken mit zwischen 8 und 13 Volumenanteilen Basischemie und 92 bis 87 % VE Wasser (entmineralisiertes Wasser) zum Einsatz. Erst nach der Messung der Chemie im Behandlungsbecken mittels Titration werden die Parameter für die Behandlung eingestellt. Das Ergebnis der Titration muss immer folgende Parameter im Bad ergeben: 9,5 - 11,5 % freie Säure und 9 - 13,0 g/l Eisen II. Durch diese Titration der Badlösung wird der Gehalt im Bad ständig kontrolliert. Für einen Erfolg des Endproduktes müssen diese Parameter eingehalten werden.

[0020] Die Figur 2 zeigt, wie die Ergebnisse der Titration mittels einer Zweipunktitation ermittelt werden.

[0021] Die Messmethode ist in Figur 3 gezeigt. Erst die Kontrolle des Bads mit den angegebenen Parametern stellt den Erfolg des Ergebnisses sicher.

[0022] Dabei ist auf die folgenden Punkte besonders zu achten: Entfernen der Schwebstoffe durch Filter, konstante Eisenkonzentration und konstante Parameter im Bad.

[0023] Auch der Ionentauscher ist relevant. Neu ist hier das einzusetzende Ionentauscherharz. Der Anteil an Fe II Ionen soll wie zuvor bei der Zusammensetzung des Bades beschrieben konstant gehalten werden. Der Zuwachs von FE II während der Behandlung der Eisenteile ist zwangsläufig. Eine Reduzierung dieses Zuwachses an FE II erfolgt mit einem starksauren, makroporösen Kationenaustauscher Harz, wie beispielsweise Lanxes Levatit Mono + SP 112 H.

[0024] Lewatit® MonoPlus SP 112 H gehört zur Gruppe der starksauren, makroporösen Kationenaustauscher. Es ist gekennzeichnet durch Perlen mit gleich großem Durchmesser (monodisperse Kornverteilung) basierend auf einem Styrol-Divinylbenzol-Copolymerisat. Seine monodispersen Perlen sind chemisch und mechanisch außerordentlich stabil und osmotisch hoch belastbar, es eignet sich für alle Vollentsalzungs-Anwendungen. Die sehr hohe Monodispersität (Uniformitätskoeffizient: max. 1,1) und der niedrige Anteil an Feinkorn von max. 0,1% (< 0,315 mm) führt zu niedrigeren Druckverlusten im Vergleich zu Standard Ionenaustauschern.

[0025] Die Reduzierung erfolgt jedoch auch durch folgende Fahrweise, die exemplarisch für den in Figur 4 gezeigten Ionenaustauscher beschrieben ist.

Abtragsrate: $1,4\text{ g Fe}/(\text{m}^2\text{min})$

Aufnahmekapazität des Harzes: 1,6 mol; Fe II 0,8 mol/l

Schüttdichte: $0,74\text{ g}/\text{cm}^3$

Taktzeit = Behandlungszeit + 20 min: max. 60 min; Behandlungszeit: 20 - 40 min.

Die Behandlungszeit ist abhängig vom Badinhalt. Die Berechnung erfolgt wie nachfolgend beschrieben.

[0026] Die Auslegung des Ionenaustauschers zeigt die Figur 5.

[0027] Die Zuschaltung der Badkonzentration erfolgt im By-pass. Die Prüfung der Restkonzentration an Eisen (II) ergibt die Messung und das Permeat. Die Figur 6 zeigt den Aufbau als RI-Schema.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist die Pflege des Ionentauschers. Diese Pflege ist nach den folgenden Verfahrensschritten durchzuführen: Entnahme aus Behandlungsbad, Filtration, Einspeisung in Ionentauscher, Austrittsfilter, 75 % Beladung durch Eisen (II), Umschaltung auf Regeneration (By-Pass), Kontrolle des Eluats mittels TitroLine, Eisen (II) ok. Umschaltung, Behandlung.

[0029] Der beschriebene Pflegeprozess ist neben den Anlagenteilen, welche in der Veröffentlichung Nr. WO 2017/176696 A2 beschrieben sind, wichtig für einen sicheren Erfolg der gewünschten Qualität.

[0030] Das Ergebnis der Titration im Bad (s. oben), die Filterung und der Ionentauscher gemäß vorgenannten Vorgaben sollten immer eingehalten werden. Dadurch ist es möglich, die Ansprüche nach ISO 12944-1 des Korrosionsschutzes zu erfüllen.

[0031] Nach der Passivierung und der Trocknung (Haftwassertrockner) kann eine Pulverschicht aufgebracht werden. Der Pulverlack geht eine chemische Verbindung zur passivierten Oberfläche ein. Dadurch entsteht keine Verklammerung, wie nach dem Sandstrahlen, sondern eine haltbare Vernetzung. Die Schichtdicke beträgt mit der Passivierung

und der Pulverlackierung ca. 60 µm.

[0032] Die Phosphatierung ist ein chemischer Prozess, bei dem im Tauchverfahren aus phosphorsauren Lösungen auf Metalloberflächen dünne, feinkristalline und wasserunlösliche Phosphate erzeugt werden. Die hell bis anthrazit gefärbten Metallphosphatschichten sind, da sie aus einer chemischen Reaktion mit dem Grundmetall entstehen, in der Metalloberfläche fest verankert.

[0033] Diese Phosphatschicht ist in Verbindung mit der Pulverlackierung ein äußerst wirksamer Korrosionsschutz.

[0034] Die Phosphatierung ist ein chemischer Prozess, bei dem im Tauchverfahren aus phosphorsauren Lösungen auf Metalloberflächen dünne, feinkristalline und wasserunlösliche Phosphate erzeugt werden. Die hell bis anthrazit gefärbten Metallphosphatschichten sind, da sie aus einer chemischen Reaktion mit dem Grundmetall entstehen, in der Metalloberfläche fest verankert.

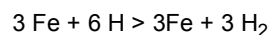
[0035] Diese Phosphatschicht ist in Verbindung mit der Pulverlackierung ein äußerst wirksamer Korrosionsschutz.

[0036] Das vorgestellte Verfahren ist wirtschaftlicher und umweltgerechter als herkömmliche Vorbehandlungsverfahren. Mit dem neuen Verfahren können Schichtdicken von 10 - 20 µm oder auch von 20 bis 30 µm gebildet werden. Die Haftzugfestigkeit liegt bei bis zu 16 MPa. Auch der Behandlungsprozess ist wesentlich vereinfacht. Während die Zink- und Manganphosphatierung 6 - 7 Prozessbäder benötigt, kommt das beschriebene Verfahren mit einem Bad aus. Allerdings müssen die Teile gut entfettet werden. Dafür wird abhängig von der Öl- oder Fettbelastung der Bauteile eine Sprühentfettung vorgeschaltet.

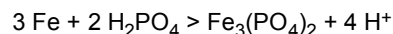
[0037] Im Gegensatz zur konventionellen Eisen- Zink- oder Manganphosphatierung läuft der chemische Prozess in einem Bad und einem Prozess ab. Außerdem werden keine Salz- oder Schwefelsäuren verwendet. Die eingesetzte Chemie wird mit ca. 90 % Wasser versetzt.

[0038] Chemisch betrachtet läuft der Prozess in zwei Stufen ab.

Beizreaktion:



Schichtaufbau:



[0039] Es werden mit der beschriebenen Chemie keine korrosiven Dämpfe erzeugt.

[0040] Außerdem wird zur Unterbindung der Säurereaktion nach der Behandlung kein Spülbecken mehr benötigt. Bei dem vorgeschlagenen Verfahren wird die mit Säure benetzte Oberfläche streng nach den vorgegebenen Parametern behandelt. Das hat den Vorteil, dass kein zusätzliches Spülbecken erforderlich ist und es wird keine aufwendige Entsorgung benötigt.

[0041] Diese dabei entstehenden Schichten sind besser ausgebildet als die gewöhnlichen Schichten. Die Schichtbildung erfolgt bei pH = 1,4 - 1,6 bei Temperaturen von über 55 ° C. Die Schichtdicke erreicht je nach Behandlungszeit und Chemie (Additive) eine Stärke von 10 - 20 µm. Bevorzugt ist eine Schichtdicke der Phosphatschicht von 15 bis 35 und besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 µm. Die Haftzugfestigkeit liegt zwischen 10 und 16 MPa. Die Dichtigkeit der Schicht ist besser als eine feuerverzinkte Schicht oder eine kathodische Tauchlackierung mit gleicher Dicke.

[0042] Für die Entsorgung werden die in den Anlagen enthaltenen Substanzen ordnungsgemäß durch Spülwässer aufbereitet, bevor sie z.B. in eine öffentliche Kläranlage geleitet werden. Die Behandlung beschränkt sich nur auf die Behandlung erschöpfter Phosphatierungen. Diese Lösungen werden bis auf eine Konzentration von 2 % verdünnt. Bezogen auf die gesamte Menge der eingeleiteten Abwässer.

[0043] Sofern Abwasser mit höherem Gehalt an erschöpften Phosphaten vorliegen, wird die zur Aufbereitung bestimmte Lösung auf pH = 6 mit Abfallsäure (verbrauchte Beize) angewässert.

[0044] Insgesamt sollen damit folgende Ziele erreicht werden: Nur ein Bad für große und kleine Teile, hohe Durchsatzraten, hohe Kosteneinsparungen, große Produktvielfalt, hoher Qualitätsstandard (Gesamte Schichtstärke bis zu 60 µm), Salznebelsprühtests 1440 h, umweltgerechte Chemie, keine Entsorgungskosten, lange Nutzungsdauer, geringer Platzbedarf und Möglichkeit der Vollautomatisierung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorbehandlung von Stahl und Eisen in einem Behandlungsbad, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch regelmäßige Titration sichergestellt wird, dass folgende Parameter eingehalten werden:

9,0 bis 12 % Säure und

10 bis 13,5 und g/l Eisen II.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Parameter eingehalten werden:

9,5 bis 11,5 % Säure und
10,5 bis 13,0 g/l Eisen II.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bad 8 bis 13 Volumenanteile einer Basischemie aus

80 bis 90 % und vorzugsweise etwa 85 % Ortho-Phosphorsäure
2 bis 7 % und vorzugsweise 5 % Calciumhydroxid (98 % in Lösung) und
8 bis 12 % und vorzugsweise 10 % Ammoniumnitrat (98 % in Lösung) und
92 bis 87 Volumenanteile an entsalztem Wasser aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Badinhalt 3 bis 4 Mal in der Stunde umgewälzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur im Bad zwischen 50 °C und 62 °C und vorzugsweise zwischen 52 °C und 60 °C gehalten wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtbildung bei pH = 1,4 - 1,6 bei Temperaturen von über 55 °C erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Unterbindung der Säurereaktion nach der Behandlung kein Spülbecken verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** keine Salz- oder Schwefelsäuren verwendet werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in nur einem Behandlungsbad durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Zusammensetzung des Bades zuerst als Basischemie 85 % Ortho-Phosphorsäure, 5 % Calciumhydroxid (98 % in Lösung) und 10 % Ammoniumnitrat (98 % in Lösung) gemischt wird und diese Basis-Chemie im Behandlungsbecken mit zwischen 8 und 13 Volumenanteilen Basischemie und 92 bis 87 % entmineralisiertes Wasser zum Einsatz kommt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trocknung mit einem Haftwassertrockner durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitabstand zwischen Behandlungsende im Behandlungsbad und Trocknung nicht länger als 5 - 10 Minuten ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur im Haftwassertrockner zwischen 150 und 210 °C liegt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit einem Filter Schwebstoffe aus dem Bad entfernt werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Phosphatschicht mit einer Dicke von 15 bis 35 und bevorzugt zwischen 20 und 30 µm erzeugt wird.

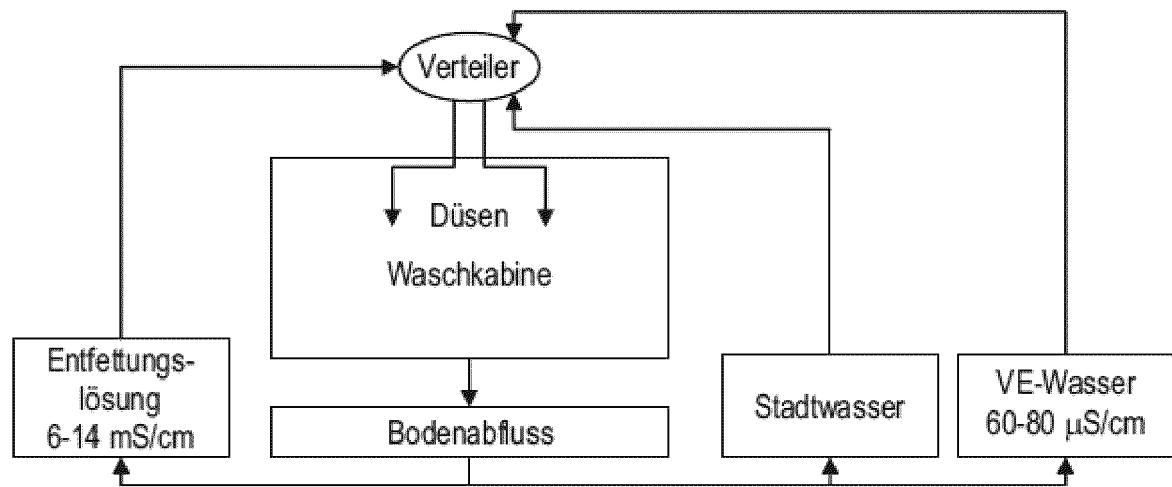


Fig. 1

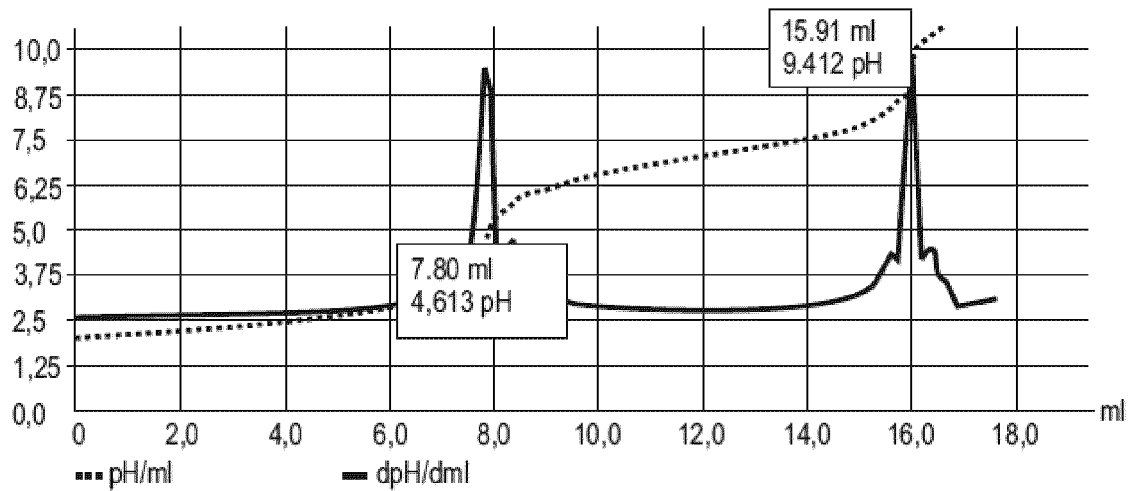


Fig. 2

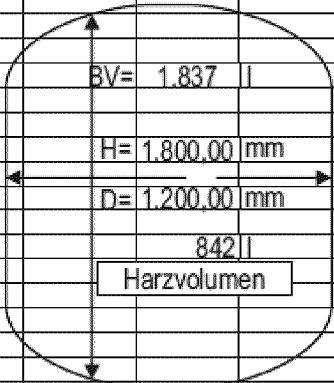
Auslegung Ionentauscher					
Kunde	MAWI				
Eckdaten Anlage					
Bezeichnung:	MAWI			Bemerkung	
Badvolumen:	20,70 [m³]				
max Beladung pro Stunde:	7,50 [m³/h]				
Betriebsdauer pro Tag:	8 [h]				
Eiseneintrag:	40 [g/m³h]				
Badbelastung pro Tag:	2,40 [kg]				
gewählte min. Kapazität:	25 [kg]				
Parameter Ionentauscherharz					
mittlere spez. Kapazität:	35 [g/l]				
Schüttdichte:	740 [g/l]				
mittlerer Korndurchmesser:	0,65 [mm]			+/- 0,05mm	
Freeboard:	100 %				
Min. Betthöhe:	800 [mm]			Erf. l Harz pro Reaktor	
min. Harzvolumen:	714 [l]			Gew. Anzahl Reaktoren	
min. Bettvolumen:	1429 [l]			1	714,29 l
min. Bettdurchmesser:	1508 [mm]				
Aussendurchmesser:	1200 [mm]				
Wanddicke:	30 [mm]				
gewählte Gesamthöhe:	1800 [mm]			Vergleich	
Vorraumhöhe:	75 [mm]				
Betthöhe:	1650 [mm]			Erf. Reaktoren l	
Harzvolumen:	842 [l]		0,8483	2	
Behältervolumen BV:	1837 [l]				
Kapazität Ionenaustauscher:	29,47 [kg]				
Beladung:	528,47 [kg]			Benötigte Menge Harz in [kg]	
Untere Beladungsgeschw.:	5 [BV]				
obere Beladungsgeschw.:	10 [BV]				
Auswaschen:	Behälter mittels Druckluft entleeren, von unten nach oben spülen >> 1-2BV Wasser				
Regenerierung					
HCL 7%	2 [BV]				
Wasser	4 [BV]				
					

Fig. 5

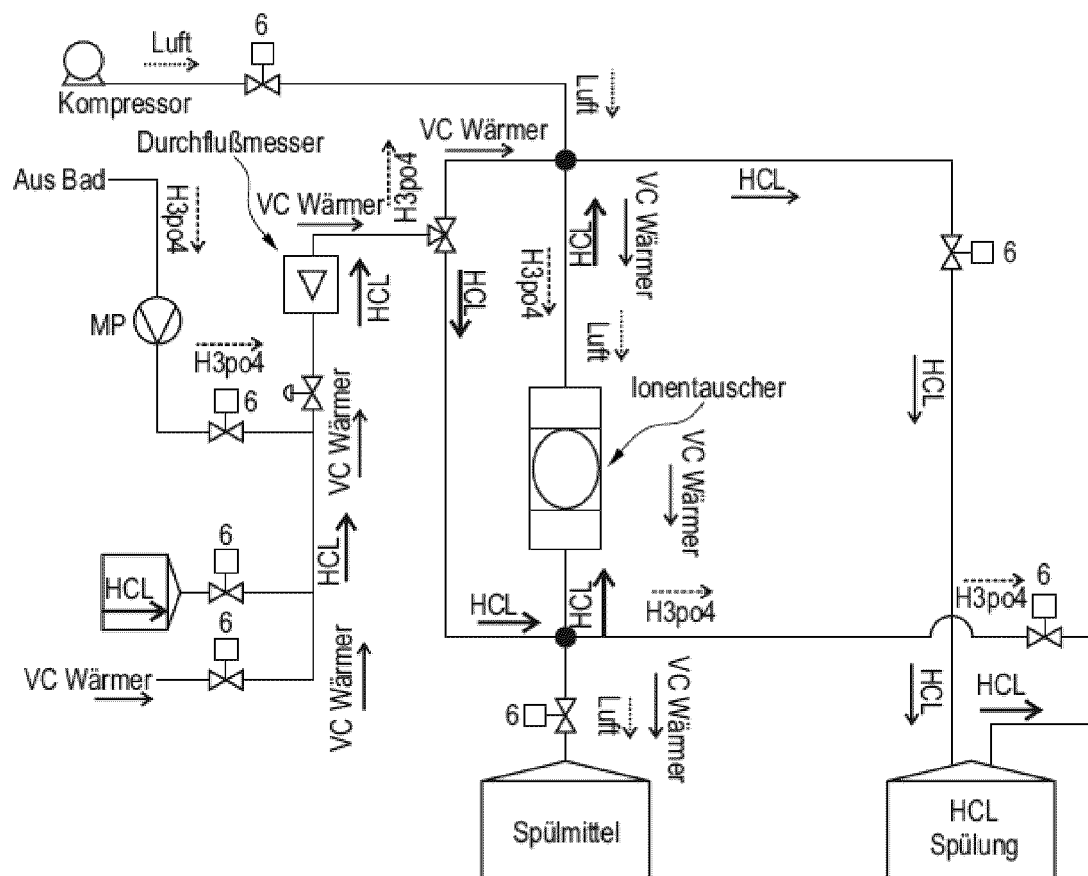


Fig. 6

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 2017176696 A2 [0029]