

(19)



(11)

EP 3 663 429 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

16.10.2024 Patentblatt 2024/42

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

C23C 2/02 ^(2006.01) **C23C 2/00** ^(2006.01)

C23C 2/06 ^(2006.01) **C23C 2/26** ^(2006.01)

C23C 2/30 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20151616.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

C23C 2/30; C23C 2/0038; C23C 2/024; C23C 2/06;

C23C 2/26

(22) Anmeldetag: **13.03.2017**

(54) ANLAGE FÜR DIE FEUERVERZINKUNG

HOT DIP GALVANIZING APPARATUS

DISPOSITIF DE GALVANISATION À CHAUD

(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:

MA MD

• **PINGER, Thomas**

45721 Haltern am See (DE)

(74) Vertreter: **Strehlke, Ingo Kurt**

Von Rohr

Patentanwälte Partnerschaft mbB

Rüttenscheider Straße 62

45130 Essen (DE)

(30) Priorität: **13.06.2016 DE 102016007107**

27.06.2016 DE 102016111725

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 725 115 EP-A2- 1 694 880

EP-B1- 1 694 880 WO-A1-95/04607

DE-A1- 2 317 600 DE-B2- 2 317 600

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

10.06.2020 Patentblatt 2020/24

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:

17710526.9 / 3 445 889

• **ROELING: "Stahlbau Arbeitshilfe", 28 April 2010 (2010-04-28), XP055677329, Retrieved from the Internet**

<URL: <http://bauforumstahl.de/upload/document/s/publikationen/arbeitshilfen/sta.01.4.pdf>>

[retrieved on 20200318]

(73) Patentinhaber: **Fontaine Holdings NV**

3530 Houthalen (BE)

(72) Erfinder:

• **BAUMGÜRTEL, Lars**

48301 Nottuln (DE)

EP 3 663 429 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Verzinkung von eisenbasierten bzw. eisenhaltigen Bauteilen, insbesondere stahlbasierten bzw. stahlhaltigen Bauteilen (Stahlbauteilen), vorzugsweise für die Automobil- bzw. Kraftfahrzeugindustrie, aber auch für andere technische Anwendungsgebiete (z. B. für die Bauindustrie, den Bereich des allgemeinen Maschinenbaus, die Elektroindustrie etc.), mittels Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung).

[0002] Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die erfindungsgemäße Verwendung einer Anlage zur Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung) nach Ansprüchen 1-14.

[0003] Metallische Bauteile jeglicher Art aus eisenhaltigem Material, insbesondere Bauteile aus Stahl, erfordern anwendungsbedingt oftmals einen effizienten Schutz vor Korrosion. Insbesondere Bauteile aus Stahl für Kraftfahrzeuge (Kfz), wie z. B. Pkw, Lkw, Nutzfahrzeuge etc., aber auch für andere technische Bereiche (z. B. Bauindustrie, Maschinenbau, Elektroindustrie etc.), erfordern einen effizienten Korrosionsschutz, welcher auch Langzeitbelastungen standhält.

[0004] In diesem Zusammenhang ist es bekannt, stahlbasierte Bauteile mittels Verzinkung (Verzinken) gegenüber Korrosion zu schützen. Beim Verzinken wird der Stahl mit einer im Allgemeinen dünnen Zinkschicht versehen, um den Stahl vor Korrosion zu schützen. Dabei können verschiedene Verzinkungsverfahren eingesetzt werden, um Bauteile aus Stahl zu verzinken, d. h. mit einem metallischen Überzug aus Zink zu überziehen, wobei insbesondere die Feuerverzinkung (synonym auch als Schmelztauchverzinkung bezeichnet), die Spritzverzinkung (Flammspritzen mit Zinkdraht), die Diffusionsverzinkung (Sherard-Verzinkung), die galvanische Verzinkung (elektrolytische Verzinkung), die nicht-elektrolytische Verzinkung mittels Zinklamellenüberzügen sowie die mechanische Verzinkung zu nennen sind. Zwischen den vorgenannten Verzinkungsverfahren bestehen große Unterschiede, insbesondere im Hinblick auf die Verfahrensdurchführung, aber auch im Hinblick auf die Beschaffenheit und Eigenschaften der erzeugten Zinkschichten bzw. Zinküberzüge.

[0005] Das wohl wichtigste Verfahren zum Korrosionsschutz von Stahl durch metallische Zinküberzüge ist die Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung). Dabei wird Stahl kontinuierlich (z. B. Band und Draht) oder stückweise (z. B. Bauteile) bei Temperaturen von etwa 450 °C bis 600 °C in einen beheizten Kessel mit flüssigem Zink getaucht (Schmelzpunkt von Zink: 419,5 °C), so dass sich auf der Stahloberfläche eine widerstandsfähige Legierungsschicht aus Eisen und Zink und darüber eine sehr fest haftende reine Zinkschicht ausbilden.

[0006] Die Feuerverzinkung ist somit eine seit vielen Jahren anerkannte und bewährte Methode, um Bauteile bzw. Komponenten aus Eisenwerkstoffen, insbesondere Stahlwerkstoffen, vor Korrosion zu schützen. Wie zuvor geschildert, wird hierbei das typischerweise vorgereinigte bzw. vorbehandelte Bauteil in ein flüssig-heißes Zinkbad eingetaucht, wobei es zur Reaktion mit der Zinkschmelze und, daraus resultierend, zur Ausbildung einer relativ dünnen, metallurgisch mit dem Grundwerkstoff verbundenen Zinkschicht kommt.

[0007] Bei der Feuerverzinkung wird zwischen diskontinuierlicher Stückverzinkung (vgl. z. B. DIN EN ISO 1461) und kontinuierlicher Band- und Drahtverzinkung (vgl. z. B. DIN EN 10143 und DIN EN 10346) unterschieden. Sowohl das Stückverzinken als auch das Band- und Drahtverzinken sind genormte bzw. standardisierte Verfahren. Kontinuierlich verzinktes Stahlband und kontinuierlich verzinkter Draht sind jeweils ein Vor- bzw. Zwischenprodukt (Halbzeug), welches nach dem Verzinken, insbesondere durch Umformen, Stanzen, Zuschneiden etc., weiterverarbeitet wird, wohingegen durch Stückverzinken zu schützende Bauteile zuerst vollständig gefertigt und erst danach feuerverzinkt werden (wodurch die Bauteile rundum vor Korrosion geschützt werden). Stückverzinken und Band-/Drahtverzinken unterscheiden sich zudem hinsichtlich der Zinkschichtdicke, wodurch sich - auch in Abhängigkeit der Zinkschicht - unterschiedliche Schutzdauern ergeben. Die Zinkschichtdicke von bandverzinkten Blechen liegt zumeist bei höchstens 20 bis 25 Mikrometern, wohingegen die Zinkschichtdicken von stückverzinkten Stahlteilen üblicherweise im Bereich von 50 bis 200 Mikrometern und sogar mehr liegen.

[0008] Die Feuerverzinkung liefert sowohl einen aktiven als auch passiven Korrosionsschutz. Der passive Schutz erfolgt durch die Barrierewirkung des Zinküberzuges. Der aktive Korrosionsschutz entsteht aufgrund der kathodischen Wirkung des Zinküberzuges. Gegenüber edleren Metallen der elektrochemischen Spannungsreihe, wie z. B. Eisen, dient Zink als Opferanode, die das darunter liegende Eisen solange vor Korrosion schützt, bis sie selbst vollständig korrodiert ist.

[0009] Bei der sogenannten Stückverzinkung nach DIN EN ISO 1461 erfolgt das Feuerverzinken von meist größeren Stahlbauteilen und -konstruktionen. Dabei werden stahlbasierte Rohlinge oder fertige Werkstücke (Bauteile) nach einer Vorbehandlung in das Zinkschmelzbad eingetaucht. Durch das Tauchen können insbesondere auch Innenflächen, Schweißnähte und schwer zugängliche Stellen der zu verzinkenden Werkstücke bzw. Bauteile gut erreicht werden.

[0010] Die konventionelle Feuerverzinkung, insbesondere Tauchverzinkung, basiert insbesondere auf dem Tauchen von Eisen- bzw. Stahlbauteilen in eine Zinkschmelze unter Ausbildung einer Zinkbeschichtung bzw. eines Zinküberzuges auf der Oberfläche der Bauteile. Zur Sicherstellung des Haftvermögens, der Geschlossenheit und der Einheitlichkeit des Zinküberzuges ist vorab im Allgemeinen eine sorgfältige Oberflächenvorbereitung der zu verzinkenden Bauteile erforderlich, welche üblicherweise eine Entfettung mit nachfolgendem Spülvorgang, eine sich anschließende saure Beizung mit nachfolgendem Spülvorgang und schließlich eine Flussmittelbehandlung (d. h. ein sogenanntes Fluxen)

mit nachfolgendem Trocknungsvorgang umfasst.

[0011] Aus Gründen der Prozessökonomie und der Wirtschaftlichkeit werden bei der Stückverzinkung identischer oder gleichartiger Bauteile (z. B. Serienproduktion von Kfz-Bauteilen) diese typischerweise für den gesamten Prozess zusammengeführt bzw. gruppiert (insbesondere mittels eines gemeinsamen, beispielsweise als Traverse oder Gestell ausgebildeten Warenträgers oder einer gemeinsamen Halte- bzw. Befestigungsvorrichtung für eine Vielzahl dieser identischen bzw. gleichartigen Bauteile). Hierzu werden eine Mehrzahl von Bauteilen am Warenträger über Haltemittel, wie z. B. Anschlagmittel, Anbindedrähte oder dergleichen befestigt. Anschließend werden die Bauteile im gruppierten Zustand über den Warenträger den einzelnen Behandlungsschritten bzw. -stufen der Feuerverzinkung zugeführt.

[0012] Der typische Verfahrensablauf beim konventionellen Stückverzinken mittels Feuerverzinkung gestaltet sich üblicherweise wie folgt:

[0013] Zunächst werden die Bauteiloberflächen der betreffenden Bauteile einer Entfettung unterzogen, um Rückstände von Fetten und Ölen zu entfernen, wobei als Entfettungsmittel üblicherweise wässrige alkalische oder saure Entfettungsmittel zur Anwendung kommen können. Nach der Reinigung im Entfettungsbad schließt sich üblicherweise ein Spülvorgang an, typischerweise durch Eintauchen in ein Wasserbad, um ein Verschleppen von Entfettungsmitteln mit dem Verzinkungsgut in den nachfolgenden Prozessschritt des Beizens zu vermeiden, wobei dies insbesondere bei einem Wechsel von alkalischer Entfettung auf eine saure Beize von hoher Bedeutung ist.

[0014] Anschließend erfolgt eine Beizbehandlung (Beizen), welche insbesondere zur Entfernung von arteigenen Verunreinigungen, wie z. B. Rost und Zunder, von der Stahloberfläche dient. Das Beizen erfolgt üblicherweise in verdünnter Salzsäure, wobei die Dauer des Beizvorgangs unter anderem vom Verunreinigungsgrad (z. B. Verrostungsgrad) des Verzinkungsgutes und der Säurekonzentration und Temperatur des Beizbades abhängig ist. Zur Vermeidung bzw. Minimierung von Verschleppungen von Säure- und/oder Salzresten mit dem Verzinkungsgut erfolgt nach der Beizbehandlung üblicherweise ein Spülvorgang (Spülschritt).

[0015] Nachfolgend erfolgt dann das sogenannte Fluxen (synonym auch als Flussmittelbehandlung bezeichnet), wobei die zuvor entfettete und gebeizte Stahloberfläche mit einem sogenannten Flussmittel, welches typischerweise eine wässrige Lösung von anorganischen Chloriden, am häufigsten mit einer Mischung aus Zinkchlorid ($ZnCl_2$) und Ammoniumchlorid (NH_4Cl), umfasst. Einerseits ist es Aufgabe des Flussmittels, vor der Reaktion der Stahloberfläche mit dem schmelzflüssigen Zink eine letzte intensive Feinstreinigung der Stahloberfläche vorzunehmen und die Oxidhaut der Zinkoberfläche aufzulösen sowie eine erneute Oxidation der Stahloberfläche bis zum Verzinkungsvorgang zu verhindern. Andererseits soll das Flussmittel die Benetzungsfähigkeit zwischen der Stahloberfläche und dem schmelzflüssigen Zink erhöhen. Nach der Flussmittelbehandlung erfolgt dann üblicherweise eine Trocknung, um einen festen Flussmittelfilm auf der Stahloberfläche zu erzeugen und anhaftendes Wasser zu entfernen, so dass nachfolgend unerwünschte Reaktionen (insbesondere die Bildung von Wasserdampf) im flüssigen Zinktauchbad vermieden werden.

[0016] Die auf die vorgenannte Weise vorbehandelten Bauteile werden dann durch Eintauchen in die flüssige Zinkschmelze feuerverzinkt. Bei der Feuerverzinkung mit reinem Zink liegt der Zinkgehalt der Schmelze gemäß DIN EN ISO 1461 bei mindestens 98,0 Gew.-%. Nach dem Eintauchen des Verzinkungsgutes in das geschmolzene Zink verbleibt dieses für eine ausreichende Zeitdauer im Zinkschmelzbad, insbesondere bis das Verzinkungsgut dessen Temperatur angenommen hat und mit einer Zinkschicht überzogen ist. Typischerweise wird die Oberfläche der Zinkschmelze insbesondere von Oxiden, Zinkasche, Flussmittelresten und dergleichen gereinigt, bevor dann das Verzinkungsgut wieder aus der Zinkschmelze herausgezogen wird. Das auf diese Weise feuerverzinkte Bauteil wird dann einem Abkühlvorgang (z. B. an der Luft oder in einem Wasserbad) unterzogen. Abschließend werden gegebenenfalls vorhandene Haltemittel für das Bauteil, wie z. B. Anschlagmittel, Anbindedrähte oder dergleichen, entfernt.

[0017] Im Anschluss an den Verzinkungsprozess kann üblicherweise eine zum Teil aufwendige Nachbearbeitung oder Nachbehandlung erfolgen. Dabei werden z. B. überschüssige Zinkbadrückstände, insbesondere sogenannte Tropfnasen des an den Kanten erstarrenden Zinks sowie Oxid- oder Ascherückstände, welche an dem Bauteil anhaften, so weit wie möglich entfernt.

[0018] Ein Kriterium für die Güte einer Feuerverzinkung ist die Dicke des Zinküberzuges in μm (Mikrometern). In der Norm DIN EN ISO 1461 sind die Mindestwerte der geforderten Überzugsdicken angegeben, wie sie je nach Materialdicke beim Stückverzinken zu liefern sind. In der Praxis liegen die Schichtdicken deutlich über den in der DIN EN ISO 1461 angegebenen Mindestschichtdicken. Im Allgemeinen haben durch Stückverzinken hergestellte Zinküberzüge eine Dicke im Bereich von 50 bis 200 Mikrometern und sogar mehr.

[0019] Beim Verzinkungsvorgang bildet sich als Folge einer wechselseitigen Diffusion des flüssigen Zinks mit der Stahloberfläche auf dem Stahlteil ein Überzug verschiedenartig zusammengesetzter Eisen/Zink-Legierungsschichten. Beim Herausziehen der feuerverzinkten Gegenstände bleibt auf der obersten Legierungsschicht noch eine - auch als Reinzinkschicht bezeichnete - Schicht aus Zink haften, welche in ihrer Zusammensetzung der Zinkschmelze entspricht. Wegen der hohen Temperaturen beim Schmelztauchen bildet sich auf der Stahloberfläche somit zunächst eine relativ spröde Schicht auf Basis einer Legierung (Mischkristalle) zwischen Eisen und Zink aus und darüber erst die reine Zinkschicht. Die relativ spröde Eisen/Zink-Legierungsschicht verbessert zwar die Haftfestigkeit mit dem Grundmaterial, erschwert aber die Umformbarkeit des verzinkten Stahls. Höhere Siliziumgehalte im Stahl, wie sie insbesondere zur

sogenannten Beruhigung des Stahls während dessen Herstellung eingesetzt werden, führen zu einer erhöhten Reaktivität zwischen der Zinkschmelze und dem Grundmaterial und infolgedessen zu einem starken Wachstum der Eisen/Zink-Legierungsschicht. Auf diese Weise kommt es zur Bildung von relativ großen Gesamtschichtdicken. Hierdurch wird zwar eine sehr lange Korrosionsschutzdauer ermöglicht, es erhöht sich jedoch auch mit zunehmender Zinkschichtdicke die Gefahr, dass die Schicht unter mechanischer Belastung, insbesondere lokalen schlagartigen Einwirkungen, abplatzt und die Korrosionsschutzwirkung hierdurch gestört wird.

[0020] Um dem zuvor geschilderten Problem des Auftretens der schnell aufwachsenden, spröden und dicken Eisen/Zink-Legierungsschicht entgegenzuwirken und auch geringere Schichtdicken mit gleichzeitig hohem Korrosionsschutz bei der Verzinkung zu ermöglichen, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, der Zinkschmelze bzw. dem flüssigen Zinkbad zusätzlich Aluminium zuzusetzen. Beispielsweise wird durch eine Zugabe von 5 Gew.-% Aluminium zu einer flüssigen Zinkschmelze eine Zink/Aluminium-Legierung mit einer niedrigeren Schmelztemperatur gegenüber reinem Zink erzeugt. Durch die Verwendung einer Zink/Aluminium-Schmelze (Zn/Al-Schmelze) bzw. eines flüssigen Zink/Aluminium-Bades (Zn/Al-Bad) lassen sich einerseits deutlich geringere Schichtdicken für einen verlässlichen Korrosionsschutz realisieren (im Allgemeinen unterhalb von 50 Mikrometern); andererseits unterbleibt die Ausbildung der spröden Eisen/Zinn-Legierungsschicht, da das Aluminium - ohne sich auf eine bestimmte Theorie festzulegen - sozusagen zunächst eine Sperrschicht auf der Stahloberfläche des betreffenden Bauteils ausbildet, auf welche dann die eigentliche Zinkschicht abgeschieden wird.

[0021] Mit einer Zink/Aluminium-Schmelze feuerverzinkte Bauteile lassen sich daher problemlos umformen, weisen aber dennoch - trotz der signifikant geringeren Schichtdicke im Vergleich zu einer konventionellen Feuerverzinkung mit einer quasi aluminiumfreien Zinkschmelze - verbesserte Korrosionsschutzeigenschaften auf.

[0022] Eine im Feuerverzinkungsbad eingesetzte Zink/Aluminium-Legierung weist gegenüber Reinzink verbesserte Fluiditätseigenschaften auf. Außerdem weisen Zinküberzüge, welche mittels unter Verwendung derartiger Zink/Aluminium-Legierungen durchgeführter Feuerverzinkungen erzeugt sind, eine größere Korrosionsbeständigkeit (welche zwei- bis sechsmal besser ist als die von Reinzink), eine bessere Optik, eine verbesserte Formbarkeit und eine bessere Lackierbarkeit auf als aus Reinzink gebildete Zinküberzüge. Überdies lassen sich mit dieser Technologie auch bleifreie Zinküberzüge herstellen.

[0023] Ein solches Feuerverzinkungsverfahren unter Verwendung einer Zink/Aluminium-Schmelze bzw. unter Verwendung einer Zink/Aluminium-Feuerverzinkungsbades ist beispielsweise bekannt aus der WO 2002/042512 A1 und den betreffenden Druckschriftäquivalenten zu dieser Patentfamilie (z. B. EP 1 352 100 B1, DE 601 24 767 T2 und US 2003/0219543 A1). Dort werden auch geeignete Flussmittel für die Feuerverzinkung mittels Zink/Aluminium-Schmelzbädern offenbart, da Flussmittelzusammensetzungen für Zink/Aluminium-Feuerverzinkungsbäder anders beschaffen sein müssen als solche für die konventionelle Feuerverzinkung mit Reinzink. Mit dem dort offenbarten Verfahren lassen sich Korrosionsschutzüberzüge mit sehr geringen Schichtdicken (im Allgemeinen deutlich unterhalb von 50 Mikrometern und typischerweise im Bereich von 2 bis 20 Mikrometern) und mit sehr geringem Gewicht bei hoher Kosteneffizienz erzeugen, weshalb das dort beschriebene Verfahren kommerziell unter der Bezeichnung microZINQ[®]-Verfahren angewendet wird.

[0024] Allerdings verwenden Feuerverzinkungsverfahren des Standes der Technik, welche unter Verwendung einer Zink/Aluminium-Schmelze bzw. unter Verwendung eines Zink/Aluminium-Feuerverzinkungsbades arbeiten (wie z. B. WO 2002/042512 A1) Flussmittel mit signifikanten Mengen an Bleichlorid, um eine gute Benetzbarkeit in Bezug auf die Flussmittelbehandlung zu ermöglichen, sowie an Nickelchlorid, um eine gute Temperaturbeständigkeit des Flussmittels zu bewirken, sowie gegebenenfalls auch an anderen Übergangs- oder Schwermetallchloriden zur Erzielung weiterer gewünschter Eigenschaften. Auch erfolgt die Einstellung des pH-Werts des Flussmittelbades im Allgemeinen bei den Feuerverzinkungsverfahren des Standes der Technik mit Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure), was unter Umständen eine unerwünschte Wasserstoffversprödung des zu behandelnden Metallsubstrats begünstigen kann.

[0025] Im Hinblick auf die Ausbildung der Zinkschicht und deren Eigenschaften hat sich also gezeigt, dass diese über Legierungselemente in der Zinkschmelze maßgeblich beeinflusst werden können. Als eines der wichtigsten Elemente ist hierbei Aluminium zu nennen: So hat sich gezeigt, dass bereits mit einem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze von 100 ppm (gewichtsbasiert) die Optik der entstehenden Zinkschicht hin zu einem helleren, glänzenderen Aussehen verbessert werden kann. Mit zunehmendem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze bis 1.000 ppm (gewichtsbasiert) nimmt dieser Effekt stetig zu. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass sich - wie zuvor bereits geschildert - ab einem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze von 0,12 Gew.-% eine intermetallische Fe/Al-Phase zwischen dem Eisenwerkstoff und der Zinkschicht bildet, welche dazu führt, dass die sonst üblichen Diffusionsprozesse zwischen Eisen und Zinkschmelze inhibiert werden und somit das Aufwachsen der Zn/Fe-Phasen signifikant verringert wird; als Folge hiervon resultieren deshalb ab diesem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze wesentlich dünnere Zinkschichten. Schließlich hat sich gezeigt, dass grundsätzlich mit zunehmendem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze die Korrosionsschutzwirkung der resultierenden Zinkschicht zunimmt; Grundlage hierfür ist, dass die Al/Zn-Verbindungen schneller deutlich stabilere Deckschichten bilden.

[0026] Bekannte Beispiele für die kommerzielle Verwendung von aluminiumhaltigen Zinkschmelzen sind das so-

nannte Galfan[®]-Verfahren und das vorgenannte microZINQ[®]-Verfahren mit einem Aluminiumgehalt in der Zinkschmelze typischerweise im Bereich von 4,2 Gew.-% bis 6,2 Gew.-%. Der Vorteil dieser Legierung liegt unter anderem darin, dass um den Mittelwert von 5 Gew.-% eine eutektische Zusammensetzung des Al/Zn-Systems mit einem Schmelzpunkt von 382 °C vorliegt, wodurch eine Verringerung der Betriebstemperatur im Verzinkungsprozess ermöglicht wird.

5 **[0027]** Nachteilig bei der Verwendung von aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen (Zn/Al-Schmelzen) ist jedoch die deutlich schwierigere Benetzbarkeit der zu verzinkenden Eisen- bzw. Stahloberfläche mit der flüssigheißen Zn/Al-Schmelze und die deutlich sensiblere bzw. diffiziler zu handhabende Reaktion zwischen der Zn/Al-Schmelze und der Eisen- bzw. Stahloberfläche des zu behandelnden Bauteils infolge der hohen Affinität des Aluminiums zum Eisen. Dies führt zu der Notwendigkeit, dass - im Vergleich zu einem Prozessablauf bei Verwendung einer reinen Zinkschmelze - erheblich höhere Anforderungen an die Sauberkeit der Stahloberfläche nach den Reinigungsschritten und vor dem Eintauchen in die Zn/Al-Schmelze gestellt werden. Zudem sind die Verwendung eines geeigneten Flussmittels sowie eine Vorwärmung des Verzinkungsgutes erforderlich, damit die Reaktion zwischen Schmelze und Grundwerkstoff und, damit einhergehend, die Ausbildung eines homogenen, geschlossenen Zinküberzuges ablaufen kann.

10 **[0028]** Auch sind im allgemeinen bei der Verwendung von aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen (Zn/Al-Schmelzen) spezielle Flussmittel für die Flussmittelbehandlung (Fluxbehandlung) erforderlich, welche oftmals nicht immer ökologisch kompatible bzw. unerwünschte Schwermetallverbindungen (üblicherweise Schwermetallchloride) enthalten, insbesondere Blei- und/oder Nickelchlorid, gegebenenfalls aber auch Cobalt-, Mangan-, Zinn-, Antimon- und/oder Bismutchlorid, welche erforderlich sind, um nachfolgend eine einwandfreie Feuerverzinkung zu gewährleisten, insbesondere ohne Fehlstellen auf den verzinkten Bauteilen. Bei diesen speziell für die Feuerverzinkung mit aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen (Zn/Al-Schmelzen) konzipierten Flussmitteln soll das Bleichlorid insbesondere die Oberflächenspannung reduzieren und auf diese Weise die Benetzbarkeit der zu behandelnden Bauteiloberfläche mit der flüssigen Zn/Al-Schmelze verbessern, während das Nickelchlorid die Temperaturbeständigkeit des Flussmittels insbesondere im Hinblick auf die der Flussmittelbehandlung üblicherweise nachgeschalteten Trocknung verbessern soll.

25 **[0029]** Dennoch verbleibt bei der Verwendung von aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen (Zn/Al-Schmelzen) nach dem Stand der Technik, insbesondere bei Einsatz der aus dem Stand der Technik bekannten Flussmittel, eine hohe Sensibilität gegenüber artfremden Verunreinigungen, wie z. B. Fetten und Ölen, welche in den vorgeschalteten Reinigungsstufen entweder nicht gelöst werden oder aus einer Verschleppung durch die Reinigungsstufen hindurch trotz Spülprozessen herrühren. Denn in den dem eigentlichen Verzinkungsvorgang vorlaufenden Vorbehandlungsschritten ist die vollständige Entfernung aller artfremden und arteigenen Verunreinigungen (wie z. B. Fetten und Ölen, Keimen, Oxidationsrückständen etc.) von der Stahloberfläche erforderlich, wobei hierfür üblicherweise mehrere alkalische Entfettungsbäder sowie saure Beizbäder durchlaufen werden, wobei in den den jeweiligen Entfettungs- und Reinigungsbädern nachgeschalteten, üblicherweise mehrfachen Spülstufen die alkalischen bzw. sauren Medien abgespült werden, um eine Verschleppung in den jeweils folgenden Prozessschritt zu vermeiden. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass es unter den Gegebenheiten des Verzinkungsprozesses, insbesondere mit großen Volumina der Vorbehandlungsbäder, hohen Durchsätzen verschiedenster zu verzinkender Bauteile mit teils sehr hoher Varianz an vorliegenden Oberflächenzuständen im Anlieferungszustand etc., gerade bei der Verwendung von aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen (Zn/Al-Schmelzen) nach dem Stand der Technik immer wieder zu Fehlstellen auf dem Verzinkungsgut kommt, welche typischerweise auf eine unzureichende Reinigung gegebenenfalls in Verbindung mit einer nur unzureichend wirksamen Flussmittelbehandlung zurückzuführen sind.

30 **[0030]** Der Internet-Auszug gemäß Roeling: "Stahlbau Arbeitshilfe", 28. April 2010 (2010-04-28), XP055677329, (<http://bauforumstahl.de/upload/documents/publikationen/arbeitshilfen/sta.01.4.pdf>) betrifft allgemeine Ausführungen und Grundsätze zur Feuerverzinkung in einer flüssigen Zinkschmelze.

35 **[0031]** Darüber hinaus betrifft die EP 2 725 115 A1 eine Flussmittelzusammensetzung zur Behandlung einer metallischen Oberfläche, wobei die Flussmittelzusammensetzung mehr als 40 und weniger als 70 Gew.-% Zinkchlorid, 10 bis 30 Gew.-% Ammoniumchlorid, mehr als 6 und weniger als 30 Gew.-% einer Kombination von wenigstens zwei Alkalimetallchloriden, inklusive Natriumchlorid und Kaliumchlorid, 0 bis 2 Gew.-% Bleichlorid und 0 bis 15 Gew.-% Zinnchlorid aufweist.

40 **[0032]** Weiterhin betrifft die WO 95/04607 A1 ein Feuerverzinkungsverfahren zur Behandlung von Stahlbauteilen, wobei auf die Stahlbauteile ein wässriges Flussmittel aufgetragen wird, die Bauteile anschließend vorgeheizt und einer nichtreduzierenden Atmosphäre zur Trocknung des Flussmittels ausgesetzt werden. Dem vorbehandelten Bauteil wird eine zusätzliche Energie in Form von Hitze bzw. Wärme zugeführt, welche über die Energie des Trocknens des Flussmittels hinausgeht, wobei das Bauteil anschließend einem schmelzflüssigen Zinkbad zum Feuerverzinken zugeführt wird.

45 **[0033]** Die DE 23 17 600 A1 betrifft eine wässrige Flussmittellösung für die Feuerverzinkung, welche Zinkchlorid und gegebenenfalls Alkalichloride enthält. Zusätzlich weist die Flussmittellösung Aluminiumchlorid und/oder Chlorwasserstoff und gegebenenfalls maximal 4 Gew.-% Ammoniumchlorid, bezogen auf das in der Lösung enthaltene Zinkchlorid und die gegebenenfalls enthaltenen Alkalichloride, und ferner an sich bekannte Korrosionsinhibitoren auf.

50 **[0034]** Weiterhin betrifft die EP 1 694 880 A2 eine wässrige Flussmittellösung zur Feuerverzinkung von Stahlbauteilen,

wobei die Flussmittellösung 200 bis 600 g/l Zinkchlorid und Ammoniumchlorid aufweist, wobei das molare Verhältnis zwischen Ammoniumchlorid zu Zinkchlorid 1,7 bis 3,3 beträgt und wobei die Flussmittellösung 8 g/l bis 80 g/l Aluminiumchlorid (AlCl₃) aufweist.

[0035] Das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problem besteht daher in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung), insbesondere von eisenbasierten bzw. eisenhaltigen Bauteilen, vorzugsweise stahlbasierten bzw. stahlhaltigen Bauteilen (Stahlbauteilen), unter Verwendung einer aluminiumhaltigen bzw. aluminiumlegierten Zinkschmelze sowie einer betreffenden Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens und darüber hinaus eines im Rahmen des Verfahrens einsetzbaren Flussmittels bzw. Flussmittelbades, wobei die zuvor geschilderten Nachteile des Standes der Technik zumindest weitestgehend vermieden oder aber wenigstens abgeschwächt werden sollen.

[0036] Insbesondere soll ein solches Verfahren bereitgestellt werden, welche gegenüber herkömmlichen, unter Verwendung einer aluminiumhaltigen bzw. aluminiumlegierten Zinkschmelzen betriebenen Feuerverzinkungsverfahren eine verbesserte Prozessökonomie und/oder einen effizienteren, insbesondere flexibleren und/oder zuverlässigeren, insbesondere weniger fehleranfälligen Prozessablauf und/oder eine verbesserte ökologische Kompatibilität ermöglicht.

[0037] Insbesondere soll ein solches Verfahren ohne den Einsatz signifikanter Mengen an Schwermetallverbindungen, insbesondere Schwermetallchloriden, wie insbesondere Blei- und/oder Nickelchlorid, aber gegebenenfalls auch anderen Schwermetallchloriden, wie Cobalt-, Mangan-, Zinn-, Antimon- und/oder Bismutchlorid, im Rahmen der Flussmittelbehandlung auskommen und damit eine verbesserte ökologische Kompatibilität aufweisen, aber dennoch zuverlässig gewährleisten, dass eine effiziente und fehlerfreie Verzinkung der behandelten Bauteile erfolgt.

[0038] Zur Lösung des zuvor geschilderten Problems schlägt die vorliegende Erfindung die erfindungsgemäße Verwendung einer Anlage zur Feuerverzinkung von Eisen- oder Stahlbauteilen gemäß Anspruch 1 vor; weitere, insbesondere besondere und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verwendung sind Gegenstand der diesbezüglichen Verwendungsunteransprüche (Ansprüche 2 bis 14).

[0039] Es versteht sich bei den nachfolgenden Ausführungen von selbst, dass Ausgestaltungen, Ausführungsformen, Vorteile und dergleichen, welche nachfolgend zu Zwecken der Vermeidung von Wiederholungen nur zu einem Aspekt ausgeführt sind, selbstverständlich auch in Bezug auf die übrigen Aspekte entsprechend gelten, ohne dass dies einer gesonderten Erwähnung bedarf.

[0040] Bei allen nachstehend genannten relativen bzw. prozentualen gewichtsbezogenen Angaben, insbesondere relativen Mengen- oder Gewichtsangaben, ist weiterhin zu beachten, dass diese im Rahmen der vorliegenden Erfindung vom Fachmann derart auszuwählen sind, dass sie sich in der Summe unter Einbeziehung aller Komponenten bzw. Inhaltsstoffe, insbesondere wie nachfolgend definiert, stets zu 100 % bzw. 100 Gew.-% ergänzen bzw. addieren; dies versteht sich aber für den Fachmann von selbst.

[0041] Im Übrigen gilt, dass der Fachmann - anwendungsbezogen oder einzelfallbedingt - von den nachfolgend angeführten Bereichsangaben erforderlichenfalls abweichen kann, ohne dass er den Rahmen der vorliegenden Erfindung verlässt.

[0042] Zudem gilt, dass alle im Folgenden genannten Werte- bzw. Parameterangaben oder dergleichen grundsätzlich mit genormten bzw. standardisierten oder explizit angegebenen Bestimmungsverfahren oder andernfalls mit dem Fachmann auf diesem Gebiet an sich geläufigen Bestimmungs- bzw. Messmethoden ermittelt bzw. bestimmt werden können.

[0043] Dies vorausgeschickt, wird die vorliegende Erfindung nunmehr nachfolgend im Detail erläutert.

[0044] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit die erfindungsgemäße Verwendung einer Anlage zur Feuerverzinkung von Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Anlage die folgenden Behandlungsvorrichtungen in der nachfolgend aufgeführten Abfolge umfasst:

(A) mindestens eine Entfettungsvorrichtung zur Entfettungsbehandlung von Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (A)

(B) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (B)

(C) mindestens eine Beizvorrichtung zur Beizbehandlung von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (B) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (C)

(D) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (D)

(E) mindestens eine Flussmittelbehandlungsvorrichtung zur Flussmittelbehandlung von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (D) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Flussmit-

telbehandlungsvorrichtung mindestens ein Flussmittelbad mit einer Flussmittelzusammensetzung enthält,

wobei das Flussmittelbad eine ein Alkohol/Wasser-Gemisch enthaltende flüssige Phase umfasst, wobei die flüssige Phase des Flussmittelbades die Flussmittelzusammensetzung enthält, wobei der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser mischbarer und/oder ein in Wasser löslicher Alkohol ist und ausgewählt ist aus der Gruppe von linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten, aliphatischen, cycloaliphatischen oder aromatischen, primären, sekundären oder tertiären einwertigen C₁-C₄-Alkoholen und deren Mischungen, und

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

- (i) Zinkchlorid (ZnCl₂) in Mengen im Bereich von 50 bis 95 Gew.-%,
- (ii) Ammoniumchlorid (NH₄Cl) in Mengen im Bereich von 5 bis 45 Gew.-%,
- (iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,1 bis 25 Gew.-% und
- (iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz in Mengen im Bereich von 5 • 10⁻⁵ bis 2 Gew.-%

enthält, wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren, und

wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid (PbCl₂) und Nickelchlorid (NiCl₂) ausgebildet ist; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (E)

(F) mindestens eine Trocknungsvorrichtung (F) zur Trocknung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen Eisen- oder Stahlbauteilen,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mittels einer Steuerungseinrichtung derart gesteuert wird, dass die Trocknungsbehandlung derart durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Eisen- oder Stahlbauteils bei der Trocknung eine Temperatur im Bereich von 100 bis 300 °C aufweist,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens einen Einlass zum Einführen und/oder Einlassen von Luft aufweist und

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens eine Trocknungseinrichtung umfasst; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (F)

(G) mindestens eine Feuerverzinkungsvorrichtung zur Feuerverzinkung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen und gegebenenfalls in der Trocknungsvorrichtung (F) getrockneten Eisen- oder Stahlbauteilen,

wobei die Feuerverzinkungsvorrichtung mindestens ein eine aluminiumhaltige Zinkschmelze enthaltendes Verzinkungsbad, ausgebildet zum Tauchen von Eisen- oder Stahlbauteilen, umfasst.

[0045] Wie nachfolgend ausgeführt, ist die vorliegende Erfindung mit einer Vielzahl von vollkommen unerwarteten Vorteilen, Besonderheiten und überraschenden technischen Effekten verbunden, deren nachfolgende Schilderung keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, aber den erfinderischen Charakter der vorliegenden Erfindung veranschaulicht:

Überraschenderweise gelingt es im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Flussmittel, d. h. ein Flussmittelbad bzw. eine Flussmittelzusammensetzung, zum Einsatz zu bringen, welches selbst bei der schwierig durchzuführenden Feuerverzinkung unter Verwendung von aluminiumhaltigen bzw. aluminiumlegierten Zinkschmelzen ohne die Anwesenheit von Bleichlorid (PbCl₂) und Nickelchlorid (NiCl₂) auskommt und bevorzugt auch auf anderweitige Übergangsmetallchloride in dem Flussmittel, insbesondere in dem Flussmittelbad oder der Flussmittelzusammensetzung, verzichtet, wie insbesondere Cobaltchlorid (CoCl₂), Manganchlorid (MnCl₂), Zinnchlorid (SnCl₂), Bismutchlorid (BiCl₃) und Antimonchlorid (SbCl₃), und zwar, ohne dass die Qualität der resultierenden Feuerverzinkungsschicht beeinträchtigt wird.

[0046] Ganz im Gegenteil resultieren im Rahmen der vorliegenden Erfindung von Fehlstellen vollkommen freie Feuerverzinkungsschichten, welche zudem über verbesserte Korrosionsschutzeigenschaften und im Allgemeinen auch über exzellente, wenn nicht sogar verbesserte mechanische und anderweitige Eigenschaften (z. B. optische Eigenschaften, wie Glanz) verfügen.

[0047] Wie nachfolgend ausgeführt, ist eine Besonderheit der vorliegenden Erfindung in diesem Zusammenhang darin zu sehen, dass das erfindungsgemäß verwendete Flussmittel, insbesondere die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung bzw. das erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelbad, mindestens ein Aluminiumsalz

und/oder mindestens ein Silbersalz, insbesondere Aluminiumchlorid (AlCl_3) und/oder Silberchlorid (AgCl), vorzugsweise Aluminiumchlorid (AlCl_3), enthält, bevorzugt in sehr geringen Mengen, was dazu führt, dass organische und/oder anorganische Verunreinigungen (wie z. B. Schwebstoffe), welche beispielsweise aus den vorgelagerten Behandlungsschritten trotz Spülprozessen noch vorhanden sind und im Allgemeinen zur Ausbildung von Fehlstellen bei der Feuerverzinkung führen, ausgeschleust bzw. ausgefällt werden können, so dass auf zusätzliche Übergangsmetallchloride zur Verbesserung des Benetzungsverhaltens oder anderer Eigenschaften im Rahmen des erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittels, insbesondere Flussmittelbades oder Flussmittelzusammensetzung, gänzlich verzichtet werden kann.

[0048] In Kombination mit einer flüssigen Phase des Flussmittelbades auf Basis eines Wasser/Alkohol-Gemischs kann die Effizienz des erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahrens weiterführend verbessert werden: Wie nachfolgend noch im Detail ausgeführt, können die durch den Alkohol-Anteil im Flussmittelbad zum Trocknen des Flussmittelfilms erforderlichen Zeiten signifikant verkürzt und/oder die Trocknungstemperaturen signifikant abgesenkt werden. Zudem wird die Verfilmung und Benetzung mit dem Flussmittel auf diese Weise homogenisiert.

[0049] Insbesondere bewirkt die vorliegende Erfindung in Bezug auf die Feuerverzinkung mittels aluminiumlegierten bzw. aluminiumhaltigen Zinkschmelzen eine signifikant verbesserte Prozessökonomie und einen effizienteren, insbesondere flexibleren und/oder zuverlässigeren, insbesondere weniger fehleranfälligen Prozessablauf sowie eine verbesserte ökologische Kompatibilität, insbesondere bedingt durch den Verzicht auf Bleichlorid und Nickelchlorid sowie gegebenenfalls weiteren Übergangs- bzw. Schwermetallchloriden in dem eingesetzten Flussmittel, aber auch den Alkoholanteil im Flussmittelbad.

[0050] Folglich ist die vorliegende Erfindung, insbesondere aufgrund ihrer verbesserten ökologischen Kompatibilität, auch in ökologisch sensitiven Bereichen einsetzbar, bei denen Übergangs- und Schwermetallverbindungen, insbesondere Übergangsmetall- und Schwermetallchloride, vermieden werden sollen.

[0051] Insbesondere kommt die vorliegende Erfindung ohne den Einsatz signifikanter Mengen an Übergangs- und Schwermetallverbindungen, insbesondere Übergangs- und Schwermetallchloriden, wie insbesondere Blei- und/oder Nickelchlorid, aber gegebenenfalls auch anderen Schwermetallchloriden, wie Cobalt-, Mangan-, Zinn-, Antimon- und/oder Bismutchlorid, im Rahmen der Flussmittelbehandlung aus, gewährleistet dennoch in zuverlässiger Weise, dass eine effiziente und fehlerfreie Verzinkung der behandelten Bauteile erfolgt.

[0052] Die Besonderheiten der erfindungsgemäßen Verwendung bzw. der nachfolgend noch beschriebenen erfindungsgemäß eingesetzten Anlage schlagen sich unmittelbar auch in den erhältlichen Verfahrensprodukten, d. h. den feuerverzinkten bzw. schmelztauchverzinkten Eisen- und Stahlbauteilen nieder: Diese weisen nicht nur verbesserte mechanische und optische Eigenschaften und verbesserte Korrosionsschutzeigenschaften auf, sondern sind darüber hinaus vollständig frei von Fehlstellen, und dies bei relativ geringen Schichtdicken in Bezug auf die Feuerverzinkungsschicht. Darüber hinaus können keine unerwünschten Übergangsmetall- bzw. Schwermetalle aus dem Flussmittel in die letztendlich resultierende Feuerverzinkungsschicht eingeschleppt werden, da Übergangsmetall- bzw. Schwermetalle im Rahmen der Flussmittelbehandlung nach der vorliegenden Erfindung gänzlich vermieden werden.

[0053] Übergangsmetall- bzw. Schwermetalle werden allenfalls gezielt der Zinkschmelze bzw. den Feuerverzinkungsbad zugegeben bzw. zulegiert, um bestimmte Eigenschaften der Feuerverzinkungsschicht gezielt einzustellen, dann aber in einer ökologisch kompatiblen Art und Weise, da diese fester Bestandteil der Feuerverzinkungsschicht sind und hierin als fester Legierungsbestandteil eingelagert bzw. eingebunden sind.

[0054] Die einzelnen Inhaltsstoffe bzw. Komponenten der erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelzusammensetzung und des erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelbades wirken in synergistischer Weise zusammen: Das Zinkchlorid sorgt insbesondere aufgrund der flächigen Ausbildung der getrockneten ZnCl_2 -Kristalle für eine sehr gute Bedeckung der Eisen- bzw. Stahloberfläche. Da aber eine 100%-ige Abdeckung praktisch nicht zu realisieren ist und kleinere Oxidationsstellen oder eine dünne Oxidationsschicht stets vorliegen können, wird der Flussmittelzusammensetzung zudem ein ausreichender Gehalt an Ammoniumchlorid zugesetzt, welches sich an der Bauteiloberfläche ablagert und sich im Moment des Eintauchens in die Zinkschmelze thermisch zu NH_3 und HCl zersetzt, so dass hierdurch noch letzte Oxidreste von der Bauteiloberfläche entfernt werden. Da bei einem übermäßig erhöhten NH_4Cl -Anteil der Schmelzpunkt der $\text{ZnCl}_2/\text{NH}_4\text{Cl}$ -Mischung deutlich gegenüber reinem Zinkchlorid (ca. 300 °C) absinkt, werden Alkali- und/oder Erdalkalisalze, insbesondere NaCl und/oder KCl , hinzugegeben, welche den Schmelzpunkt der Flussmittelzusammensetzung anheben und so eine hohe und effektive Trocknung ermöglichen.

[0055] Zudem hat sich nunmehr überraschend gezeigt, dass die Verwendung von Silber- bzw. Aluminiumsalz, insbesondere AgCl und/oder AlCl_3 , in dem Flussmittel bzw. der Flussmittelzusammensetzung dazu führt, dass die Reinheit des Flussmittels bzw. der Flussmittelzusammensetzung erhöht wird, da durch Silber- bzw. Aluminiumsalz, insbesondere AgCl und/oder AlCl_3 , nämlich organische und/oder anorganische Verunreinigungen, wie z. B. Schwebstoffe, welche beispielsweise aus den vorgelagerten Vorbehandlungsschritten trotz mehrmaliger Spülprozesse stets in zwar nur geringen, aber bei Zn/Al -Schmelzen jedoch für die Ausbildung von Fehlstellen ausreichend großen Mengen eingeschleppt werden können, entfernt bzw. ausgefällt werden. Beispiele für derartige Verunreinigungen sind Keime oder Bakterien (z. B. Verschleppung aus der Entfettung) sowie Phosphate und Sulfate (z. B. Verschleppung aus der Beize). Durch die Fällung dieser Stoffe wird die Übertragung auf die Bauteiloberfläche vermieden und wird somit die Quelle für Fehlver-

zinkungen eliminiert.

[0056] Des Weiteren hat sich gezeigt, dass sich die Verwendung von Alkohol im Flussmittelbad als zumindest teilweiser Ersatz für die sonst üblicherweise verwendete reine Wasserbasis in mehrerer Hinsicht positiv auf die Prozessführung und das Verzinkungsergebnis auswirkt.

[0057] Durch den Alkohol-Gehalt können auch im Flussmittel noch kleinste Verunreinigungen gelöst werden (welche dann im Fall von organischen Substanzen durch das eingesetzte Aluminium- bzw. Silbersalz, insbesondere AlCl_3 und/oder AgCl , ausgefällt werden), so dass eine verbesserte Reinigungswirkung erzielt wird.

[0058] Durch den Alkohol-Gehalt kann die notwendige Zeit zum Trocknen des Flussmittelfilms verkürzt werden, insbesondere aufgrund des niedrigeren Verdampfungspunkts von Alkohol gegenüber Wasser. Dies führt zu einer nennenswerten Verbesserung gegenüber dem bisherigen Stand der Technik, bei welchem der Verzinkungstakt die maximale Trocknungszeit definiert und hierdurch häufig, insbesondere bei massiven Bauteilen, die Trocknungszeit nicht ausreicht, um den Flussmittelfilm ausreichend zu trocknen. Durch einen vollständig getrockneten Flussmittelfilm wird eine saubere Reaktion mit der Zinkschmelze ermöglicht, ohne dass es zu Spritzern infolge verdampfenden Restwassers kommt. Ebenso führt eine bessere Trocknung zu einem geringeren Zinkascheanfall, wodurch die Gefahr von Zinkascheanhäufungen am Verzinkungsgut reduziert wird (d. h. bessere Verzinkungsqualität und weniger Nacharbeitsaufwand). Zudem bedeutet eine schnellere Trocknung, dass die Trocknungszeit und/oder die Trocknungstemperatur reduziert werden kann/können, was wiederum eine Energieeinsparung und/oder eine Steigerung der Produktivität bedeutet. Auch erfolgt der Abbrand des Flussmittels im Zinkbad schneller (ebenfalls aufgrund des niedrigeren Verdampfungspunkts), d. h. die Energie der Zinkschmelze kann direkt in die Erwärmung des Bauteils fließen, was wiederum zu einem schnelleren und effektiveren Verzinkungsvorgang führt.

[0059] Der Anteil des eingesetzten Alkohols ist insbesondere abhängig vom Aluminiumgehalt der verwendeten Zinkschmelze, von der erforderlichen Trocknung bzw. Vorwärmung (welche wiederum anhängig ist von der Bauteilgeometrie, insbesondere der Materialstärke, wobei dickere Bauteile längere Trocknungszeiten benötigen, von der verwendeten Zinklegierung sowie von der Dicke des applizierten Flussmittelfilms, wobei dickere Flussmittelschichten, abhängig von der Salzkonzentration, Ausziehgeschwindigkeit, Rauigkeit der Stahloberfläche etc., längere Trocknungszeiten benötigen), vom vorliegenden Verunreinigungsgrad des Verzinkungsguts sowie von den anlagentechnischen Voraussetzungen (z. B. Leistung des Trockenofens, Taktung des Verzinkungsprozesses, Absaugleistung am Flussmittelbad etc.).

[0060] Im Ergebnis führt bei gleichen Trocknungsbedingungen (d. h. gleichen Trocknungszeiten und Trocknungstemperaturen) der Einsatz von Alkohol im Flussmittelbad bereits bei geringen Mengenanteilen und bis zu hohen Mengenanteilen zu einem schnelleren Trocknen des Flussmittelfilms und zu einer besseren Verzinkungsqualität. Hieraus resultiert, dass eine bessere Trocknung zu einer besseren Verzinkungsqualität führt. Auch zeigen bei Korrosionstestungen (z. B. Salzsprühnebeltest bzw. Salzsprühnebeltest gemäß DIN EN ISO 9227:2012) die mit einem alkoholhaltigen Flussmittel vorbehandelten feuerverzinkten Bauteile deutlich längere Standzeiten (bis zu 20 % Standzeitverbesserung und sogar mehr) gegenüber feuerverzinkten Bauteilen, welche mit einem ansonsten identischen Flussmittel (jedoch ohne jeglichen Alkoholanteil, d. h. rein wässrig) vorbehandelt sind.

[0061] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann somit ein effizient arbeitendes und ökologisch kompatibles Feuerverzinkungsverfahren bereitgestellt werden, wobei die vorstehend geschilderten Nachteile des Standes der Technik zumindest weitestgehend vermieden oder zumindest abgeschwächt werden können.

[0062] Nachfolgend werden bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verwendung bzw. des erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahrensablaufs näher beschrieben und erläutert:

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt, insbesondere im pH-Wert-Bereich von 0 bis 6,9, vorzugsweise im pH-Wert-Bereich von 0,5 bis 6,5, bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1 bis 5,5, besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1,5 bis 5, ganz besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4,5, noch mehr bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4.

[0063] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt, wobei die Einstellung des pH-Werts mittels einer vorzugsweise anorganischen Säure in Kombination mit einer vorzugsweise anorganischen basischen Verbindung, insbesondere Ammoniak (NH_3), erfolgt. Diese Ausführungsform, d. h. die Feineinstellung des pH-Werts mittels einer vorzugsweise anorganischen basischen Verbindung, insbesondere Ammoniak (NH_3), ist insbesondere von Vorteil, da auf diese Weise einer unerwünschten Wasserstoffversprödung des zu behandelnden Bauteils entgegengewirkt wird.

[0064] Was das erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelbad, insbesondere das Alkohol/Wasser-Gemisch der flüssigen Phase des Flussmittelbades, anbelangt, so kann das gewichtsbezogene Alkohol/Wasser-Mengenverhältnis in weiten Bereichen variieren. Im Allgemeinen enthält das Flussmittelbad das Alkohol/Wasser-Gemisch in einem gewichtsbezogenen Alkohol/Wasser-Mengenverhältnis im Bereich von 0,5 : 99,5 bis 99 : 1, insbesondere im Bereich von 2 : 98 bis 95 : 5, vorzugsweise im Bereich von 5 : 95 bis 90 : 10, bevorzugt im Bereich von 5:95 bis 50:50, besonders bevorzugt im Bereich von 5:95 bis 45 : 55, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 50 : 50, noch mehr bevorzugt im Bereich von 10: 90 bis 30 : 70, bezogen auf das Alkohol/WasserGemisch.

[0065] Gemäß einer besonderen Ausführungsform enthält das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alko-

hol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von mindestens 0,5 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von mindestens 1 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 2 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 4 Gew.-%.

[0066] Üblicherweise enthält das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von bis zu 90 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von bis zu 70 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von bis zu 50 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von bis zu 30 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von bis zu 25 Gew.-%.

[0067] Erfindungsgemäß ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser mischbarer und/oder ein in Wasser löslicher Alkohol.

[0068] Vorteilhafterweise ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser ein azeotropes Gemisch bildender Alkohol ist.

[0069] Erfindungsgemäß ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt aus der Gruppe von C₁-C₄-Alkoholen und deren Mischungen.

[0070] Erfindungsgemäß ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt aus der Gruppe von linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten, aliphatischen, cycloaliphatischen oder aromatischen, primären, sekundären oder tertiären einwertigen C₁-C₄-Alkoholen.

[0071] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt aus der Gruppe von Methanol, Ethanol, Propan-1-ol, Propan-2-ol, Butan-1-ol, Butan-2-ol und deren Mischungen.

[0072] Was das erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelbad angeht, so kann das Flussmittelbad - neben den vorstehend erwähnten Inhaltsstoffen bzw. Komponenten - außerdem mindestens ein Netzmittel und/oder Tensid, insbesondere mindestens ein ionisches oder nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, bevorzugt mindestens ein nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, enthalten.

[0073] Die Mengen des betreffenden Netzmittels und/oder Tensids können in weiten Bereichen variieren:

Insbesondere kann das Flussmittelbad das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid in Mengen von 0,0001 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 10 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 8 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 6 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Gew.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthalten.

[0074] Weiterhin kann das Flussmittel das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid insbesondere in Mengen von 0,0001 bis 10 Vol.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 8 Vol.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Vol.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthalten.

[0075] Die Menge bzw. Konzentration der erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelzusammensetzung in dem erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelbad kann gleichermaßen in weiten Bereichen variieren:

Üblicherweise kann das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von mindestens 150 g/l, insbesondere in einer Menge von mindestens 200 g/l, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 250 g/l, bevorzugt in einer Menge von mindestens 300 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 400 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 450 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 500 g/l, enthalten, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung.

[0076] Bevorzugt kann das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von 150 g/l bis 750 g/l, insbesondere in einer Menge von 200 g/l bis 700 g/l, vorzugsweise in einer Menge von 250 g/l bis 650 g/l, bevorzugt in einer Menge von 300 g/l bis 625 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von 400 g/l bis 600 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von 450 g/l bis 580 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von 500 g/l bis 575 g/l, enthalten, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung.

[0077] Was die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als solche angeht, so enthält die Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

(i) Zinkchlorid (ZnCl₂) in Mengen im Bereich von 50 bis 95 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 55 bis 90 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 60 bis 85 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 65 bis 82,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 70 bis 82 Gew.-%,

(ii) Ammoniumchlorid (NH₄Cl) in Mengen im Bereich von 5 bis 45 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 7,5 bis 40 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 10 bis 35 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 11 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 12 bis 20 Gew.-%,

(iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,1 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 20 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 1 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 12,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 4 bis 10 Gew.-%, und

(iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz, insbesondere Aluminiumchlorid (AlCl₃) und/oder Silberchlorid (AgCl), vorzugsweise Aluminiumchlorid (AlCl₃), in Mengen im Bereich von $5 \cdot 10^{-5}$ bis 2 Gew.-%

%, noch mehr bevorzugt im Bereich von $5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ Gew.-%,

wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren, und wobei die Flussmittelzusammensetzung zumindest im Wesentlichen frei, vorzugsweise vollkommen frei, von Bleichlorid (PbCl_2) und Nickelchlorid (NiCl_2) ausgebildet ist.

[0078] Was die Komponente (iii), d. h. das Erdalkali- und/oder Erdalkalisalz, der erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelzusammensetzung anbelangt, so bestehen auch hier verschiedene Variationsmöglichkeiten:

Insbesondere kann die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) ein Alkali- und/oder Erdalkalichlorid enthalten.

[0079] Weiterhin kann die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen enthalten.

[0080] Erfindungsgemäß bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkali- und/oder Erdalkalisalze, insbesondere mindestens zwei Alkali- und/oder Erdalkalisalze eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen, enthält.

[0081] Weiterhin ist es besonders bevorzugt, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkalisalze, insbesondere zwei voneinander verschiedene Alkalichloride, vorzugsweise Natriumchlorid und Kaliumchlorid, insbesondere mit einem Natrium/Kalium-Gewichtsverhältnis im Bereich von 50 : 1 bis 1 : 50, insbesondere im Bereich von 25 : 1 bis 1 : 25, vorzugsweise im Bereich von 10 : 1 bis 1 : 10, enthält.

[0082] Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei auch von Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist.

[0083] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid (PbCl_2), Nickelchlorid (NiCl_2), Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist und/oder wenn die Flussmittelzusammensetzung zumindest vollkommen frei von Chloriden aus der Gruppe von Bleichlorid (PbCl_2), Nickelchlorid (NiCl_2), Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist.

[0084] Weiterhin erfindungsgemäß von Vorteil ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Metallen aus der Gruppe von Blei (Pb), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Zinn (Sn), Bismut (Bi) und Antimon (Sb) ausgebildet ist.

[0085] Schließlich ist es erfindungsgemäß auch von Vorteil, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung, abgesehen von Zinkchlorid (ZnCl_2) sowie von Aluminium- und/oder Silbersalz, insbesondere Silberchlorid (AgCl) und/oder Aluminiumchlorid (AlCl_3), vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Übergangs- und Schwermetallen ausgebildet ist.

[0086] Was die Flussmittelbehandlung anbelangt, so wird im Allgemeinen derart vorgegangen, dass die Flussmittelbehandlung durch Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung, insbesondere durch Tauchen oder Sprühauftrag, vorzugsweise Tauchen, erfolgt. Insbesondere ist es dabei von Vorteil, wenn das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von 0,001 bis 30 Minuten, insbesondere 0,01 bis 20 Minuten, vorzugsweise 0,1 bis 15 Minuten, vorzugsweise 0,5 bis 10 Minuten, besonders bevorzugt 1 bis 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht wird, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht wird. Insbesondere kann das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von bis zu 30 Minuten, insbesondere bis zu 20 Minuten, vorzugsweise bis zu 15 Minuten, vorzugsweise bis zu 10 Minuten, besonders bevorzugt bis zu 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht werden.

[0087] Was die Trocknungsbehandlung anbelangt, so ist es erfindungsgemäß bevorzugt, wenn die Trocknungsbehandlung bei einer Temperatur im Bereich von 50 bis 400 °C, insbesondere im Bereich von 75 bis 350 °C, vorzugsweise im Bereich von 100 bis 300 °C, bevorzugt im Bereich von 125 bis 275 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 150 bis 250 °C, erfolgt und/oder wenn die Trocknungsbehandlung bei einer Temperatur bis zu 400 °C, insbesondere bis zu 350 °C, vorzugsweise bis zu 300 °C, bevorzugt bis zu 275 °C, besonders bevorzugt bis zu 250 °C, erfolgt.

[0088] Üblicherweise wird dabei derart vorgegangen, dass die Trocknungsbehandlung derart durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Eisen- oder Stahlbauteils bei der Trocknung eine Temperatur im Bereich von 100 bis 300 °C, insbesondere im Bereich von 125 bis 275 °C, vorzugsweise im Bereich von 150 bis 250 °C, bevorzugt im Bereich von 160 bis 225 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 170 bis 200 °C, aufweist.

[0089] Typischerweise kann die Trocknungsbehandlung in Gegenwart von und/oder mittels Luft erfolgen.

[0090] Insbesondere kann die Trocknungsbehandlung in mindestens einer Trocknungseinrichtung, insbesondere in mindestens einem Ofen, erfolgen.

[0091] Was die erfindungsgemäß eingesetzte aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad anbelangt, so ist diesbezüglich Folgendes auszuführen.

[0092] Gemäß einer typischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es von Vorteil, wenn die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Aluminium im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%, aufweist, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad. Insbesondere können dabei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Zink von mindestens 75 Gew.-%, insbesondere mindestens 80 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 85 Gew.-%, bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, sowie gegebenenfalls mindestens ein weiteres Metall, insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-% und/oder insbesondere ausgewählt aus der Gruppe von Bismut (Bi), Blei (Pb), Zinn (Sn), Nickel (Ni), Silizium (Si), Magnesium (Mg) und deren Kombinationen, aufweisen. Dabei sind alle vorstehend genannten Mengenangaben derart auszuwählen, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren.

[0093] Weiterhin ist es erfindungsgemäß bevorzugt, wenn die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad die folgende Zusammensetzung aufweist, wobei alle nachfolgend genannten Mengenangaben auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren:

(i) Zink (Zn), insbesondere in Mengen im Bereich von 75 bis 99,9999 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 80 bis 99,999 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 82,5 bis 99,995 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 85 bis 99,99 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 87,5 bis 99,98 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 90 bis 99,95 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 92 bis 99,9 Gew.-%,

(ii) Aluminium (Al), insbesondere in Mengen im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%,

(iii) gegebenenfalls Bismut (Bi), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,

(iv) gegebenenfalls Blei (Pb), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,2 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,

(v) gegebenenfalls Zinn (Sn), insbesondere in Mengen von bis zu 0,9 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,6 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%,

(vi) gegebenenfalls Nickel (Ni), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,08 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,06 Gew.-%,

(vii) gegebenenfalls Silizium (Si), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,05 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,01 Gew.-%,

(viii) gegebenenfalls Magnesium (Mg), insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 2,5 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,8 Gew.-%.

[0094] Wenn die eingesetzte Zinkschmelze außer Aluminium weitere Legierungsbestandteile bzw. Legierungsmetalle enthält, kann hierdurch die Verfahrensführung gezielt gesteuert werden: So kann durch die Anwesenheit insbesondere von Blei und Bismut die Oberflächenspannung reduziert und auf diese Weise die Benetzbarkeit der zu verzinkenden Oberfläche verbessert werden, während durch die Anwesenheit von Zinn die optischen Eigenschaften, insbesondere den Glanz, der resultierenden Verzinkungsschicht verbessert werden können, sich durch Anwesenheit von Nickel die

Schichtdicken weiter reduzieren lassen, durch die Anwesenheit von Silizium die Standzeit des Zinkbad-Behältnisses (z. B. Stahlkessel) verlängert werden kann und durch die Anwesenheit von Magnesium der Korrosionseigenschaften, insbesondere die Korrosionsbeständigkeit, der resultierenden Verzinkungsschicht verbessert werden können.

[0095] Gemäß einer besonderen Ausführungsform kann die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad eine Temperatur im Bereich von 375 °C bis 750 °C, insbesondere Temperatur im Bereich von 380 °C bis 700 °C, vorzugsweise Temperatur im Bereich von 390 °C bis 680 °C, noch mehr bevorzugt im Bereich von 395 °C bis 675 °C, aufweisen.

[0096] Typischerweise wird im Rahmen des Feuerverzinkungsschritts derart vorgegangen, dass das Eisen- oder Stahlbauteil in die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder in das Verzinkungsbad getaucht, insbesondere hierin getaucht und bewegt, wird, insbesondere für eine Zeitdauer, welche ausreichend ist, um eine wirksame Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung), zu gewährleisten, insbesondere für eine Zeitdauer im Bereich von 0,0001 bis 60 Minuten, vorzugsweise im Bereich von 0,001 bis 45 Minuten, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 30 Minuten, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 15 Minuten.

[0097] Insbesondere kann die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad mit mindestens einem Inertgas, insbesondere Stickstoff, kontaktiert und/oder gespült oder durchgeleitet werden.

[0098] Grundsätzlich kann das im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung zur Anwendung kommende Verfahren kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden.

[0099] Bei dem zu behandelnden Eisen- oder Stahlbauteil kann es sich um ein einzelnes Erzeugnis oder eine Vielzahl einzelner Erzeugnisse handeln. In diesem Fall wird eine diskontinuierliche Verfahrensweise bevorzugt, obwohl eine kontinuierliche Verfahrensweise grundsätzlich nicht ausgeschlossen ist.

[0100] Des Weiteren kann es sich bei dem Eisen- oder Stahlbauteil auch um ein Langprodukt, insbesondere ein Draht-, Rohr-, Blech-, Coil-Material oder dergleichen, handeln. In diesem Fall wird eine kontinuierliche Verfahrensweise bevorzugt, obwohl auch diesbezüglich eine diskontinuierliche Vorgehensweise nicht ausgeschlossen ist.

[0101] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann sich der durchgeführten Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung) ein Abkühlungsschritt anschließen, d. h. das feuerverzinkte (schmelztauchverzinkte) Eisen- oder Stahlbauteil kann einer Abkühlungsbehandlung unterzogen werden, gegebenenfalls gefolgt von einem weiteren Nachbearbeitungs- und/oder Nachbehandlungsschritt.

[0102] Der optionale Abkühlungsschritt und/oder die optionale Abkühlungsbehandlung kann insbesondere mittels Luft und/oder in Gegenwart von Luft erfolgen, vorzugsweise bis auf Umgebungstemperatur.

[0103] Wie zuvor ausgeführt, ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung somit die erfindungsgemäße Verwendung einer Anlage zur Feuerverzinkung von Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Anlage die folgenden Behandlungsvorrichtungen in der nachfolgend aufgeführten Abfolge umfasst:

(A) mindestens eine Entfettungsvorrichtung zur Entfettungsbehandlung von Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (A)

(B) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (B)

(C) mindestens eine Beizvorrichtung zur Beizbehandlung von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (B) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (C)

(D) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (D)

(E) mindestens eine Flussmittelbehandlungsvorrichtung zur Flussmittelbehandlung von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (D) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Flussmittelbehandlungsvorrichtung mindestens ein Flussmittelbad mit einer Flussmittelzusammensetzung enthält,

wobei das Flussmittelbad eine ein Alkohol/Wasser-Gemisch enthaltende flüssige Phase umfasst, wobei die flüssige Phase des Flussmittelbades die Flussmittelzusammensetzung enthält, wobei der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser mischbarer und/oder ein in Wasser löslicher Alkohol ist und ausgewählt ist aus der Gruppe von linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten, aliphatischen, cycloaliphatischen oder aromatischen, primären, sekundären oder tertiären einwertigen C₁-C₄-Alkoholen und deren Mischungen, und wobei die Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

EP 3 663 429 B1

- (i) Zinkchlorid ($ZnCl_2$) in Mengen im Bereich von 50 bis 95 Gew.-%,
(ii) Ammoniumchlorid (NH_4Cl) in Mengen im Bereich von 5 bis 45 Gew.-%,
(iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,1 bis 25 Gew.-% und
(iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz in Mengen im Bereich von $5 \cdot 10^{-5}$
bis 2 Gew.-%

enthält, wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren,
und

wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid ($PbCl_2$) und Nickelchlorid ($NiCl_2$) ausgebildet ist;
in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (E)

(F) mindestens eine Trocknungsvorrichtung (F) zur Trocknung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen Eisen- oder Stahlbauteilen,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mittels einer Steuerungseinrichtung derart gesteuert wird, dass die Trocknungsbehandlung derart durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Eisen- oder Stahlbauteils bei der Trocknung eine Temperatur im Bereich von 100 bis 300 °C aufweist,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens einen Einlass zum Einführen und/oder Einlassen von Luft aufweist und

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens eine Trocknungseinrichtung umfasst;
in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (F)

(G) mindestens eine Feuerverzinkungsvorrichtung zur Feuerverzinkung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen und gegebenenfalls in der Trocknungsvorrichtung (F) getrockneten Eisen- oder Stahlbauteilen,

wobei die Feuerverzinkungsvorrichtung mindestens ein eine aluminiumhaltige Zinkschmelze enthaltendes Verzinkungsbad, ausgebildet zum Tauchen von Eisen- oder Stahlbauteilen, umfasst.

[0104] Wie zuvor beschrieben, ist das Flussmittelbad der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) üblicherweise sauer eingestellt.

[0105] Insbesondere ist das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt, insbesondere im pH-Wert-Bereich von 0 bis 6,9, vorzugsweise im pH-Wert-Bereich von 0,5 bis 6,5, bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1 bis 5,5, besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1,5 bis 5, ganz besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4,5, noch mehr bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4.

[0106] Gemäß einer besondere bevorzugten Ausführungsform ist das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt, wobei die Einstellung des pH-Werts mittels einer vorzugsweise anorganischen Säure in Kombination mit einer vorzugsweise anorganischen basischen Verbindung, insbesondere Ammoniak (NH_3), erfolgt ist. Die damit verbundenen Vorteile wurden im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahren bereits erläutert.

[0107] Was das im Rahmen der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) eingesetzte Flussmittelbad angeht, so kann dessen Zusammensetzung in weiten Bereichen variieren:

Typischerweise ist die Anlage derart ausgestaltet, dass das Flussmittelbad das Alkohol/Wasser-Gemisch in einem gewichtsbezogenen Alkohol/Wasser-Mengenverhältnis im Bereich von 0,5 : 99,5 bis 99 : 1, insbesondere im Bereich von 2 : 98 bis 95 : 5, vorzugsweise im Bereich von 5 : 95 bis 90 : 10, bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 50 : 50, besonders bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 45 : 55, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 50 : 50, noch mehr bevorzugt im Bereich von 10 : 90 bis 30 : 70, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, enthält.

[0108] Üblicherweise ist die erfindungsgemäß eingesetzte Anlage derart ausgestaltet, dass das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von mindestens 0,5 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von mindestens 1 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 2 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 4 Gew.-%, enthält.

[0109] Üblicherweise ist die erfindungsgemäß verwendete Anlage derart ausgestaltet, dass das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von bis zu 90 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von bis zu 70 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von bis zu 50 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von bis zu 30 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von bis zu 25 Gew.-%, enthält.

[0110] Erfindungsgemäß ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser mischbarer und/oder ein in Wasser löslicher Alkohol.

[0111] Bevorzugt ist es, wenn der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser ein azeotropes Gemisch bildender Alkohol ist.

[0112] Erfindungsgemäß ist der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt ist aus der Gruppe von linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten, aliphatischen, cycloaliphatischen oder aromatischen, primären, sekundären oder tertiären einwertigen C₁-C₄-Alkoholen.

[0113] Gemäß einer erfindungsgemäß ganz besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Anlage derart ausgestaltet, dass der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt ist aus der Gruppe von Methanol, Ethanol, Propan-1-ol, Propan-2-ol, Butan-1-ol, Butan-2-ol und deren Mischungen.

[0114] Im Rahmen der erfindungsgemäß verwendeten Anlage kann es vorgesehen sein, dass das Flussmittelbad außerdem mindestens ein Netzmittel und/oder Tensid, insbesondere mindestens ein ionisches oder nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, bevorzugt mindestens ein nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, enthält.

[0115] Die Mengen an Netzmittel und/oder Tensid in dem erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelbad kann in weiten Bereichen variieren:

Insbesondere kann das Flussmittelbad das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid in Mengen von 0,0001 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 10 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 8 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 6 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Gew.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthalten.

[0116] Weiterhin kann das Flussmittelbad das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid in Mengen von 0,0001 bis 10 Vol.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 8 Vol.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Vol.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthalten.

[0117] Wie zuvor im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahren erläutert, kann die Menge bzw. Konzentration der erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelzusammensetzung in dem erfindungsgemäß konzipierten Flussmittelbad gleichermaßen in weiten Bereichen variieren:

Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von mindestens 150 g/l, insbesondere in einer Menge von mindestens 200 g/l, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 250 g/l, bevorzugt in einer Menge von mindestens 300 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 400 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 450 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 500 g/l, enthält, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung.

[0118] Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von 150 g/l bis 750 g/l, insbesondere in einer Menge von 200 g/l bis 700 g/l, vorzugsweise in einer Menge von 250 g/l bis 650 g/l, bevorzugt in einer Menge von 300 g/l bis 625 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von 400 g/l bis 600 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von 450 g/l bis 580 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von 500 g/l bis 575 g/l, enthält, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung.

[0119] Gemäß der Erfindung ist es vorgesehen, dass die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

(i) Zinkchlorid (ZnCl₂) in Mengen im Bereich von 50 bis 95 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 55 bis 90 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 60 bis 85 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 65 bis 82,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 70 bis 82 Gew.-%,

(ii) Ammoniumchlorid (NH₄Cl) in Mengen im Bereich von 5 bis 45 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 7,5 bis 40 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 10 bis 35 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 11 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 12 bis 20 Gew.-%,

(iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,1 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 20 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 1 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 12,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 4 bis 10 Gew.-%, und

(iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz, insbesondere Aluminiumchlorid (AlCl₃) und/oder Silberchlorid (AgCl), vorzugsweise Aluminiumchlorid (AlCl₃), in Mengen im Bereich von 5 • 10⁻⁵ bis 2 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 5 • 10⁻⁵ bis 5 • 10⁻³ Gew.-%

enthält, wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren, und

wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid (PbCl₂) und Nickelchlorid (NiCl₂) ausgebildet ist.

[0120] Wie bereits vorstehend im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahren geschildert, kann auch die Komponente (iii) der erfindungsgemäß eingesetzten Flussmittelzusammensetzung in weiten

Bereichen variieren:

Erfindungsgemäß bevorzugt ist es, wenn die Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) ein Alkali- und/oder Erdalkalichlorid enthält.

[0121] Gemäß einer typischen Ausführungsform kann die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen enthalten.

[0122] Gemäß einer wiederum typischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkali- und/oder Erdalkalisalze, insbesondere mindestens zwei Alkali- und/oder Erdalkalisalze eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen, enthalten.

[0123] Schließlich kann die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung gemäß einer wiederum typischen Ausführungsform als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkalisalze, insbesondere zwei voneinander verschiedene Alkalichloride, vorzugsweise Natriumchlorid und Kaliumchlorid, insbesondere mit einem Natrium/Kalium-Gewichtsverhältnis im Bereich von 50 : 1 bis 1 : 50, insbesondere im Bereich von 25 : 1 bis 1 : 25, vorzugsweise im Bereich von 10 : 1 bis 1 : 10, enthalten.

[0124] Erfindungsgemäß bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei aus von Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist.

[0125] Weiterhin erfindungsgemäß von Vorteil ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid (PbCl_2), Nickelchlorid (NiCl_2), Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist und/oder wenn die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Chloriden aus der Gruppe von Bleichlorid (PbCl_2), Nickelchlorid (NiCl_2), Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist.

[0126] Ebenfalls erfindungsgemäß bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Metallen aus der Gruppe von Blei (Pb), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Zinn (Sn), Bismut (Bi) und Antimon (Sb) ausgebildet ist.

[0127] Schließlich ist es erfindungsgemäß besonders von Vorteil, wenn die Flussmittelzusammensetzung, abgesehen von Zinkchlorid (ZnCl_2) sowie von Aluminium- und/oder Silbersalz, insbesondere Silberchlorid (AgCl) und/oder Aluminiumchlorid (AlCl_3), vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Übergangs- und Schwermetallen ausgebildet ist.

[0128] Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) eine Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung, insbesondere eine Einrichtung zum Tauchen oder zum Sprühauftrag, vorzugsweise eine Einrichtung zum Tauchen, umfasst. Insbesondere kann es dabei vorgesehen sein, dass die Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von 0,001 bis 30 Minuten, insbesondere 0,01 bis 20 Minuten, vorzugsweise 0,1 bis 15 Minuten, vorzugsweise 0,5 bis 10 Minuten, besonders bevorzugt 1 bis 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht wird, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht wird. Weiterhin kann es erfindungsgemäß insbesondere vorgesehen sein, dass die Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von bis zu 30 Minuten, insbesondere bis zu 20 Minuten, vorzugsweise bis zu 15 Minuten, vorzugsweise bis zu 10 Minuten, besonders bevorzugt bis zu 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht wird, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht wird.

[0129] Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Trocknungsvorrichtung (F) derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass die Trocknungsbehandlung bei einer Temperatur im Bereich 100 bis 300 °C, bevorzugt im Bereich von 125 bis 275 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 150 bis 250 °C, erfolgt und/oder dass die Trocknungsbehandlung bei einer Temperatur bis zu 300 °C, bevorzugt bis zu 275 °C, besonders bevorzugt bis zu 250 °C, erfolgt.

[0130] Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Trocknungsvorrichtung (F) mittels einer Steuerungseinrichtung derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, dass die Trocknungsbehandlung derart durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Eisen- oder Stahlbauteils bei der Trocknung eine Temperatur im Bereich von 100 bis 300 °C, insbesondere im Bereich von 125 bis 275 °C, vorzugsweise im Bereich von 150 bis 250 °C, bevorzugt im Bereich von 160 bis 225 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 170 bis 200 °C, aufweist.

[0131] Typischerweise wird die Trocknungsbehandlung in Gegenwart von Luft betrieben. Zu diesem Zweck weist die

Trocknungsvorrichtung (F) mindestens einen Einlass zum Einführen und/oder Einlassen von Luft auf.

[0132] Erfindungsgemäß umfasst die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens eine Trocknungseinrichtung, insbesondere mindestens einen Ofen.

[0133] Was die Feuerverzinkungsvorrichtung (G) der erfindungsgemäß verwendeten Anlage anbelangt, so umfasst diese mindestens eine aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze"), insbesondere mindestens ein eine aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze enthaltendes Verzinkungsbad, vorzugsweise ausgebildet zum Tauchen von Eisen- oder Stahlbauteilen.

[0134] In diesem Zusammenhang ist die erfindungsgemäß verwendete Anlage typischerweise derart ausgestaltet, dass die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Aluminium im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%, aufweist, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, insbesondere wobei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Zink von mindestens 75 Gew.-%, insbesondere mindestens 80 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 85 Gew.-%, bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, sowie gegebenenfalls mindestens ein weiteres Metall, insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-% und/oder insbesondere ausgewählt aus der Gruppe von Bismut (Bi), Blei (Pb), Zinn (Sn), Nickel (Ni), Silizium (Si), Magnesium (Mg) und deren Kombinationen, aufweisen. Dabei sind alle vorstehend genannten Mengenangaben derart auszuwählen, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren.

[0135] Typischerweise ist die erfindungsgemäß verwendete Anlage dabei derart ausgestaltet, dass die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad die folgende Zusammensetzung aufweist, wobei alle nachfolgend genannten Mengenangaben auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren:

(i) Zink (Zn), insbesondere in Mengen im Bereich von 75 bis 99,9999 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 80 bis 99,999 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 82,5 bis 99,995 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 85 bis 99,99 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 87,5 bis 99,98 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 90 bis 99,95 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 92 bis 99,9 Gew.-%,

(ii) Aluminium (Al), insbesondere in Mengen im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%,

(iii) gegebenenfalls Bismut (Bi), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,

(iv) gegebenenfalls Blei (Pb), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,2 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,

(v) gegebenenfalls Zinn (Sn), insbesondere in Mengen von bis zu 0,9 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,6 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%,

(vi) gegebenenfalls Nickel (Ni), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,08 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,06 Gew.-%,

(vii) gegebenenfalls Silizium (Si), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,05 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,01 Gew.-%,

(viii) gegebenenfalls Magnesium (Mg), insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 2,5 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,8 Gew.-%.

[0136] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad eine Temperatur im Bereich von 375 °C bis 750 °C, insbesondere Temperatur im Bereich von 380 °C bis 700 °C, vorzugsweise Temperatur im Bereich von 390 °C

bis 680 °C, noch mehr bevorzugt im Bereich von 395 °C bis 675 °C, aufweisen.

[0137] Typischerweise ist die erfindungsgemäß verwendete Anlage derart ausgebildet, dass die Feuerverzinkungsvorrichtung (G) derart ausgestaltet und/oder betreibbar ist und/oder derart ausgestaltet und/oder betrieben wird, insbesondere derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil in die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder in das Verzinkungsbad getaucht, insbesondere hierin getaucht und bewegt, wird, insbesondere für eine Zeitdauer, welche ausreichend ist, um eine wirksame Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung), zu gewährleisten, insbesondere für eine Zeitdauer im Bereich von 0,0001 bis 60 Minuten, vorzugsweise im Bereich von 0,001 bis 45 Minuten, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 30 Minuten, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 15 Minuten.

[0138] Gemäß einer typischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Feuerverzinkungsvorrichtung (G) mindestens eine Einrichtung zum Kontaktieren und/oder Spülen oder Durchleiten der aluminiumhaltigen, insbesondere aluminiumlegierten Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder des Verzinkungsbades mit mindestens einem Inertgas, insbesondere Stickstoff, aufweist.

[0139] Wie bereits zuvor im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahren beschrieben, kann die erfindungsgemäß verwendete Anlage grundsätzlich kontinuierlich oder diskontinuierlich betreibbar ausgebildet sein bzw. grundsätzlich kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden.

[0140] Insbesondere kann die erfindungsgemäß verwendete Anlage derart ausgestaltet sein, dass das Eisen- oder Stahlbauteil als ein einzelnes Erzeugnis oder als eine Vielzahl einzelner Erzeugnisse feuerverzinkbar ist oder dass das Eisen- oder Stahlbauteil als ein Langprodukt, insbesondere ein Draht-, Rohr-, Blech-, Coil-Material oder dergleichen, feuerverzinkbar ist.

[0141] Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die erfindungsgemäß verwendete Anlage, in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zur Feuerverzinkungsvorrichtung (F), außerdem mindestens eine Abkühlvorrichtung (H) zur Abkühlung des in der Feuerverzinkungsvorrichtung (F) feuerverzinkten Eisen- oder Stahlbauteils aufweist. Insbesondere kann die Abkühlvorrichtung (H) in Gegenwart von Luft betreibbar ausgestaltet sein und/oder betrieben werden. Weiterhin kann die erfindungsgemäß verwendete Anlage, in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zur optionalen Abkühlvorrichtung (H), außerdem mindestens eine Nachbearbeitungs- und/oder Nachbehandlungsvorrichtung (I) zur Nachbearbeitung und/oder Nachbehandlung des feuerverzinkten und abgekühlten Eisen- oder Stahlbauteils aufweisen.

[0142] Für weitergehende Einzelheiten zu der erfindungsgemäß verwendeten Anlage kann zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen auf die obigen Ausführungen zu dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahren verwiesen werden, welche in Bezug auf die erfindungsgemäß verwendete Anlage entsprechend gelten.

[0143] Im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung lassen sich feuerverzinkte (schmelztauchverzinkte) Eisen- oder Stahlbauteile herstellen, welche nach einem wie zuvor beschriebenen Verfahren und in einer erfindungsgemäß verwendeten Anlage, wie vorstehend beschrieben, erhältlich sind.

[0144] Wie bereits eingangs geschildert und insbesondere auch durch die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele dokumentiert, sind mit den im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung erhältlichen Produkten besondere Vorteile verbunden, insbesondere ein verringerter Übergangs- bzw. Schwermetallgehalt ebenso wie verbesserte mechanische Eigenschaften sowie Korrosionsschutzeigenschaften.

[0145] Was das im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung erhältliche feuerverzinkte Eisen- oder Stahlbauteil anbelangt, so ist dieses an seiner Oberfläche mit einer Feuerverzinkungsschicht von 0,5 bis 300 µm Dicke, insbesondere 1 bis 200 µm Dicke, vorzugsweise 1,5 bis 100 µm Dicke, bevorzugt 2 bis 30 µm Dicke, versehen.

[0146] Was das im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung erhältliche feuerverzinkte Eisen- oder Stahlbauteil weiterhin anbelangt, so ist dieses feuerverzinkte Eisen- oder Stahlbauteil an seiner Oberfläche mit einer Feuerverzinkungsschicht versehen, wobei die Feuerverzinkungsschicht vollkommen frei von aus der Flussmittelbehandlung stammenden Blei (Pb) und/oder Nickel (Ni) ist.

[0147] Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist es, wenn das im Rahmen der erfindungsgemäßen Verwendung erhältliche feuerverzinkte Eisen- oder Stahlbauteil an seiner Oberfläche mit einer Feuerverzinkungsschicht versehen, wobei die Feuerverzinkungsschicht vollkommen frei von aus der Flussmittelbehandlung stammenden Schwermetallen aus der Gruppe von Blei (Pb), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Zinn (Sn), Bismut (Bi) und Antimon (Sb) ausgebildet ist.

[0148] Für weitergehende Einzelheiten zu diesem Aspekt kann zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen auf die obigen Ausführungen zu den anderen Aspekten verwiesen werden, welche entsprechend gelten.

[0149] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen und den Zeichnungen selbst. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen und deren Rückbeziehungen.

[0150] Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Verfahrensablauf der einzelnen Stufen bzw. Verfahrensschritte des erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahrens nach einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäß verwendeten Anlage gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0151] In dem in Fig. 1 dargestellten Verfahrensablaufschemata sind die sukzessiven Verfahrensstufen bzw. Verfahrensschritte a) bis i) schematisch dargestellt, wobei die Verfahrensschritte b), d), f), h) und i), insbesondere die Verfahrensschritte h) und i), optional sind.

[0152] Gemäß dem in Fig. 1 dargestellten Schema ist der Verfahrensablauf wie folgt, wobei das erfindungsgemäß zur Anwendung kommende Verfahren die nachfolgend genannten Schritte sukzessiv gemäß dieser Reihenfolge umfasst: Entfettung (Schritt a)), Spülen (Schritt b), optional), Beizen (Schritt c)), Spülen (Schritt d), optional), Flussmittelbadbehandlung (Schritt e)), Trocknung (Schritt f), optional), Feuerverzinkung (Schritt g)), Abkühlung (Schritt h), optional) sowie Nachbearbeitung bzw. Nachbehandlung (Schritt i), optional).

Für weitergehende Einzelheiten zu dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahrensablauf kann auf die vorstehenden allgemeinen Ausführungen zu dem erfindungsgemäß eingesetzten Verfahren verwiesen werden.

[0154] In Fig. 2 ist schematisch die erfindungsgemäß verwendete Anlage mit den einzelnen Vorrichtungen (A) bis (I) dargestellt, wobei die Vorrichtungen (B), (D), (F), (H) und (I), insbesondere die Vorrichtungen (H) und (I), optional sind.

[0155] Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Schema der erfindungsgemäß verwendeten Anlage umfasst diese in der nachfolgend aufgeführten Abfolge die folgenden Vorrichtungen: Entfettungsvorrichtung (A), gegebenenfalls Spülvorrichtung (B), Beizvorrichtung (C), gegebenenfalls Spülvorrichtung (D), Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E), gegebenenfalls Trocknungsvorrichtung (F), Feuerverzinkungsvorrichtung (G), gegebenenfalls Abkühlvorrichtung (H) und gegebenenfalls Nachbearbeitungs- bzw. Nachbehandlungsvorrichtung (I).

Für weitergehende Einzelheiten zu der erfindungsgemäß verwendeten Anlage kann auf die vorstehenden allgemeinen Ausführungen zu der Anlage verwiesen werden.

[0157] Weitere Ausgestaltungen, Abwandlungen und Variationen der vorliegenden Erfindung sind für den Fachmann beim Lesen der Beschreibung ohne Weiteres erkennbar und realisierbar, ohne dass er dabei den Rahmen der vorliegenden Erfindung verlässt.

[0158] Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachfolgenden Ausführungsbeispiele veranschaulicht, welche die vorliegende Erfindung jedoch keinesfalls beschränken sollen, sondern lediglich die beispielhafte und nicht limitierende Durchführungsweise und Ausgestaltung erläutern.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Allgemeine Vorschrift zur Durchführung (erfindungsgemäß)

[0159] Verschiedene Feuerverzinkungszyklen mit Musterblechen vom Typ S235 (2 mm Dicke, 100 mm x 100 mm Breite) werden nach dem erfindungsgemäß zur Anwendung kommenden Verfahrensablauf gemäß Fig. 1 und mit der erfindungsgemäß verwendeten Anlage gemäß Fig. 2 durchgeführt. Die Flussmittelzusammensetzung und die Zinkbadlegierungen werden jeweils gemäß den nachfolgenden Angaben variiert.

[0160] Das jeweils durchgeführte Feuerverzinkungsverfahren umfasst dabei die folgenden Verfahrensschritte in der nachfolgend aufgeführten Reihenfolge (wobei die erfindungsgemäß zum Einsatz kommende Anlage entsprechend ausgebildet ist):

(a) alkalische Entfettungsbehandlung in einem Entfettungsbad (15 Minuten, 70 °C, Zusammensetzung des Entfettungsbad gemäß Beispiel 1 von EP 1 352 100 B1),

(b) zweifaches Spülen in zwei aufeinander folgenden Spülbädern mit Wasser,

(c) saure Beizbehandlung (40 Minuten, 30 °C, Zusammensetzung des Beizbades gemäß Beispiel 1 von EP 1 352 100 B1),

(d) zweifaches Spülen in zwei aufeinander folgenden Spülbädern mit Wasser,

(e) Flussmittelbehandlung in Flussmittelbad gemäß nachfolgender Spezifikationen (3 Minuten, 60 °C, Tauchbehandlung),

(f) Trocknungsbehandlung (260 °C heißer Luftstrom, 30 Sekunden),

(g) Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung) mit einer aluminiumhaltigen bzw. aluminiumlegierten Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") in einem Verzinkungsbad gemäß nachfolgender Spezifikationen (50 Sekunden Tauchbehandlung des vorgewärmten und gefluxten Blechs im Verzinkungsbad, 450 °C),

5 (i) Abkühlung des aus dem Verzinkungsbad entnommenen und feuerverzinkten Blechs an der Luft.

Beispielserie 1 (erfindungsgemäß)

10 **[0161]** Es werden verschiedene Musterbleche einer wie zuvor beschriebenen Feuerverzinkung, einschließlich entsprechender wie zuvor beschriebener Vorbehandlungsschritte, unterzogen. Die Spezifikation der eingesetzten Flussmittelzusammensetzung und des eingesetzten Flussmittelbades ist wie folgt:

Flussmittelzusammensetzung:

15 **[0162]** 78,995 Gew.-% $ZnCl_2$ 13 Gew.-% NH_4Cl , 6 Gew.-% $NaCl$, 2 Gew.-% KCl , 0,005 Gew.-% (50 ppm) $AlCl_3$

Flussmittelbad:

[0163]

20 Flussmittelmenge/-konzentration (Gesamtsalzgehalt): 550 g/l
 Ammoniaklösung (5%-ig): 10 ml pro Liter Flussmittelbad zur Einstellung (Anhebung) des pH-Wertes
 pH-Wert: 3,5 (ohne Ammoniaklösung: 3,2)
 25 Netzmittel (nichtionisches Tensid): 0,3 %

Variation des Alkohol-Anteils im Flussmittelbad

[0164]

- 30 a) 0 % Propanol (100 % Wasser)
 b) 5 % Propanol (40 g Propanol, Rest bis 1000 ml aufgefüllt mit Wasser)
 c) 20 % Propanol (160 g Propanol, Rest bis 1000 ml aufgefüllt mit Wasser)
 d) 71,8 % Propanol (574,4 g Propanol, Rest bis 1000 ml aufgefüllt mit Wasser)
 35 e) 100 % Propanol

Verzinkungsbad

40 **[0165]** 100 ppm Aluminium, 0,05 Gew.-% Bismut, 0,3 Gew.-% Zinn, 0,04 Gew.-% Nickel, Rest Zink (d. h. ad 100 Gew.-%)

Ergebnisse

45 **[0166]** ad a) Das Blech wird durch Eintauchen in die Flussmittellösung vollständig mit Salzen belegt. Nach dem Trocknungsschritt ist die Oberfläche des Bauteils noch vollständig feucht. Es bildet sich eine weitestgehend homogene Zinkschicht aus, jedoch mit minimalen Fehlstellen.

[0167] ad b) Das Blech wird durch Eintauchen in die Flussmittellösung vollständig mit Salzen belegt. Nach dem Trocknungsschritt ist die Oberfläche des Bauteils bereits leicht angetrocknet. Zur Kontrolle werden die Bleche nach dem Beizen und nach dem Trocknen verwogen. Im Vergleich zu Variante a) zeigt sich, dass der Flussmittelfilm 2,5 % weniger wiegt, was auf einen geringeren Restfeuchtegehalt infolge eines schnelleren Trocknens zurückzuführen ist. Nach dem 50 Verzinken bildet sich eine homogene Zinkschicht ohne jegliche Fehlstellen aus.

[0168] ad c) Das Blech wird durch Eintauchen in die Flussmittellösung vollständig mit Salzen belegt. Nach dem Trocknungsschritt ist die Oberfläche des Bauteils weitestgehend trocken. Im Vergleich der Gewichte des Flussmittelfilms mit Variante a) zeigt sich eine 11,5%-ige Gewichtsreduzierung. Nach dem Verzinken bildet sich eine homogene Zinkschicht ohne jegliche Fehlstellen aus.

55 **[0169]** ad d) Das Blech wird durch Eintauchen in die Flussmittellösung vollständig mit Salzen belegt. Nach dem Trocknungsschritt ist die Oberfläche des Bauteils vollständig trocken. Im Vergleich der Gewichte des Flussmittelfilms mit Variante a) zeigt sich eine 15%-ige Reduzierung. Nach dem Verzinken bildet sich eine homogene Zinkschicht ohne jegliche Fehlstellen aus.

[0170] ad e) Die Flussmittelsalze bilden einen Bodensatz, welcher nicht zu lösen ist. Folglich findet beim Eintauchen des Blechs in das Flussmittel keine effiziente Benetzung der Stahloberfläche mit Flussmittelsalzen statt. Bei der Verzinkung kommt es daraufhin nicht zur Reaktion zwischen Zinklegierung und Stahl, d. h. es ist keine effiziente Verzinkbarkeit gegeben.

5

Allgemeine Erkenntnisse

[0171] Bei gleichen Trocknungsbedingungen (d. h. gleichen Trocknungszeiten und Trocknungstemperaturen) führt der Einsatz von Alkohol im Flussmittelbad bereits bei geringen Mengenanteilen und auch bis zu hohen Mengenanteilen zu einem schnelleren Trocknen des Flussmittelfilms und zu einer besseren Verzinkungsqualität. Hieraus resultiert, dass eine bessere Trocknung zu einer besseren Verzinkungsqualität führt.

10

[0172] Auch bei Korrosionstestungen (Salzsprühtest bzw. Salzsprühnebeltest gemäß DIN EN ISO 9227:2012) zeigen die mit dem Alkohol enthaltenden Flussmittel vorbehandelten feuerverzinkten Bleche deutlich längere Standzeiten (bis zu 40 % Standzeitverbesserung) gegenüber feuerverzinkten Bleche, welche mit dem ansonsten identischen Flussmittel (jedoch ohne jeglichen Alkoholanteil, d. h. rein wässrig) vorbehandelt sind.

15

Beispielserien 2 bis 5 (erfindungsgemäß)

[0173] Beispielserie 1 wird wiederholt, jedoch mit abweichender Zusammensetzung des Verzinkungsbades.

20

Verzinkungsbad für Beispielserie 2

[0174] 500 ppm Aluminium, 0,05 Gew.-% Bismut, 0,3 Gew.-% Zinn, 0,04 Gew.-% Nickel, Rest Zink (d. h. ad 100 Gew.-%)

25

Verzinkungsbad für Beispielserie 3

[0175] 1.000 ppm Aluminium, 50 ppm Silizium, Rest Zink (d. h. ad 100 Gew.-%)

30

Verzinkungsbad für Beispielserie 4

[0176] 5,42 Gew.-% Aluminium, Rest Zink (d. h. ad 100 Gew.-%)

35

Verzinkungsbad für Beispielserie 5

[0177] Aluminium 4,51 Gew.-%, Rest Zink (d. h. ad 100 Gew.-%)

Ergebnisse

[0178] Es werden analoge Ergebnisse zur Beispielserie 1 erhalten, wobei speziell im Fall der Beispielserien 4 und 5 auch optisch signifikant verbesserte, d. h. besonders glänzende Oberflächen resultieren.

40

Beispielserien 6 bis 10 (erfindungsgemäß)

[0179] Beispielserien 1 bis 5 werden wiederholt, jedoch mit abweichender Flussmittelzusammensetzung (Verwendung von 0,005 Gew.-% bzw. 50 ppm AgCl anstelle von AlCl₃).

45

Ergebnisse

[0180] Es werden analoge Ergebnisse zu den Beispielserien 1 bis 5 erhalten.

50

Beispielserien 11 bis 15 (erfindungsgemäß)

[0181] Beispielserien 1 bis 5 werden wiederholt, jedoch mit abweichender Flussmittelzusammensetzung (Verwendung einer Kombination von 0,0025 Gew.-% bzw. 25 ppm AgCl und 0,0025 Gew.-% bzw. 25 ppm AlCl₃ anstelle von AlCl₃ allein).

55

Ergebnisse

[0182] Es werden analoge Ergebnisse zu den Beispielserien 1 bis 5 erhalten.

5 **Beispielserien 16 bis 30 (Vergleich)**

[0183] Beispielserien 1 bis 15 werden wiederholt, jedoch mit abweichender Flussmittelzusammensetzung (vollständiges Weglassen von AlCl_3 und AgCl).

10 Ergebnisse

[0184] Im Fall der Alkoholgehalte a) bis d) resultieren jeweils nach dem Verzinken stark inhomogene Zinkschichten mit einer signifikanten Anzahl von Fehlstellen und deutlich sichtbaren Defektstrukturen.

15 [0185] Im Falle der Alkoholgehalte von e) ist auch hier überhaupt keine Verzinkbarkeit gegeben, da die Flussmittelsalze einen nicht löslichen Bodensatz bilden.

Allgemeine Rezepturen für Flussmittel (erfindungsgemäß)

20 [0186] Nachfolgend werden allgemeine Rezepturangaben für typische erfindungsgemäß verwendete Flussmittelzusammensetzungen und Flussmittelbäder mit Optimierung in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Zink/Aluminium-Schmelze gegeben.

| | | <u>Flussmittelzusammensetzung</u> | |
|----|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 25 | ZnCl_2 | 56 bis 85 % | |
| | | Für Al = 4,2 bis 6,2 %: | typischerweise 77 bis 82 % |
| | | Für Al bis 1.000 ppm: | typischerweise 56 bis 62 % |
| | NH_4Cl | 10 bis 44 % | |
| 30 | | Für Al = 4,2 bis 6,2 %: | typischerweise 10 bis 15 % |
| | | Für Al bis 1.000ppm: | typischerweise 38 bis 44 % |
| | NaCl | > 0 bis 6 % | |
| | | Für Al = 4,2 bis 6,2 %: | typischerweise 5 bis 7 % |
| | | Für Al bis 1.000 ppm: | typischerweise > 0 bis 1 % |
| 35 | KCl | > 0 bis 2 % | |
| | | Für Al = 4,2 bis 6,2 %: | typischerweise 1 bis 3 % |
| | | Für Al bis 1.000 ppm: | typischerweise > 0 bis 0,5 % |
| | $\text{AgCl}/\text{AlCl}_3$ | 0,5 bis 500 ppm | |

40 [0187] Alle vorstehenden Prozentangaben (Gew.-%) bezogen auf den Feststoff-Salzgehalt (Trockengewicht).

Flussmittelbad

45 [0188] Salzgehalt (Flussmittelzusammensetzung) insgesamt 200 bis 700 g/l, typischerweise 450 bis 550 g/l
pH im Bereich von 2,5 bis 5

50 Für Al = 4,2 bis 6,2 %: typischerweise 2,5 bis 3,5
Für Al bis 1.000 ppm: typischerweise 4 bis 5 %

ausreichende Menge an anorganischer Säure und Ammoniaklösung zur Einstellung des erforderlichen pH-Werts (Feineinstellung mit Ammoniaklösung)
Temperatur des Flussmittels im Bereich von 15 bis 80 °C

55 Für Al = 4,2 bis 6,2 %: typischerweise 50 bis 70°C
Für Al bis 1.000 ppm: typischerweise 35 bis 60°C

Netzmittelgehalt 0,2 bis 5%

Lösung mit einem Anteil Propanol und/oder Ethanol von 0,2 bis 72 %

Für AI=4,2 bis 6,2 %: typischerweise 5 bis 20 %

Für AI bis 1.000 ppm: typischerweise 5 bis 20 %

Patentansprüche

1. Verwendung einer Anlage zur Feuerverzinkung von Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Anlage die folgenden Behandlungsvorrichtungen in der nachfolgend aufgeführten Abfolge umfasst:

(A) mindestens eine Entfettungsvorrichtung zur Entfettungsbehandlung von Eisen- oder Stahlbauteilen; in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (A)

(B) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten Eisen- oder Stahlbauteilen;

in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (B)

(C) mindestens eine Beizvorrichtung zur Beizbehandlung von in der Entfettungsvorrichtung (A) entfetteten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (B) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen;

in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (C)

(D) gegebenenfalls mindestens eine Spülvorrichtung zum Spülen von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten Eisen- oder Stahlbauteilen;

in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (D)

(E) mindestens eine Flussmittelbehandlungsvorrichtung zur Flussmittelbehandlung von in der Beizvorrichtung (C) gebeizten und gegebenenfalls in der Spülvorrichtung (D) gespülten Eisen- oder Stahlbauteilen, wobei die Flussmittelbehandlungsvorrichtung mindestens ein Flussmittelbad mit einer Flussmittelzusammensetzung enthält,

wobei das Flussmittelbad eine ein Alkohol/Wasser-Gemisch enthaltende flüssige Phase umfasst, wobei die flüssige Phase des Flussmittelbades die Flussmittelzusammensetzung enthält, wobei der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ein mit Wasser mischbarer und/oder ein in Wasser löslicher Alkohol ist und ausgewählt ist aus der Gruppe von linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten, aliphatischen, cycloaliphatischen oder aromatischen, primären, sekundären oder tertiären einwertigen C₁-C₄-Alkoholen und deren Mischungen,

und

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

(i) Zinkchlorid (ZnCl₂) in Mengen im Bereich von 50 bis 95 Gew.-%,

(ii) Ammoniumchlorid (NH₄Cl) in Mengen im Bereich von 5 bis 45 Gew.-%,

(iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,1 bis 25 Gew.-% und

(iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz in Mengen im Bereich von 5 • 10⁻⁵ bis 2 Gew.-%

enthält, wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren,

und

wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid (PbCl₂) und Nickelchlorid (NiCl₂) ausgebildet ist;

in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (E)

(F) mindestens eine Trocknungsvorrichtung (F) zur Trocknung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen Eisen- oder Stahlbauteilen,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mittels einer Steuerungseinrichtung derart gesteuert wird, dass die Trocknungsbehandlung derart durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Eisen- oder Stahlbauteils bei der Trocknung eine Temperatur im Bereich von 100 bis 300 °C aufweist,

wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens einen Einlass zum Einführen und/oder Einlassen von Luft aufweist und
wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens eine Trocknungseinrichtung umfasst;
in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zu (F)

5
(G) mindestens eine Feuerverzinkungsvorrichtung zur Feuerverzinkung von in der Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) einer Flussmittelbehandlung unterzogenen und gegebenenfalls in der Trocknungsvorrichtung (F) getrockneten Eisen- oder Stahlbauteilen,
10 wobei die Feuerverzinkungsvorrichtung mindestens ein eine aluminiumhaltige Zinkschmelze enthaltendes Verzinkungsbad, ausgebildet zum Tauchen von Eisen- oder Stahlbauteilen, umfasst.

2. Verwendung nach Anspruch 1,

wobei das Flussmittelbad sauer eingestellt ist; und/oder
15 wobei das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt ist, insbesondere im pH-Wert-Bereich von 0 bis 6,9, vorzugsweise im pH-Wert-Bereich von 0,5 bis 6,5, bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1 bis 5,5, besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 1,5 bis 5, ganz besonders bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4,5, noch mehr bevorzugt im pH-Wert-Bereich von 2 bis 4;
und/oder
20 wobei das Flussmittelbad auf einen definierten und/oder vorgegebenen, insbesondere sauren pH-Wert eingestellt ist, wobei die Einstellung des pH-Werts mittels einer vorzugsweise anorganischen Säure in Kombination mit einer vorzugsweise anorganischen basischen Verbindung, insbesondere Ammoniak (NH₃), erfolgt ist.

3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2,

25 wobei das Flussmittelbad das Alkohol/Wasser-Gemisch in einem gewichtsbezogenen Alkohol/Wasser-Mengenverhältnis im Bereich von 0,5 : 99,5 bis 99 : 1, insbesondere im Bereich von 2 : 98 bis 95 : 5, vorzugsweise im Bereich von 5 : 95 bis 90 : 10, bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 50 : 50, besonders bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 45 : 55, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 5 : 95 bis 50 : 50, noch mehr bevorzugt im Bereich von 10 : 90 bis 30 : 70, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, enthält; und/oder
30 wobei das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von mindestens 0,5 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von mindestens 1 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 2 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 4 Gew.-%, enthält; und/oder
35 wobei das Flussmittelbad den Alkohol, bezogen auf das Alkohol/Wasser-Gemisch, in einer Menge von bis zu 90 Gew.-%, insbesondere in einer Menge von bis zu 70 Gew.-%, vorzugsweise in einer Menge von bis zu 50 Gew.-%, besonders bevorzugt in einer Menge von bis zu 30 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in einer Menge von bis zu 25 Gew.-%, enthält; und/oder
40 wobei der Alkohol des Alkohol/Wasser-Gemischs des Flussmittelbades ausgewählt ist aus der Gruppe von Methanol, Ethanol, Propan-1-ol, Propan-2-ol, Butan-1-ol, Butan-2-ol und deren Mischungen.

4. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei das Flussmittelbad außerdem mindestens ein Netzmittel und/oder Tensid, insbesondere mindestens ein ionisches oder nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, bevorzugt mindestens ein nichtionisches Netzmittel und/oder Tensid, enthält;
45 insbesondere wobei das Flussmittelbad das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid in Mengen von 0,0001 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 10 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 8 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 6 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Gew.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Gew.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthält;
und/oder
50 insbesondere wobei das Flussmittelbad das mindestens eine Netzmittel und/oder Tensid in Mengen von 0,0001 bis 10 Vol.-%, vorzugsweise in Mengen von 0,001 bis 8 Vol.-%, bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt in Mengen von 0,05 bis 3 Vol.-%, noch mehr bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Vol.-%, bezogen auf das Flussmittelbad, enthält.
55

5. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

EP 3 663 429 B1

wobei das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von mindestens 150 g/l, insbesondere in einer Menge von mindestens 200 g/l, vorzugsweise in einer Menge von mindestens 250 g/l, bevorzugt in einer Menge von mindestens 300 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 400 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von mindestens 450 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von mindestens 500 g/l, enthält, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung; und/oder

wobei das Flussmittelbad die Flussmittelzusammensetzung in einer Menge von 150 g/l bis 750 g/l, insbesondere in einer Menge von 200 g/l bis 700 g/l, vorzugsweise in einer Menge von 250 g/l bis 650 g/l, bevorzugt in einer Menge von 300 g/l bis 625 g/l, besonders bevorzugt in einer Menge von 400 g/l bis 600 g/l, ganz besonders bevorzugt in einer Menge von 450 g/l bis 580 g/l, noch mehr bevorzugt in einer Menge von 500 g/l bis 575 g/l, enthält, insbesondere berechnet als Gesamtsalzgehalt der Flussmittelzusammensetzung.

6. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Inhaltsstoffe

(i) Zinkchlorid ($ZnCl_2$) in Mengen im Bereich von 55 bis 90 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 60 bis 85 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 65 bis 82,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 70 bis 82 Gew.-%,

(ii) Ammoniumchlorid (NH_4Cl) in Mengen im Bereich von 7,5 bis 40 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 10 bis 35 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 11 bis 25 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 12 bis 20 Gew.-%,

(iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz in Mengen im Bereich von 0,5 bis 20 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 1 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 12,5 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 4 bis 10 Gew.-%, und

(iv) mindestens ein Aluminiumsalz und/oder mindestens ein Silbersalz in Mengen im Bereich von $5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ Gew.-%

enthält, wobei alle vorgenannten Mengenangaben auf die Zusammensetzung bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren, und wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid ($PbCl_2$) und Nickelchlorid ($NiCl_2$) ausgebildet ist.

7. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) ein Alkali- und/oder Erdalkalichlorid enthält; und/oder

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens ein Alkali- und/oder Erdalkalisalz eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen enthält; und/oder

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkali- und/oder Erdalkalisalze, insbesondere mindestens zwei Alkali- und/oder Erdalkalisalze eines Alkali- und/oder Erdalkalimetalls aus der Gruppe von Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cäsium (Cs), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) sowie der Kombinationen, enthält; und/oder

wobei die Flussmittelzusammensetzung als Alkali- und/oder Erdalkalisalz der Komponente (iii) mindestens zwei voneinander verschiedene Alkalisalze, insbesondere zwei voneinander verschiedene Alkalichloride, vorzugsweise Natriumchlorid und Kaliumchlorid, insbesondere mit einem Natrium/Kalium-Gewichtsverhältnis im Bereich von 50 : 1 bis 1 : 50, insbesondere im Bereich von 25 : 1 bis 1 : 25, vorzugsweise im Bereich von 10 : 1 bis 1 : 10, enthält.

8. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei auch von Cobaltchlorid ($CoCl_2$), Manganchlorid ($MnCl_2$), Zinnchlorid ($SnCl_2$), Bismutchlorid ($BiCl_3$) und Antimonchlorid ($SbCl_3$) ausgebildet ist; und/oder wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Bleichlorid ($PbCl_2$), Nickelchlorid ($NiCl_2$), Cobaltchlorid ($CoCl_2$), Manganchlorid ($MnCl_2$), Zinnchlorid ($SnCl_2$), Bismutchlorid ($BiCl_3$) und Antimonchlorid ($SbCl_3$)

ausgebildet ist und/oder wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Chloriden aus der Gruppe von Bleichlorid (PbCl_2), Nickelchlorid (NiCl_2), Cobaltchlorid (CoCl_2), Manganchlorid (MnCl_2), Zinnchlorid (SnCl_2), Bismutchlorid (BiCl_3) und Antimonchlorid (SbCl_3) ausgebildet ist; und/oder wobei die Flussmittelzusammensetzung vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Metallen aus der Gruppe von Blei (Pb), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Zinn (Sn), Bismut (Bi) und Antimon (Sb) ausgebildet ist; und/oder wobei die Flussmittelzusammensetzung, abgesehen von Zinkchlorid (ZnCl_2) sowie von Aluminium- und/oder Silbersalz, insbesondere Silberchlorid (AgCl) und/oder Aluminiumchlorid (AlCl_3), vollkommen frei von Salzen und Verbindungen von Übergangs- und Schwermetallen ausgebildet ist.

9. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Flussmittelbehandlungsvorrichtung (E) eine Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung, insbesondere eine Einrichtung zum Tauchen oder zum Sprühauftrag, vorzugsweise eine Einrichtung zum Tauchen, umfasst, insbesondere wobei die Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von 0,001 bis 30 Minuten, insbesondere 0,01 bis 20 Minuten, vorzugsweise 0,1 bis 15 Minuten, vorzugsweise 0,5 bis 10 Minuten, besonders bevorzugt 1 bis 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht wird, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht wird, und/oder insbesondere wobei die Einrichtung zum Inkontaktbringen des Eisen- oder Stahlbauteils mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil für eine Dauer von bis zu 30 Minuten, insbesondere bis zu 20 Minuten, vorzugsweise bis zu 15 Minuten, vorzugsweise bis zu 10 Minuten, besonders bevorzugt bis zu 5 Minuten, mit dem Flussmittelbad und/oder der Flussmittelzusammensetzung in Kontakt gebracht wird, insbesondere in das Flussmittelbad getaucht wird; und/oder wobei die Trocknungsvorrichtung (F) mindestens einen Ofen umfasst.

10. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Aluminium im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%, aufweist, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, insbesondere wobei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, bezogen auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad, eine Menge an Zink von mindestens 75 Gew.-%, insbesondere mindestens 80 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 85 Gew.-%, bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, sowie gegebenenfalls mindestens ein weiteres Metall, insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-% und/oder insbesondere ausgewählt aus der Gruppe von Bismut (Bi), Blei (Pb), Zinn (Sn), Nickel (Ni), Silizium (Si), Magnesium (Mg) und deren Kombinationen, aufweist, wobei alle vorstehend genannten Mengenangaben derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren.

11. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad die folgende Zusammensetzung aufweist, wobei alle nachfolgend genannten Mengenangaben auf die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad bezogen sind und derart auszuwählen sind, dass insgesamt 100 Gew.-% resultieren:

(i) Zink (Zn), insbesondere in Mengen im Bereich von 75 bis 99,9999 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 80 bis 99,999 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 82,5 bis 99,995 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 85 bis 99,99 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 87,5 bis 99,98 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 90 bis 99,95 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 92 bis 99,9 Gew.-%,

(ii) Aluminium (Al), insbesondere in Mengen im Bereich von 0,0001 bis 25 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 0,001 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 17,5 Gew.-%, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 15 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 10 Gew.-%, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 8 Gew.-%,

- (iii) gegebenenfalls Bismut (Bi), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,
 (iv) gegebenenfalls Blei (Pb), insbesondere in Mengen von bis zu 0,5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,2 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%,
 (v) gegebenenfalls Zinn (Sn), insbesondere in Mengen von bis zu 0,9 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,6 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,3 Gew.-%,
 (vi) gegebenenfalls Nickel (Ni), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,08 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,06 Gew.-%,
 (vii) gegebenenfalls Silizium (Si), insbesondere in Mengen von bis zu 0,1 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 0,05 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,01 Gew.-%
 (viii) gegebenenfalls Magnesium (Mg), insbesondere in Mengen von bis zu 5 Gew.-%, vorzugsweise in Mengen von bis zu 2,5 Gew.-%, bevorzugt in Mengen von bis zu 0,8 Gew.-%.

12. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder das Verzinkungsbad eine Temperatur im Bereich von 375 °C bis 750 °C, insbesondere Temperatur im Bereich von 380 °C bis 700 °C, vorzugsweise Temperatur im Bereich von 390 °C bis 680 °C, noch mehr bevorzugt im Bereich von 395 °C bis 675 °C, aufweist; und/oder

wobei die Feuerverzinkungsvorrichtung (G) derart ausgestaltet und/oder betreibbar ist und/oder derart ausgestaltet und/oder betrieben wird, insbesondere derart steuerbar ist und/oder derart gesteuert wird, insbesondere mittels einer Steuerungseinrichtung, dass das Eisen- oder Stahlbauteil in die aluminiumhaltige, insbesondere aluminiumlegierte Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder in das Verzinkungsbad getaucht, insbesondere hierin getaucht und bewegt, wird, insbesondere für eine Zeitdauer, welche ausreichend ist, um eine wirksame Feuerverzinkung (Schmelztauchverzinkung), zu gewährleisten, insbesondere für eine Zeitdauer im Bereich von 0,0001 bis 60 Minuten, vorzugsweise im Bereich von 0,001 bis 45 Minuten, bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 30 Minuten, noch mehr bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 15 Minuten; und/oder

wobei die Feuerverzinkungsvorrichtung (G) mindestens eine Einrichtung zum Kontaktieren und/oder Spülen oder Durchleiten der aluminiumhaltigen, insbesondere aluminiumlegierten Zinkschmelze ("Zn/Al-Schmelze") und/oder des Verzinkungsbades mit mindestens einem Inertgas, insbesondere Stickstoff, aufweist.

13. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Anlage kontinuierlich oder diskontinuierlich betreibbar ausgestaltet ist und/oder kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben wird; und/oder

wobei die Anlage derart ausgestaltet ist, dass das Eisen- oder Stahlbauteil als ein einzelnes Erzeugnis oder als eine Vielzahl einzelner Erzeugnisse feuerverzinkbar ist oder dass das Eisen- oder Stahlbauteil als ein Langprodukt, insbesondere ein Draht-, Rohr-, Blech-, Coil-Material oder dergleichen, feuerverzinkbar ist.

14. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Anlage, in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zur Feuerverzinkungsvorrichtung (F), außerdem mindestens Abkühlvorrichtung (H) zur Abkühlung des in der Feuerverzinkungsvorrichtung (F) feuerverzinkten Eisen- oder Stahlbauteils aufweist, insbesondere wobei die Abkühlvorrichtung (H) in Gegenwart von Luft betreibbar ausgestaltet ist und/oder betrieben wird und/oder insbesondere wobei die Anlage, in Prozessrichtung nachgeschaltet oder stromabwärts zur Abkühlvorrichtung (H), außerdem mindestens eine Nachbearbeitungs- und/oder Nachbehandlungsvorrichtung (I) zur Nachbearbeitung und/oder Nachbehandlung des feuerverzinkten und abgekühlten Eisen- oder Stahlbauteils aufweist.

Claims

1. Use of a system for hot-dip galvanizing iron or steel components, wherein the system comprises the following treatment devices in the sequence listed below:

- (A) at least one degreasing device for the degreasing treatment of iron or steel components; downstream in the process direction or downstream to (A)
 (B) optionally, at least one rinsing device for rinsing the iron or steel components degreased in the degreasing device (A);

downstream in the process direction or downstream to (B)
 (C) at least one pickling device for the pickling treatment of the iron or steel components degreased in the degreasing device (A) and optionally rinsed in the rinsing device (B);
 downstream in the process direction or downstream to (C)
 5 (D) optionally, at least one rinsing device for rinsing the iron or steel components pickled in the pickling device (C);
 downstream in the process direction or downstream to (D)
 (E) at least one flux treatment device for the flux treatment of the iron or steel components pickled in the pickling device (C) and optionally rinsed in the rinsing device (D), wherein the flux treatment device contains at least one flux bath with a flux composition,

10 wherein the flux bath comprises a liquid phase containing an alcohol/water-mixture, wherein the liquid phase of the flux bath contains the flux composition, wherein the alcohol of the alcohol/water-mixture of the flux bath is a water-miscible and/or a water-soluble alcohol and is selected from the group of linear or branched, saturated or unsaturated, aliphatic, cycloaliphatic or aromatic, primary, secondary or tertiary monohydric
 15 C₁-C₄ alcohols and mixtures thereof,
 and
 wherein the flux composition contains as ingredients

- 20 (i) zinc chloride (ZnCl₂) in amounts in the range of from 50 to 95 % by weight,
 (ii) ammonium chloride (NH₄Cl) in amounts in the range of from 5 to 45 % by weight,
 (iii) at least one alkali metal and/or alkaline earth metal salt in amounts in the range of from 0.1 to 25 % by weight and
 (iv) at least one aluminum salt and/or at least one silver salt in amounts in the range of from 5 • 10⁻⁵ to 2 % by weight,

25 wherein all above amounts are based on the composition and are to be selected such that a total of 100 % by weight results,
 and
 wherein the flux composition is completely free of lead chloride (PbCl₂) and nickel chloride (NiCl₂);

30 downstream in the process direction or downstream to (E)

(F) at least one drying device (F) for drying the iron or steel components subjected to the flux treatment in the flux treatment device (E),

35 wherein the drying device (F) is controlled by means of a control device such that the drying treatment is carried out such that the surface of the iron or steel component has a temperature in the range of from 100 to 300 °C during drying,
 wherein the drying device (F) has at least one inlet for introducing and/or letting in air, and
 40 wherein the drying device (F) comprises at least one drying means;
 downstream in the process direction or downstream to (F)

(G) at least one hot-dip galvanizing device for hot-dip galvanizing the iron or steel components subjected to the flux treatment in the flux treatment device (E) and optionally dried in the drying device (F),
 45 wherein the hot-dip galvanizing device comprises at least one galvanizing bath containing an aluminum-containing zinc melt designed for dipping iron or steel components.

2. Use according to claim 1,

50 wherein the flux bath is acidic; and/or
 wherein the flux bath is adjusted to a defined and/or predetermined, especially acidic pH value, especially in the pH value range of from 0 to 6.9, preferentially in the pH value range of from 0.5 to 6.5, preferably in the pH value range of from 1 to 5.5, more preferably in the pH value range of from 1.5 to 5, even more preferably in the pH value range of from 2 to 4.5, further preferably in the pH value range of from 2 to 4; and/or
 55 wherein the flux bath is adjusted to a defined and/or predetermined, especially acidic pH value, wherein the pH value is adjusted by means of a preferentially inorganic acid in combination with a preferentially inorganic basic compound, especially ammonia (NH₃).

3. Use according to claim 1 or 2,

wherein the flux bath contains the alcohol/water-mixture in a weight-related alcohol/water quantity ratio in the range of from 0.5 : 99.5 to 99 : 1, especially in the range of from 2 : 98 to 95 : 5, preferentially in the range of from 5 : 95 to 90 : 10, preferably in the range of from 5 : 95 to 50 : 50, more preferably in the range of from 5 : 95 to 45 : 55, even more preferably in the range of from 5 : 95 to 50 : 50, further more preferably in the range of from 10 : 90 to 30 : 70, based on the alcohol/water-mixture; and/or

wherein the flux bath contains the alcohol, based on the alcohol/water-mixture, in an amount of at least 0.5 % by weight, especially in an amount of at least 1 % by weight, preferentially in an amount of at least 2 % by weight, more preferably in an amount of at least 3 % by weight, even more preferably in an amount of at least 4 % by weight; and/or wherein the flux bath contains the alcohol, based on the alcohol/water-mixture, in an amount of up to 90 % by weight, especially in an amount of up to 70 % by weight, preferentially in an amount of up to 50 % by weight, more preferably in an amount of up to 30 % by weight, even more preferably in an amount of up to 25 % by weight; and/or wherein the alcohol of the alcohol/water-mixture of the flux bath is selected from the group consisting of methanol, ethanol, propan-1-ol, propan-2-ol, butan-1-ol, butan-2-ol and mixtures thereof.

4. Use according to any of the preceding claims,

wherein the flux bath also contains at least one wetting agent and/or surfactant, especially at least one ionic or non-ionic wetting agent and/or surfactant, preferably at least one non-ionic wetting agent and/or surfactant; especially wherein the flux bath contains the at least one wetting agent and/or surfactant in amounts of 0.0001 to 15 % by weight, preferentially in amounts of 0.001 to 10 % by weight, preferably in amounts of 0.01 to 8 % by weight, more preferably in amounts of 0.01 to 6 % by weight, even more preferably in amounts of 0.05 to 3 % by weight, further preferably in amounts of 0.1 to 2 % by weight, based on the flux bath; and/or especially wherein the flux bath contains the at least one wetting agent and/or surfactant in amounts of 0.0001 to 10 % by volume, preferentially in amounts of 0.001 to 8 % by volume, preferably in amounts of 0.01 to 5 % by volume, more preferably in amounts of 0.01 to 5 % by volume, even more preferably in amounts of 0.05 to 3 % by volume, further preferably in amounts of 0.1 to 2 % by volume, based on the flux bath.

5. Use according to any of the preceding claims,

wherein the flux bath contains the flux composition in an amount of at least 150 g/l, especially in an amount of at least 200 g/l, preferentially in an amount of at least 250 g/l, preferably in an amount of at least 300 g/l, more preferably in an amount of at least 400 g/l, even more preferably in an amount of at least 450 g/l, further preferably in an amount of at least 500 g/l, especially calculated as the total salt content of the flux composition; and/or wherein the flux bath contains the flux composition in an amount of 150 g/l to 750 g/l, especially in an amount of 200 g/l to 700 g/l, preferentially in an amount of 250 g/l to 650 g/l, preferably in an amount of 300 g/l to 625 g/l, more preferably in an amount of 400 g/l to 600 g/l, even more preferably in an amount of 450 g/l to 580 g/l, further preferably in an amount of 500 g/l to 575 g/l, especially calculated as the total salt content of the flux composition.

6. Use according to any of the preceding claims,

where the flux composition contains as ingredients

(i) zinc chloride (ZnCl_2) in amounts in the range of from 55 to 90 % by weight, preferably in the range of from 60 to 85 % by weight, more preferably in the range of from 65 to 82.5 % by weight, even more preferably in the range of from 70 to 82 % by weight,

(ii) ammonium chloride (NH_4Cl) in amounts in the range of from 7.5 to 40 % by weight, preferably in the range of from 10 to 35 % by weight, more preferably in the range of from 11 to 25 % by weight, even more preferably in the range of from 12 to 20 % by weight,

(iii) at least one alkali metal and/or alkaline earth metal salt in amounts in the range of from 0.5 to 20 % by weight, preferably in the range of from 1 to 15 % by weight, more preferably in the range of from 2 to 12.5 % by weight, even more preferably in the range of from 4 to 10 % by weight, and

(iv) at least one aluminum salt and/or at least one silver salt in amounts in the range of from $5 \cdot 10^{-5}$ to $5 \cdot 10^{-3}$ % by weight

wherein all the above amounts are based on the composition and are to be selected such that a total of 100 % by weight results, and
 wherein the flux composition is completely free of lead chloride (PbCl_2) and nickel chloride (NiCl_2).

5 7. Use according to any of the preceding claims,

wherein the flux composition contains an alkali metal and/or alkaline earth metal chloride as the alkali metal and/or alkaline earth metal salt of component (iii); and/or

10 wherein the flux composition contains as alkali metal and/or alkaline earth metal salt of component (iii) at least one alkali metal and/or alkaline earth metal salt of an alkali metal and/or alkaline earth metal from the group of lithium (Li), sodium (Na), potassium (K), rubidium (Rb), cesium (Cs), beryllium (Be), magnesium (Mg), calcium (Ca), strontium (Sr) and barium (Ba) and combinations thereof; and/or

15 wherein the flux composition comprises, as alkali metal and/or alkaline earth metal salt of component (iii), at least two different alkali metal and/or alkaline earth metal salts, especially at least two alkali metal and/or alkaline earth metal salts of an alkali metal and/or alkaline earth metal from the group consisting of lithium (Li), sodium (Na), potassium (K), rubidium (Rb), caesium (Cs), beryllium (Be), magnesium (Mg), calcium (Ca), strontium (Sr) and barium (Ba) and combinations thereof; and/or

20 wherein the flux composition contains as alkali metal and/or alkaline earth metal salt of component (iii) at least two alkali metal salts different from each other, especially two different alkali metal chlorides, preferentially sodium chloride and potassium chloride, especially with a sodium/potassium weight ratio in the range of from 50 : 1 to 1 : 50, especially in the range of from 25 : 1 to 1 : 25, preferentially in the range of from 10 : 1 to 1 : 10.

8. Use according to any of the preceding claims,

25 wherein the flux composition is also completely free of cobalt chloride (CoCl_2), manganese chloride (MnCl_2), tin chloride (SnCl_2), bismuth chloride (BiCl_3) and antimony chloride (SbCl_3); and/or

30 wherein the flux composition is completely free of lead chloride (PbCl_2), nickel chloride (NiCl_2), cobalt chloride (CoCl_2), manganese chloride (MnCl_2), tin chloride (SnCl_2), bismuth chloride (BiCl_3) and antimony chloride (SbCl_3) and/or wherein the flux composition is completely free of chlorides from the group of lead chloride (PbCl_2), nickel chloride (NiCl_2), cobalt chloride (CoCl_2), manganese chloride (MnCl_2), tin chloride (SnCl_2), bismuth chloride (BiCl_3) and antimony chloride (SbCl_3); and/or

35 wherein the flux composition is completely free of salts and compounds of metals selected from the group of lead (Pb), nickel (Ni), cobalt (Co), manganese (Mn), tin (Sn), bismuth (Bi) and antimony (Sb); and/or

wherein the flux composition, apart from zinc chloride (ZnCl_2) and aluminum and/or silver salt, especially silver chloride (AgCl) and/or aluminum chloride (AlCl_3), is completely free of salts and compounds of transition and heavy metals.

9. Use according to any of the preceding claims,

40 wherein the flux treatment device (E) comprises a device for bringing the iron or steel component into contact with the flux bath and/or the flux composition, especially a device for dipping or for spray application, preferentially a device for dipping, especially wherein the device for bringing the iron or steel component into contact with the flux bath and/or the flux composition can be controlled and/or is controlled, especially by means of a control device, such that the iron or steel component is brought into contact with the flux bath and/or the flux composition, especially is immersed in the flux bath, for a duration of 0.001 to 30 minutes, especially 0.01 to 20 minutes, preferentially 0.1 to 15 minutes, preferably 0.5 to 10 minutes, more preferably 1 to 5 minutes, and/or especially

45 wherein the device for bringing the iron or steel component into contact with the flux bath and/or the flux composition can be controlled and/or is controlled, especially by means of a control device, such that the iron or steel component is brought into contact with the flux bath and/or the flux composition, especially is immersed in the flux bath, for a duration of up to 30 minutes, especially up to 20 minutes, preferentially up to 15 minutes, preferably up to 10 minutes, more preferably up to 5 minutes; and/or

50 wherein the drying device (F) comprises at least one oven.

10. Use according to any of the preceding claims,

55 wherein the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath contains an amount of aluminum in the range of from 0.0001 to 25 % by weight, especially in the range of from 0.001 to 20 % by weight, preferentially in the range of from 0.005 to 17.5 % by weight, preferably in the range of from 0.01 to 15 % by weight, more preferably in the range of from 0.02 to 12.5 % by weight, even more preferably

in the range of from 0.05 to 10 % by weight, further preferably in the range of from 0.1 to 8 % by weight, based on the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath, especially wherein the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath, based on the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath, contains an amount of zinc of at least 75 % by weight, especially at least 80 % by weight, preferentially at least 85 % by weight, preferably at least 90 % by weight, and optionally at least one further metal, especially in amounts of up to 5 % by weight and/or especially selected from the group of bismuth (Bi), lead (Pb), tin (Sn), nickel (Ni), silicon (Si), magnesium (Mg) and combinations thereof, wherein all the above-mentioned amounts are to be selected such that a total of 100 % by weight results.

11. Use according to any of the preceding claims,

wherein the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath has the following composition, wherein all the amounts stated below are related to the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath and are to be selected such that a total of 100 % by weight results:

(i) zinc (Zn), especially in amounts in the range of from 75 to 99.9999 % by weight, especially in the range of from 80 to 99.999 % by weight, preferentially in the range of from 82.5 to 99.995 % by weight, preferably in the range of from 85 to 99.99 % by weight, more preferably in the range of from 87.5 to 99.98 % by weight, even more preferably in the range of from 90 to 99.95 % by weight, further preferably in the range of from 92 to 99.9 % by weight,

(ii) aluminum (Al), especially in amounts in the range of from 0.0001 to 25 % by weight, especially in the range of from 0.001 to 20 % by weight, preferentially in the range of from 0.005 to 17.5 % by weight, preferably in the range of from 0.01 to 15 % by weight, more preferably in the range of from 0.02 to 12.5 % by weight, even more preferably in the range of from 0.05 to 10% by weight, further preferably in the range of from 0.1 to 8 % by weight,

(iii) optionally bismuth (Bi), especially in amounts of up to 0.5 % by weight, preferentially in amounts of up to 0.3 % by weight, preferably in amounts of up to 0.1 % by weight,

(iv) optionally lead (Pb), especially in amounts of up to 0.5 % by weight, preferentially in amounts of up to 0.2 % by weight, preferably in amounts of up to 0.1 % by weight,

(v) optionally tin (Sn), especially in amounts of up to 0.9 % by weight, preferentially in amounts of up to 0.6 % by weight, preferably in amounts of up to 0.3 % by weight,

(vi) optionally nickel (Ni), especially in amounts of up to 0.1 % by weight, preferentially in amounts of up to 0.08 % by weight, preferably in amounts of up to 0.06 % by weight,

(vii) optionally silicon (Si), especially in amounts of up to 0.1 % by weight, preferentially in amounts of up to 0.05 % by weight, preferably in amounts of up to 0.01 % by weight

(viii) optionally magnesium (Mg), especially in amounts of up to 5 % by weight, preferentially in amounts of up to 2.5 % by weight, preferably in amounts of up to 0.8 % by weight.

12. Use according to any of the preceding claims,

wherein the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath has a temperature in the range of from 375 °C to 750 °C, especially a temperature in the range of from 380 °C to 700 °C, preferentially a temperature in the range of from 390 °C to 680 °C, more preferably in the range of from 395 °C to 675 °C; and/or

wherein the hot-dip galvanizing device (G) is designed and/or can be operated and/or is designed and/or operated, especially can be controlled and/or is controlled, especially by means of a control device, such that the iron or steel component is immersed in the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or in the galvanizing bath, especially immersed and moved therein, especially for a period of time which is sufficient to ensure effective hot-dip galvanizing, especially for a period of time in the range of from 0.0001 to 60 minutes, preferentially in the range of from 0.001 to 45 minutes, preferably in the range of from 0.01 to 30 minutes, more preferably in the range of from 0.1 to 15 minutes; and/or

wherein the hot-dip galvanizing device (G) has at least one device for contacting and/or flushing or passing through the aluminum-containing, especially aluminum-alloyed zinc melt ("Zn/Al-melt") and/or the galvanizing bath with at least one inert gas, especially nitrogen.

13. Use according to any of the preceding claims,

wherein the system is designed to be operated continuously or discontinuously and/or is operated continuously

or discontinuously; and/or

wherein the system is designed such that the iron or steel component can be hot-dip galvanized as a single product or as a plurality of individual products or that the iron or steel component can be hot-dip galvanized as a long product, especially a wire, tube, sheet, coil material or the like.

5

14. Use according to any of the preceding claims, wherein the system, connected downstream or downstream of the hot-dip galvanizing device (F) in the process direction, further comprises at least one cooling device (H) for cooling the iron or steel component hot-dip galvanized in the hot-dip galvanizing device (F), especially wherein the cooling device (H) is designed and/or operated so as to be operable in the presence of air and/or especially wherein the system further comprises at least one post-processing and/or post-treatment device (I) for post-processing and/or post-treating the hot-dip galvanized and cooled iron or steel component hot-dip galvanized in the hot-dip galvanizing device (F), downstream or downstream of the cooling device (H) in the process direction.

10

15

Revendications

1. Utilisation d'une installation pour la galvanisation à chaud d'éléments de construction en fer ou en acier, l'installation comprenant les dispositifs de traitement suivants dans l'ordre indiqué ci-dessous:

20

(A) au moins un dispositif de dégraissage pour le traitement de dégraissage d'éléments de construction en fer ou en acier;

en aval dans le sens du processus ou en aval de (A)

(B) le cas échéant, au moins un dispositif de rinçage pour rincer des éléments de construction en fer ou en acier dégraissés dans le dispositif de dégraissage (A);

25

en aval dans le sens du processus ou en aval de (B)

(C) au moins un dispositif de décapage pour le traitement de décapage de composants en fer ou en acier dégraissés dans le dispositif de dégraissage (A) et éventuellement rincés dans le dispositif de rinçage (B);

en aval dans le sens du processus ou en aval de (C)

30

(D) le cas échéant, au moins un dispositif de rinçage pour rincer les éléments de construction en fer ou en acier décapés dans le dispositif de décapage (C);

en aval dans le sens du processus ou en aval de (D)

(E) au moins un dispositif de traitement par flux pour le traitement par flux de composants en fer ou en acier décapés dans le dispositif de décapage (C) et éventuellement rincés dans le dispositif de rinçage (D), le dispositif de traitement par flux contenant au moins un bain de flux avec une composition de flux,

35

où le bain de flux comprend une phase liquide contenant un mélange alcool/eau, la phase liquide du bain de flux contenant la composition de flux, où l'alcool du mélange alcool/eau du bain de flux est un alcool miscible à l'eau et/ou un alcool soluble dans l'eau et est choisi dans le groupe des alcools monovalents linéaires ou ramifiés, saturés ou insaturés, aliphatiques, cycloaliphatiques ou aromatiques, primaires, secondaires ou tertiaires C₁-C₄ et leurs mélanges,

40

et

où la composition de flux contient comme ingrédients

(i) chlorure de zinc (ZnCl₂) en quantités comprises entre 50 et 95 % en poids,

(ii) chlorure d'ammonium (NH₄Cl) en quantités comprises entre 5 et 45 % en poids,

(iii) au moins un sel alcalin et/ou alcalino-terreux en des quantités comprises entre 0,1 et 25 % en poids, et

(iv) au moins un sel d'aluminium et/ou au moins un sel d'argent en quantités comprises entre 5 • 10⁻⁵ et 2 % en poids

50

toutes les indications de quantité susmentionnées se rapportant à la composition et devant être choisies de telle sorte qu'il en résulte au total 100 % en poids,

et

où la composition de flux est totalement exempte de chlorure de plomb (PbCl₂) et de chlorure de nickel (NiCl₂);

55

en aval dans le sens du processus ou en aval de (E)

EP 3 663 429 B1

(F) au moins un dispositif de séchage (F) pour sécher des composants en fer ou en acier soumis à un traitement par flux dans le dispositif de traitement par flux (E),

5 le dispositif de séchage (F) étant commandé au moyen d'un dispositif de commande de telle sorte que le traitement de séchage est effectué de telle sorte que la surface de la pièce en fer ou en acier présente une température dans la plage de 100 à 300 °C lors du séchage,
où le dispositif de séchage (F) comprend au moins une entrée pour l'introduction et/ou l'admission d'air, et
où le dispositif de séchage (F) comprend au moins un dispositif de séchage;
10 en aval dans le sens du processus ou en aval de (F)

(G) au moins un dispositif de galvanisation à chaud pour la galvanisation à chaud de pièces de construction en fer ou en acier soumises à un traitement par flux dans le dispositif de traitement par flux (E) et éventuellement séchées dans le dispositif de séchage (F),
15 où le dispositif de galvanisation à chaud comprend au moins un bain de galvanisation contenant un bain de zinc fondu contenant de l'aluminium, conçu pour immerger des composants en fer ou en acier.

2. Utilisation selon la revendication 1,

le bain de flux étant réglé sur acide; et/ou
20 le bain de flux étant réglé à une valeur de pH définie et/ou prédéterminée, en particulier acide, en particulier dans la plage de valeurs de pH de 0 à 6,9, de préférence dans la plage de valeurs de pH de 0,5 à 6,5, de préférence dans la plage de valeurs de pH de 1 à 5,5, de manière particulièrement préférée dans la plage de valeurs de pH de 1,5 à 5, de manière tout à fait préférée dans la plage de valeurs de pH de 2 à 4,5, de manière encore plus préférée dans la plage de valeurs de pH de 2 à 4; et/ou
25 le bain de flux étant réglé à une valeur de pH définie et/ou prédéterminée, en particulier au moyen d'un acide de préférence inorganique en combinaison avec un composé basique de préférence inorganique, en particulier l'ammoniac (NH₃).

3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2,

30 le bain de flux contenant le mélange alcool/eau dans un rapport quantitatif alcool/eau en poids dans la plage de 0,5 : 99,5 à 99 : 1, en particulier dans la plage de 2 : 98 à 95 : 5, de préférence dans la plage de 5 : 95 à 90 : 10, de préférence dans la plage de 5 : 95 à 50 : 50, de préférence dans la plage de 5 : 95 à 45 : 55, de manière tout à fait préférée dans la plage de 5 : 95 à 50 : 50, de manière encore plus préférée dans la plage
35 de 10 : 90 à 30 : 70, par rapport au mélange alcool/eau; et/ou
le bain de flux contenant l'alcool, par rapport au mélange alcool/eau, en une quantité d'au moins 0,5 % en poids, en particulier en une quantité d'au moins 1 % en poids, de préférence en une quantité d'au moins 2 % en poids, de manière particulièrement préférée en une quantité d'au moins 3 % en poids, de manière encore plus préférée en une quantité d'au moins 4 % en poids; et/ou
40 le bain de flux contenant l'alcool, par rapport au mélange alcool/eau, en une quantité allant jusqu'à 90 % en poids, en particulier en une quantité allant jusqu'à 70 % en poids, de préférence en une quantité allant jusqu'à 50 % en poids, de manière particulièrement préférée en une quantité allant jusqu'à 30 % en poids, de manière encore plus préférée en une quantité allant jusqu'à 25 % en poids; et/ou
l'alcool du mélange alcool/eau du bain de flux étant choisi dans le groupe constitué par le méthanol, l'éthanol,
45 le propan-1-ol, le propan-2-ol, le butan-1-ol, le butan-2-ol et leurs mélanges.

4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

le bain de flux contenant en outre au moins un agent mouillant et/ou un agent tensioactif, en particulier au moins
50 un agent mouillant et/ou un agent tensioactif ionique ou non ionique, de préférence au moins un agent mouillant et/ou un agent tensioactif non ionique;
en particulier où le bain de flux contient ledit au moins un agent mouillant et/ou agent tensioactif en des quantités de 0,0001 à 15 % en poids, de préférence en des quantités de 0,001 à 10 % en poids, de préférence en des quantités de 0,01 à 8 % -en poids-, de manière encore plus préférée en des quantités de 0,01 à 6 % en poids,
55 de manière tout à fait préférée en des quantités de 0,05 à 3 % en poids, de manière encore plus préférée en des quantités de 0,1 à 2 % en poids, par rapport au bain de flux; et/ou
en particulier où le bain de flux contient ledit au moins un agent mouillant et/ou agent tensioactif en des quantités de 0,0001 à 10 % en volume, de préférence en des quantités de 0,001 à 8 % en volume, de préférence en des

EP 3 663 429 B1

quantités de 0,01 à 5 % en volume, de manière encore plus préférée en des quantités de 0,01 à 5 % en volume, de manière tout à fait préférée en des quantités de 0,05 à 3 % en volume, de manière encore plus préférée en des quantités de 0,1 à 2 % en volume, par rapport au bain de flux.

5 **5.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

le bain de flux contenant la composition de flux en une quantité d'au moins 150 g/l, en particulier en une quantité d'au moins 200 g/l, de préférence en une quantité d'au moins 250 g/l, de préférence en une quantité d'au moins 300 g/l, de manière particulièrement préférée en une quantité d'au moins 400 g/l, de manière tout à fait préférée en une quantité d'au moins 450 g/l, de manière encore plus préférée en une quantité d'au moins 500 g/l, calculée en particulier en tant que teneur totale en sel de la composition de flux; et/ou

10 le bain de flux contenant la composition de flux en une quantité de 150 g/l à 750 g/l, en particulier en une quantité de 200 g/l à 700 g/l, de préférence en une quantité de 250 g/l à 650 g/l, de préférence en une quantité de 300 g/l à 625 g/l, de manière particulièrement préférée en une quantité de 400 g/l à 600 g/l, de manière tout à fait préférée en une quantité de 450 g/l à 580 g/l, de manière encore plus préférée en une quantité de 500 g/l à 575 g/l, en particulier calculée en tant que teneur totale en sel de la composition de flux.

15 **6.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

20 où la composition de flux contient comme ingrédients

(i) du chlorure de zinc ($ZnCl_2$) en des quantités allant de 55 à 90 % en poids, de préférence de 60 à 85 % en poids, de manière particulièrement préférée de 65 à 82,5 % en poids, de manière encore plus préférée de 70 à 82 % en poids,

25 (ii) du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) en des quantités de l'ordre de 7,5 à 40 % en poids, de préférence de l'ordre de 10 à 35 % en poids, de manière particulièrement préférée de l'ordre de 11 à 25 % en poids, de manière encore plus préférée de l'ordre de 12 à 20 % en poids,

(iii) au moins un sel alcalin et/ou alcalino-terreux en des quantités de l'ordre de 0,5 à 20 % en poids, de préférence de l'ordre de 1 à 15 % en poids, de manière particulièrement préférée de l'ordre de 2 à 12,5 % en poids, de manière encore plus préférée de l'ordre de 4 à 10 % en poids, et

30 (iv) au moins un sel d'aluminium et/ou au moins un sel d'argent en quantités comprises entre $5 \cdot 10^{-5}$ et $5 \cdot 10^{-3}$ % en poids

toutes les indications de quantité susmentionnées se rapportant à la composition et étant choisies de manière à obtenir un total de 100 % en poids, et

35 où la composition de flux est totalement exempte de chlorure de plomb ($PbCl_2$) et de chlorure de nickel ($NiCl_2$).

7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

40 la composition de flux contenant, en tant que sel alcalin et/ou alcalino-terreux du composant (iii), un chlorure alcalin et/ou alcalino-terreux; et/ou

la composition de flux contenant, en tant que sel alcalin et/ou alcalino-terreux du composant (iii), au moins un sel alcalin et/ou alcalino-terreux d'un métal alcalin et/ou alcalino-terreux choisi dans le groupe constitué par le lithium (Li), le sodium (Na), le potassium (K), le rubidium (Rb), le césium (Cs), le béryllium (Be), le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le strontium (Sr) et le baryum (Ba) et les combinaisons; et/ou

45 la composition de flux contenant, comme sel alcalin et/ou alcalino-terreux du composant (iii), au moins deux sels alcalins et/ou alcalino-terreux différents l'un de l'autre, en particulier au moins deux sels alcalins et/ou alcalino-terreux d'un métal alcalin et/ou alcalino-terreux du groupe du lithium (Li), du sodium (Na), du potassium (K), du rubidium (Rb), du césium (Cs), du béryllium (Be), du magnésium (Mg), du calcium (Ca), du strontium (Sr) et du baryum (Ba) ainsi que des combinaisons; et/ou

50 la composition de flux contenant, comme sel alcalin et/ou alcalino-terreux du composant (iii), au moins deux sels alcalins différents l'un de l'autre, en particulier deux chlorures alcalins différents l'un de l'autre, de préférence du chlorure de sodium et du chlorure de potassium, en particulier avec un rapport pondéral sodium/potassium dans la plage de 50:1 à 1:50, en particulier dans la plage de 25:1 à 1:25, de préférence dans la plage de 10:1 à 1:10.

55 **8.** Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

ladite composition de flux étant également totalement exempte de chlorure de cobalt (CoCl_2), de chlorure de manganèse (MnCl_2), de chlorure d'étain (SnCl_2), de chlorure de bismuth (BiCl_3) et de chlorure d'antimoine (SbCl_3); et/ou

5 ladite composition de flux étant totalement exempte de chlorure de plomb (PbCl_2), de chlorure de nickel (NiCl_2), de chlorure de cobalt (CoCl_2), de chlorure de manganèse (MnCl_2), de chlorure d'étain (SnCl_2), le chlorure de bismuth (BiCl_3) et le chlorure d'antimoine (SbCl_3) et/ou où la composition de flux est totalement exempte de chlorures choisis dans le groupe constitué par le chlorure de plomb (PbCl_2), chlorure de nickel (NiCl_2), chlorure de cobalt (CoCl_2), chlorure de manganèse (MnCl_2), chlorure d'étain (SnCl_2), chlorure de bismuth (BiCl_3) et chlorure d'antimoine (SbCl_3); et/ou

10 ladite composition de flux étant totalement exempte de sels et de composés de métaux choisis dans le groupe constitué par le plomb (Pb), le nickel (Ni), le cobalt (Co), le manganèse (Mn), l'étain (Sn), le bismuth (Bi) et l'antimoine (Sb); et/ou

15 la composition de flux étant, à l'exception du chlorure de zinc (ZnCl_2) ainsi que du sel d'aluminium et/ou d'argent, en particulier du chlorure d'argent (AgCl) et/ou du chlorure d'aluminium (AlCl_3), totalement exempte de sels et de composés de métaux de transition et de métaux lourds.

9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

20 le dispositif de traitement par flux (E) comprenant un dispositif pour mettre en contact la pièce en fer ou en acier avec le bain de flux et/ou la composition de flux, en particulier un dispositif pour le trempage ou l'application par pulvérisation, de préférence un dispositif pour le trempage, en particulier le dispositif de mise en contact de la pièce en fer ou en acier avec le bain de flux et/ou la composition de flux pouvant être commandé et/ou étant commandé, en particulier au moyen d'un dispositif de commande, de telle sorte que la pièce en fer ou en

25 acier soit mise en contact pendant une durée de 0,001 à 30 minutes, en particulier de 0,01 à 20 minutes, de préférence de 0,1 à 15 minutes, de préférence de 0,5 à 10 minutes, de manière particulièrement préférée de 1 à 5 minutes, est mis en contact avec le bain de flux et/ou la composition de flux, en particulier est plongé dans le bain de flux, et/ou en particulier le dispositif de mise en contact de la pièce en fer ou en acier avec le bain de flux et/ou la composition de flux peut être commandé et/ou est commandé de telle sorte, en particulier au

30 moyen d'un dispositif de commande, que la pièce en fer ou en acier est mise en contact avec le bain de flux et/ou la composition de flux, en particulier immergée dans le bain de flux, pendant une durée allant jusqu'à 30 minutes, en particulier jusqu'à 20 minutes, de préférence jusqu'à 15 minutes, de préférence jusqu'à 10 minutes, de manière particulièrement préférée jusqu'à 5 minutes; et/ou le dispositif de séchage (F) comprenant au moins un four.

35 10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier alliée à l'aluminium ("masse fondue Zn/Al") et/ou le bain de galvanisation, contenant une quantité d'aluminium dans la plage de 0,0001 à 25 % en poids, en particulier dans la plage de 0,001 à 20 % en poids, de préférence dans la plage de 0,005 à 17,5 % en poids, de préférence dans la plage de 0,01 à 15 % en poids, de manière particulièrement préférée dans la plage de 0,02 à

40 12,5 % en poids, de manière tout à fait préférée dans la plage de 0,05 à 10 % en poids, de manière encore plus préférée dans la plage de 0,1 à 8 % en poids, par rapport à la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier de l'aluminium allié ("masse fondue Zn/Al") et/ou au bain de galvanisation, en particulier où la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier de l'aluminium allié ("masse fondue Zn/Al") et/ou le bain de galvanisation, par rapport à la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier de l'aluminium allié

45 ("masse fondue Zn/Al") et/ou au bain de galvanisation, contient une quantité de zinc d'au moins 75 % en poids, en particulier d'au moins 80 % en poids, de préférence au moins 85 % en poids, de préférence au moins 90 % en poids, ainsi qu'éventuellement au moins un autre métal, en particulier en quantités allant jusqu'à 5 % en poids et/ou en particulier choisi dans le groupe du bismuth (Bi), du plomb (Pb), de l'étain (Sn), du nickel (Ni), du silicium (Si), du magnésium (Mg) et de leurs combinaisons, toutes les indications de quantité précitées devant être choisies de

50 telle sorte qu'il en résulte au total 100 % en poids.

11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier alliée à l'aluminium ("masse fondue Zn/Al") et/ou le bain de galvanisation présentant la composition suivante, toutes les indications de quantité mentionnées ci-après

55 se rapportant à la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier alliée à l'aluminium ("masse fondue Zn/Al") et/ou au bain de galvanisation et devant être choisies de telle sorte qu'il en résulte au total 100 % en poids:

(i) du zinc (Zn), notamment en des quantités de l'ordre de 75 à 99,9999 % en poids, en particulier de l'ordre de

EP 3 663 429 B1

80 à 99,999 % en poids, de préférence de l'ordre de 82,5 à 99,995 % en poids, de préférence de l'ordre de 85 à 99,99 % en poids, de manière particulièrement préférée de l'ordre de 87,5 à 99,98 % en poids, de manière tout à fait préférée de l'ordre de 90 à 99,95 % en poids, de manière encore plus préférée de l'ordre de 92 à 99,9 % en poids,

(ii) de l'aluminium (Al), notamment en des quantités de l'ordre de 0,0001 à 25 % en poids, en particulier de l'ordre de 0,001 à 20 % en poids, de préférence de l'ordre de 0,005 à 17,5 % en poids, de préférence de l'ordre de 0,01 à 15 % en poids, de manière particulièrement préférée de l'ordre de 0,02 à 12,5 % en poids, de manière tout à fait préférée de l'ordre de 0,05 à 10 % en poids, de manière encore plus préférée de l'ordre de 0,1 à 8 % en poids,

(iii) éventuellement du bismuth (Bi), en particulier en des quantités allant jusqu'à 0,5 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,3 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,1 % en poids,

(iv) éventuellement du plomb (Pb), notamment en des quantités allant jusqu'à 0,5 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,2 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,1 % en poids,

(v) éventuellement de l'étain (Sn), notamment en des quantités allant jusqu'à 0,9 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,6 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,3 % en poids,

(vi) éventuellement du nickel (Ni), notamment en des quantités allant jusqu'à 0,1 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,08 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,06 % en poids,

(vii) éventuellement du silicium (Si), notamment en des quantités allant jusqu'à 0,1 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,05 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,01 % en poids

(viii) éventuellement du magnésium (Mg), notamment en des quantités allant jusqu'à 5 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 2,5 % en poids, de préférence en des quantités allant jusqu'à 0,8 % en poids.

12. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier allié à l'aluminium ("masse fondue Zn/Al") et/ou le bain de galvanisation présentant une température dans la plage de 375°C à 750°C, en particulier une température dans la plage de 380°C à 700°C, de préférence une température dans la plage de 390°C à 680°C, de manière encore plus préférée dans la plage de 395°C à 675°C; et/ou

le dispositif de galvanisation à chaud (G) étant conçu et/ou pouvant être exploité et/ou conçu et/ou exploité de telle manière, en particulier pouvant être commandé et/ou étant commandé de telle manière, en particulier au moyen d'un dispositif de commande, que la pièce en fer ou en acier est plongée dans le bain de zinc fondu contenant de l'aluminium, en particulier allié à l'aluminium ("bain de zinc fondu Zn/Al") et/ou dans le bain de galvanisation, en particulier immergé et déplacé dans celui-ci, en particulier pendant une durée suffisante pour garantir une galvanisation à chaud efficace (galvanisation par immersion à chaud), en particulier pendant une durée de l'ordre de 0,0001 à 60 minutes, de préférence de l'ordre de 0,001 à 45 minutes, de préférence de l'ordre de 0,01 à 30 minutes, de manière encore plus préférée de l'ordre de 0,1 à 15 minutes; et/ou

le dispositif de galvanisation à chaud (G) présentant au moins un dispositif de mise en contact et/ou de rinçage ou de passage de la masse fondue de zinc contenant de l'aluminium, en particulier allié à l'aluminium ("masse fondue Zn/Al") et/ou du bain de galvanisation avec au moins un gaz inerte, en particulier de l'azote.

13. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

l'installation étant conçue pour fonctionner de manière continue ou discontinue et/ou étant exploitée de manière continue ou discontinue; et/ou

l'installation étant conçue de telle sorte que l'élément de construction en fer ou en acier peut être galvanisé à chaud sous forme d'un produit individuel ou d'une pluralité de produits individuels ou que l'élément de construction en fer ou en acier peut être galvanisé à chaud sous forme d'un produit long, en particulier un matériau en fil, en tube, en tôle, en bobine ou similaire.

14. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes,

l'installation présentant en outre, en aval du dispositif de galvanisation à chaud (F) dans le sens du processus, au moins un dispositif de refroidissement (H) pour refroidir le composant en fer ou en acier galvanisé à chaud dans le dispositif de galvanisation à chaud (F), en particulier le dispositif de refroidissement (H) étant conçu pour pouvoir fonctionner en présence d'air et/ou étant exploité et/ou en particulier l'installation présentant, en aval du dispositif de refroidissement (H) dans le sens du processus, présente en outre au moins un dispositif de traitement ultérieur et/ou de post-traitement (I) pour le traitement ultérieur et/ou le post-traitement de la pièce de construction en fer ou en acier galvanisée à chaud et refroidie.

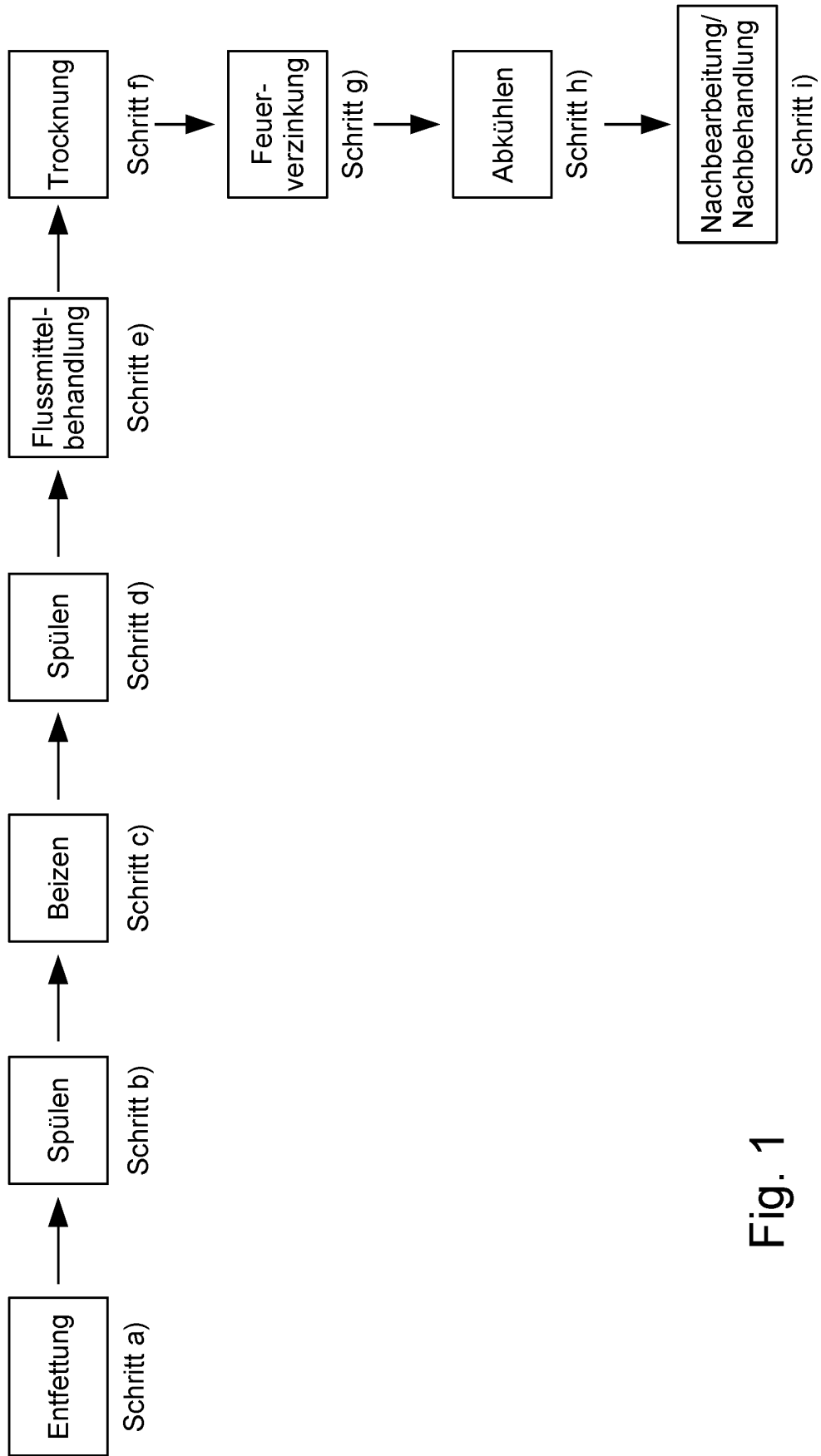


Fig. 1

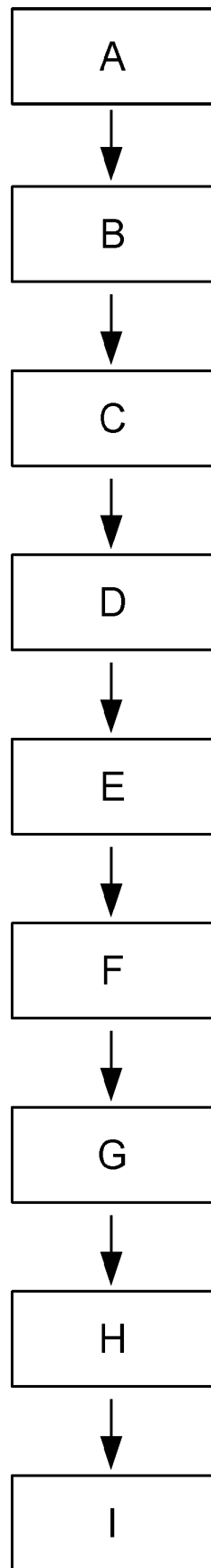


Fig. 2

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 2002042512 A1 [0023] [0024]
- EP 1352100 B1 [0023] [0160]
- DE 60124767 T2 [0023]
- US 20030219543 A1 [0023]
- EP 2725115 A1 [0031]
- WO 9504607 A1 [0032]
- DE 2317600 A1 [0033]
- EP 1694880 A2 [0034]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Stahlbau Arbeitshilfe*, 28. April 2010, <http://bauforum-stahl.de/upload/documents/publikationen/arbeitshilfen/sta.01.4.pdf> [0030]