



(11) **EP 1 985 919 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.10.2008 Patentblatt 2008/44

(51) Int Cl.:
F22B 37/04^(2006.01) C21D 7/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07150101.9**

(22) Anmeldetag: **19.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **22.12.2006 DE 102006062348**

(71) Anmelder: **Hitachi Power Europe GmbH
47059 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Becker, Martin**
51375, Leverkusen (DE)
• **Klauke, Friedrich**
40878, Ratingen (DE)

(74) Vertreter: **Viering, Jentschura & Partner**
Centroallee 263
46047 Oberhausen (DE)

(54) **Oberflächengestahlte Dampferzeugerbauteile oder Kraftwerkskomponenten**

(57) Bei einem Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder einer Kraftwerkskomponente, das/die zumindest im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen, Werkstoff besteht und zumindest zum Teil, insbesondere im Wesentlichen, aus einem Werkstoff besteht, der mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt ist, soll eine Lösung geschaffen werden, mit welcher Materialien zur Verfügung gestellt werden, die bei Dampferzeugern mit Austrittstemperaturen von $\geq 700^\circ\text{C}$ in Kraftwerkskomponenten, insbesondere Dampferzeugerbauteilen, eine ausrei-

chende Festigkeit, insbesondere Zeitstandfestigkeit, und eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit sowie Oxidationsbeständigkeit aufweisen. Dies wird dadurch erreicht, dass es/sie zumindest im Wesentlichen aus einem Werkstoff mit ferritischem oder martensitischem oder austenitischem Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% besteht und zumindest eine Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche zumindest teilweise mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt ist.

EP 1 985 919 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf ein Dampferzeugerbauteil oder eine Dampferzeugerbaugruppe oder eine Kraftwerkskomponente, das/die zumindest im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen, Werkstoff besteht und zumindest zum Teil, insbesondere im Wesentlichen, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt ist. Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines Dampferzeugerbauteils oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente, das/die im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen Werkstoff besteht, bei welchem eine Bauteil- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche, insbesondere eine Rohrrinnenfläche, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt wird.

[0002] Dampferzeugerbauteile oder Kraftwerkskomponenten sind insbesondere auf der Dampfseite von Dampferzeugern von Kraftwerksanlagen den oxidierenden Bedingungen des Dampfes ausgesetzt, mit dem sie in Berührung kommen. Überhitzer- und/oder Zwischenüberhitzerstufen von Dampferzeugern werden daher heutzutage bereits zum Teil oder auch im Wesentlichen aus austenitischen Materialien, insbesondere austenitischen Stählen, mit einem Chromanteil von 18 Gew.-% hergestellt, wobei das austenitische Material zur Verbesserung und des Oxidationsverhaltens dieser Materialien mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt wird. Insbesondere in japanischen Kraftwerken mit Dampftemperaturen um 600 °C werden derartig behandelte Materialien eingesetzt.

[0003] Beim Oberflächenstrahlen oder shot-peening/shot-blasting-Verfahren wird die mit Behandlungspartikeln bzw. Strahlpartikeln bzw. Strahlgut beaufschlagte Fläche, bei Rohrleitungen üblicherweise die innere Oberfläche des jeweiligen Rohres, verformt, wodurch ein Wandern, d.h. die Diffusion, von Chrom aus dem Grundwerkstoff, d.h. der Matrix, an die behandelte Oberfläche begünstigt wird und erfolgt. Hierdurch bildet sich an der behandelten Oberfläche eine dünne, chromreiche Schicht aus, die dem Wachsen von epitaktischen und topotaktischen Schichten entgegenwirkt. Beim Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) wird artgleiches Strahlgut gegen die zu behandelnde Oberfläche geblasen. Dies fördert die Diffusion von Chrom aus der Matrix des Grundwerkstoffes in diese Schicht und damit die Oxidationsbeständigkeit dieser Schicht.

[0004] Bei den bisher im Überhitzer- und Zwischenüberhitzerbereich eingesetzten chromreichen austenitischen Stählen mit einem mittleren Chromgehalt von ≥ 18 Gew.-% wird mittels des shot-peening- oder shot-blasting-Verfahrens eine Deformation der behandelten Rohrrinnenfläche des jeweiligen Materialgefüges bis zu einer Tiefe von 100 μm erreicht, was zur Ausbildung einer entsprechenden chromreichen Schicht führt. Aus der Tiefe der Gefügestruktur (Matrix) diffundiert Chrom in diese behandelte Schicht und reichert diese mit Chrom

an. Auf dieser chromreichen Schicht ist das Wachstum von Spinell- und Magnetitschichten unter den in den jeweiligen Kraftwerksbauteilen herrschenden Bedingungen im Vergleich zu unbehandelten Oberflächen deutlich langsamer und somit auf der Dampfseite, mit der diese Flächen in Verbindung stehen, das Oxidationsverhalten des eingesetzten und behandelten Werkstoffes verbessert.

[0005] Im Kraftwerksbau geht die Tendenz nun dahin, Kraftwerke zu errichten, die mit Dampftemperaturen von über 600 °C und sogar ≥ 700 °C betrieben werden. Bei diesen hohen Dampftemperaturen gerät zunehmend die Problematik der dampfseitigen Oxidation von Kraftwerkskomponenten oder Dampferzeugerbauteilen in den Fokus der Betrachtungen. Insbesondere besteht dort auch die Problematik, dass die bisher verwendeten chromhaltigen Stähle ein martensitisches oder bei oberflächenstrahlbehandelten Chromgehalten mit ≥ 18 Gew.-% ein austenitisches Gefüge aufweisen und bei den beim Betrieb der Kraftwerke dieser neuen Generation erwarteten Dampftemperaturen nicht mehr ausreichend oxidationsbeständig sind oder einen extrem teuren Werkstoffeinsatz mit sich bringen.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, mit welcher Materialien zur Verfügung gestellt werden, die bei Dampferzeugern mit Austrittstemperaturen von ≥ 700 °C in Kraftwerkskomponenten, insbesondere Dampferzeugerbauteilen, eine ausreichende Festigkeit, insbesondere Zeitstandfestigkeit, und eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit sowie Oxidationsbeständigkeit aufweisen.

[0007] Bei einem Dampferzeugerbauteil oder einer Dampferzeugerbaugruppe oder einer Kraftwerkskomponente der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Dampferzeugerbauteils oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente, das/die im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen Werkstoff besteht, bei welchem eine Bauteil- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche, insbesondere eine Rohrrinnenfläche, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt wird, wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

[0008] Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass es möglich ist, bei den Dampferzeugern der Kraftwerksanlagen der neuen Generation, die Austrittstemperaturen von über 600 °C, insbesondere ≥ 700 °C, aufweisen werden, in ihrem Chromgehalt gegenüber den bisher verwendeten Stahlqualitäten deutlich verminderte Stähle oder Stahlmaterialien dann einzusetzen, wenn oxidierenden Bedingungen ausgesetzte Oberflächenbereiche, da es sich im Wesentlichen um Rohrleitungen handelt also die Innenoberflächen der entsprechenden Rohre oder rohrförmigen Körper, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt

werden und dann in die Kraftwerksanlage, insbesondere den Dampferzeuger, eingebaut werden. Hierdurch wird es möglich, Stahlqualitäten zu verwenden, die auf der einen Seite relativ kostengünstig sind, auf der anderen Seite aber auch die für die nun hohen Temperaturen benötigte, ausreichende Festigkeit bzw. das entsprechende Festigkeitsverhalten sowie die notwendige Oxidations- aber auch Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Die bei diesen Temperaturen notwendige Oxidationsbeständigkeit lässt sich nun dadurch erreichen, dass die Wasser; Flüssigkeit oder Dampf führende Seite - die Dampf- seite - des jeweiligen Bauteiles oder der jeweiligen Baugruppe oder der jeweiligen Kraftwerkskomponente, insbesondere die Innenfläche von rohrförmigen Körpern, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt wird. Hierbei reichert sich dann das in der Matrix des jeweiligen Materials, insbesondere Stahlwerkstoffs, vorhandene Chrom, insbesondere durch Ausbildung einer Cr_2O_3 -Schicht auf der behandelten (Außen-)Fläche des Werkstoffes an. Erfahrungen haben gezeigt, dass mittels des Oberflächenstrahlenverfahrens (shot-peening/shot-blasting) eine Chromanreicherung in der entsprechend behandelten Schicht um ca. 50 % möglich ist. Es ist mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens somit möglich, beispielsweise Stahlqualitäten, die einen durchschnittlichen Chromgehalt von 9 Gew.-% aufweisen mit einer außenseitigen Schicht auf dem Werkstoff, in der Regel auf der Innenoberfläche eines Rohres, zu versehen, die dann - nach der Behandlung - einen durchschnittlichen Chromgehalt von ca. 12 Gew.-% aufweist und damit auch unter den Bedingungen der neuen Kraftwerksgenerationen bei Dampfaustrittstemperaturen von $\geq 700^\circ\text{C}$ ausreichend oxidationsstabil ausgebildet ist.

[0009] Überraschenderweise hat sich - entgegen anderweitigen fachmännischen Erwartungen - herausgestellt, dass diese Verbesserung des Oxidationsverhaltens oder die Erreichung einer dampfseitigen ausreichenden Oxidationsbeständigkeit nicht verbunden ist mit einer gleichzeitigen Verschlechterung des Hochtemperaturkorrosionsverhaltens des jeweils behandelten Dampferzeugerbauteils oder der jeweils behandelten Dampferzeugerbauteilgruppe oder der jeweiligen Kraftwerkskomponente auf der Rauchgasseite. Der Anwendung des Oberflächenstrahlens bzw. shot-peening/shot-blasting bei Stahlwerkstoffen mit niedrigerem Chromgehalt, d.h. Stähle mit einem Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-%, stand nämlich die allgemeine Befürchtung der Fachwelt gegenüber, dass die Anwendung dieses Verfahrens zu einer ungünstigen Chromverteilung in dem behandelten Werkstoff führen könnte. Das sich in der dampfseitigen bzw. behandelten Schicht anreichernde Chrom in Form von Chromoxiden ist aus der Grundmatrix, d.h. dem Grundkörper des Werkstoffes, in diese Schicht diffundiert. Da von außen kein Chrom dem Werkstoff zugeführt wird, führt diese Diffusion dazu, dass dieses Chrom bzw. diese Chrompartikel nun an anderer Stelle des Werkstoffes nicht mehr vorhanden sind. Es stand nun zu befürchten, dass dies dazu führen könnte, dass

auf der der behandelten Seite gegenüber liegenden Seite des jeweiligen Bauteils, bei einem Rohr somit auf der Außenseite des Rohres, sich ein verringerter Chromgehalt einstellen könnte. Da bei Kraftwerkskomponenten die Außenseite dieser Rohre den korrosiven und aggressiven Bedingungen der daran vorbei strömenden Rauchgasströme ausgesetzt ist, müssen diese ein ausreichendes Korrosionsverhalten, d.h. eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Hierzu müssen die dem Rauchgas ausgesetzten Oberflächen ebenfalls einen bestimmten Chromgehalt aufweisen. Vermindert sich der Chromgehalt in diesen Flächen, so wird dadurch die Korrosionsbeständigkeit des Bauteils vermindert. Es bestand somit die Befürchtung, dass bei Behandeln der Rohrrinnenfläche mittels des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) zwar eine erhöhte oder ausreichende Oxidationsbeständigkeit erreicht werden konnte, dafür aber auf der gegenüber liegenden Außenfläche sich eine verminderte oder verschlechterte Korrosionsbeständigkeit einstellen würde.

[0010] Weiterhin stand zu befürchten, dass sich aufgrund der bewirkten Ungleichverteilung des Chromgehaltes das Schweißverhalten des Werkstoffes an seiner Außenfläche und seiner Innenfläche bzw. seiner nicht oberflächenstrahlbehandelten und seiner oberflächenstrahlbehandelten Seite unterschiedlich gestalten würde, so dass beim Verschweißen dieser Bauteile mit Schwierigkeiten gerechnet wurde.

[0011] Während diese Probleme bei Stahlqualitäten mit einem Chromgehalt von ≥ 18 Gew.-% weniger ins Gewicht fallen, da dort aufgrund des relativ hohen Chromanteils eine ausreichende Menge an Chrom, um auch in problematischen Fällen die notwendige dampfseitige Oxidationsbeständigkeit und rauchgasseitige Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen, vorhanden ist, bestanden in der Fachwelt Befürchtungen, dass dies bei niedrig legierten, d.h. Stähle mit einem deutlich geringeren Chromgehalt, nicht mehr gewährleistet sein könnte. Insbesondere kommt hierbei der Aspekt noch zum Tragen, dass als weitere Komponente auch die ausreichende Zeitstandfestigkeit des Werkstoffsgewährleistet sein muss.

[0012] Insbesondere zeigt die Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit, also die Korrosionsbeständigkeit auf der Rauchgasseite eines Dampferzeugers bei Chromgehalten unter 18 Gew.-% eine exponentiell verlaufende Verschlechterung. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Materialabtrag in Form eines Gewichtsverlustes in mg/cm^2 und damit die Verminderung der Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes bei Chromgehalten unterhalb 20 Gew.-%, speziell unterhalb 18 Gew.-%, sehr stark zunimmt. Insbesondere nimmt die Hochtemperaturkorrosion mit steigender Temperatur, d.h. steigender Materialtemperatur zu, so dass der Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit gerade bei den Kraftwerken der nächsten Generation, die mit deutlich höheren Dampfaustrittstemperaturen arbeiten werden, dieser Problematik besonderes Gewicht gewidmet wird.

Maßnahmen, die eine Minderung des Hochtemperaturkorrosionsverhaltens eines Werkstoffes mit sich bringen könnten, werden daher nicht als realistischer Weise realisierbare Maßnahmen betrachtet.

[0013] Überraschenderweise wurde nun aber gefunden, dass das erfindungsgemäße Verfahren zu einer ausreichenden Oxidationsbeständigkeit der Bauteile/Baugruppen/Komponenten führt, ohne die Korrosionsbeständigkeit zu verschlechtern.

[0014] Überraschenderweise hat sich dabei herausgestellt, dass insbesondere Werkstoffe, die ein ferritisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 8 Gew.-% oder ein martensitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 14 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 9 - 12 Gew.-% oder ein austenitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% aufweisen, oberflächengestrahlt für den Einsatz als Dampferzeugerbauteil oder Dampferzeugerbaugruppe oder Kraftwerkskomponente auch bei den Belastungen, die bei Austrittstemperaturen von ≥ 600 °C, insbesondere ≥ 700 °C auftreten, einsetzbar sind bzw. derartige Gefüge für das Oberflächenstrahlen ausgewählt werden können.

[0015] Insbesondere ergibt sich diese Einsatzmöglichkeit dann, wenn die entsprechenden Bauteile bzw. Flächen mittels Oberflächenstrahlen mit einem zum eingesetzten Werkstoff artgleichen oder gefügeggleichen und/oder materialgleichen Material oder einem Material mit gegenüber dem Werkstoff höheren Chromgehalt behandelt ist oder wird, was die Erfindung in Ausgestaltung vorsieht.

[0016] Mit der Erfindung ist es möglich, Dampferzeuger mit hohen Dampfparametern, insbesondere Dampferzeuger mit Dampfaustrittstemperaturen von ≥ 700 °C mit Dampferzeugerbauteilen oder -baugruppen oder Kraftwerkskomponenten auszustatten, die ausreichend temperaturstabil und darüber hinaus auch ausreichend korrosionsbeständig und ausreichend oxidationsbeständig sind. Insbesondere sind mit der Erfindung auch Stähle mit ferritischem oder martensitischem oder austenitischem Gefüge nutzbar, die keinen hohen Chromgehalt aufweisen. Beispielsweise sind martensitische Stähle mit der Werkstoffbezeichnung T91/P91 oder T92/P92 oder auch austenitische Stähle, wie beispielsweise X3CrNiMoBN17-13-3 (Werkstoff Nr. 1.4910), geeignete Stähle, die durch die Oberflächenstrahlbehandlung neben ihrer Festigkeit auch die notwendige Korrosionsbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit gegenüber Atmosphären und Umgebungen aufweisen, die in Dampferzeugern mit Austrittstemperaturen von ≥ 700 °C herrschen. Aus diesen Materialien lassen sich die verschiedensten Dampferzeugerbauteile und Kraftwerkskomponenten herstellen, wie Membranwände, spiralgewinkelte Dampferzeugerwände, Verbindungsleitungen, Dampfabscheider und Wasserflaschen, Einspritzkühler, Heizflächen, Sammler und Verteiler, Tragrohrschotte, Tragrohre, Übergangsstücke etc. Insbesondere hochbelastete Sammler- und Rohrleitungen sowie Membranwände der neuen 700 °C-Kraftwerke mit Dampfaustrittstempe-

raturen von ≥ 700 °C lassen sich mit den erfindungsgemäßen Dampferzeugerbauteilen herstellen. Wie auch bei den bisher bei geringeren Dampfaustrittstemperaturen eingesetzten Stählen führt die Anwendung des shot-peening- oder shot-blasting-Verfahrens oder Oberflächenstrahlens dazu, dass das Wachstum einer Spinell- oder Magnetitschicht auf der entsprechend behandelten Oberfläche, d.h. der durch Oberflächenstrahlen kaltverfestigten und plastisch verformten und aufgrund der sich als Folge der Behandlung ergebenden, einen gegenüber der Grundwerkstoffmatrix erhöhten Chromgehalt aufweisenden Oberfläche im Vergleich zu unbehandelten Oberflächen wesentlich langsamer erfolgt. Es ist somit lediglich notwendig, für diesen Kraftwerkstyp der neueren Generation entsprechend hochwarmfeste Stähle auszuwählen, die dann durch die Behandlung mittels Oberflächenstrahlen oder shot-peening/shot-blasting auf der dampfseitigen Oberfläche entsprechend oxidationsbeständig gemacht werden.

[0017] Als besonders geeignete Werkstoffe haben sich martensitische Stähle mit einem mittleren Chromgehalt von 9-12 Gew.-% und austenitische Stähle mit einem Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% erwiesen/herausgestellt. Die Bezeichnungen ferritisch oder martensitisch oder austenitisch beziehen sich auf das jeweils ausgebildete Materialgefüge.

[0018] Das Oberflächenstrahlen oder shot-peening oder shot-peening/shot-blasting wird insbesondere unter derartigen Bedingungen durchgeführt bzw. es werden derartige Bedingungen eingestellt, dass die behandelte Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Kraftwerkskomponentenfläche bis zu einer Materialtiefe von 200 μm , vorzugsweise bis 100 μm , in ihrer Gefügestruktur beeinflussbar ist oder wird und/oder beeinflusst ist oder wird. Im Rahmen dieser Schichtstärke von bis zum 200 μm oder bis zu 100 μm bildet sich die gewünschte Chromanreicherung aus. Dabei ist die sich in dieser Schicht ergebende Verfestigung aufgrund der dünnen Schichtstärke dieses dem Oberflächenstrahlen ausgesetzten Gefügevolumens aufgrund der im Verhältnis zur Wandstärke des jeweiligen Bauteils oder jeweiligen Bauteilgruppe oder der jeweiligen Werkstoffkomponente geringen Schichtdicke unerheblich, so dass die Festigkeit des behandelten Bauteils oder der behandelten Bauteilgruppe oder Kraftwerkskomponente im Wesentlichen unverändert bleibt. Der üblicherweise im Vordergrund stehende festigkeitssteigernde Effekt des Kugelstrahlens spielt bei dem Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) gemäß der Erfindung überhaupt keine Rolle, er soll vielmehr auch keine Rolle spielen. Ausschlaggebend ist allein die sich durch Anwendung dieses Verfahrens ergebende Möglichkeit, die äußere Schicht oder einen äußeren Schichtbereich des jeweiligen Werkstückes oder Bauteils (beispielsweise einer Rohrrinnenfläche) derart zu beeinflussen, dass eine Anreicherung mit Chrom in diesem Bereich stattfindet.

[0019] Die Bedingungen des Oberflächenstrahlens bzw. shot-peening/shot-blasting werden dabei so einge-

stellt, dass sich in der behandelten Fläche bzw. der behandelten Schicht eine Festigkeitssteigerung im Bereich von +50 - +150 HV, insbesondere von ca. +100 HV bezogen auf die Ursprungshärte des Materials/Werkstoffes einstellt. Dabei wird das Oberflächenstrahlen nicht nur mit zum behandelten Werkstoff artgleichem oder gefügeggleichem oder materialgleichem Material oder mit einem Material mit höherem Chromgehalt als der Grundwerkstoff bestrahlt, sondern es können auch keramische Blaswerkstoffe, Glaskugeln oder Ähnliches Verwendung finden. Insbesondere wird aber das artgleiche oder gefügeggleiche oder materialgleiche Werkstoffmaterial verwendet. Hierzu wird beispielsweise ein Draht aus dem identischen Material kleingehackt, gegebenenfalls an seinen Enden abgerundet und dann mithilfe eines Fluidstrahles auf die zu behandelnde Werkstofffläche geblasen.

[0020] Das Oberflächenstrahlen oder shot-peening/shot-blasting wird üblicherweise mit einem Strahlrohr mit einer endseitigen 360°-Strahldüse durchgeführt, so dass innenseitig durch das Rohr Strahlgut geführt und dann durch die Strahldüse hindurch an die Innenoberfläche von Rohren bzw. des jeweils behandelten Rohres gebracht werden kann. Hierbei wird mit einem Volumenstrom von bis zum 9 m³/min und einem maximalen Blasdruck von 0,7 MPa gearbeitet. Hierbei wird die Strahldüse mit einer Düsenvorschubsgeschwindigkeit von 100-800 mm/min durch das zu behandelnde Rohr hindurch geführt. Der "shot-blasting"-Effekt besteht darin, dass sich auf der behandelten Seite des Materials eine durch das shot-blasting oder Oberflächenstrahlen kaltverformte Schicht ausbildet. Unterhalb dieser kaltverformten Schicht befindet sich in der Matrix des Grundwerkstoffes eine Diffusionszone. Aus der Diffusionszone diffundiert Chrom durch die kaltverformte Schicht hindurch und bildet auf der Außenseite, d.h. oberhalb der kaltverformten Schicht eine Oxidschicht, insbesondere einer Cr₂O₃-Schicht aus, oberhalb welcher sich dann später im Betriebszustand die topotaktische und die epitaktische Schicht ausbildet. Durch die Cr₂O₃-Schicht wird aber die Fe-Diffusion reduziert und das Magnetitwachstum vermindert.

Patentansprüche

1. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente, das/die zumindest im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen, Werkstoff besteht und zumindest zum Teil, insbesondere im Wesentlichen, aus einem Werkstoff besteht, der mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es/sie zumindest im Wesentlichen aus einem Werkstoff mit ferritischem oder martensitischem oder austenitischem Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt ≤ 18 Gew.-% besteht und zumindest

eine Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche zumindest teilweise mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt ist.

2. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) mit einem zum Werkstoff artgleichen oder gefügeggleichen und/oder materialgleichen Material oder einem Material mit gegenüber dem Werkstoff höherem Chromgehalt behandelt ist.
3. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Kraftwerkskomponentenfläche Bestandteil eines Bauteils oder einer Baugruppe oder einer Kraftwerkskomponente ist, die auf der Dampfseite eines Dampferzeugers eingebaut ist, dessen Dampfaustrittstemperatur ≥ 600 °C, insbesondere ≥ 700 °C, beträgt.
4. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einen der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es/sie Bestandteil einer Heizfläche, einer Membranwand, einer spiralgewickelten Dampferzeugerwand, einer Verbindungsleitung, eines Dampfabseiders, einer Wasserflasche, eines Einspritzkühlers, einer Heizfläche, eines Sammlers, eines Verteilers, eines Tragrohrschotts, eines Tragrohres, eines Übergangsstückes oder eines Dampferzeugers einer Kraftwerksanlage ist oder solche ausbildet.
5. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff ein ferritischer oder ein martensitischer oder austenitischer Stahl ist.
6. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff ein Material mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 14 Gew.-%, insbesondere ≤ 9 Gew.-%, ist.
7. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff ein ferritisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 8 Gew.-% oder ein martensitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 14 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 9 - 12 Gew.-%, oder ein austenitisches Gefüge mit einem

mittleren Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% aufweist.

8. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff ein martensitisches Material, insbesondere T91 oder P91 oder T92 oder P92, oder ein austenitisches Material, insbesondere ein Stahl X3CrNiMoBN17-13-3, ist. 5
9. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedingungen des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) derart eingestellt sind, dass die behandelte Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche bis zu einer Materialtiefe von 200 μm , vorzugsweise bis 100 μm , in ihrer Gefügestruktur beeinflussbar und/oder beeinflusst ist. 10
10. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedingungen des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) derart eingestellt sind, dass die behandelte Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche eine gegenüber der Matrix des Werkstoffes erhöhte Härte von +50 - +150 HV, insbesondere +90 - +110 HV. 20
11. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedingungen des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) derart eingestellt sind, dass die Festigkeit des behandelte Bauteils oder der behandelten Bauteilgruppe oder Kraftwerkskomponente im Wesentlichen unverändert bleibt. 25
12. Dampferzeugerbauteil oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittels Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) behandelte Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche die Innenfläche eines Rohres ist. 30
13. Verfahren zur Herstellung eines Dampferzeugerbauteils oder -baugruppe oder Kraftwerkskomponente, das/die im Wesentlichen aus einem legierten, insbesondere chromhaltigen Werkstoff besteht, bei welchem eine Bauteil- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche, insbesondere eine Rohrinnenfläche, mittels Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) behandelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ausführung des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) eine ein ferritisches 35

oder martensitisches oder austenitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% aufweisende Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche ausgewählt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberflächenstrahlen (shot-peening/shot-blasting) mit einem zum Gefüge der oberflächengestrahlten Fläche artgleichen oder gefügeglichen und/oder materialgleichen Material oder mit einem Material mit dem Flächenmaterial gegenüber höherem Chromgehalt durchgeführt wird. 40
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine ein ferritisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von $\leq B$ Gew.-% oder ein martensitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 14 Gew.-%, insbesondere im Bereich von 9 - 12 Gew.-%, oder ein austenitisches Gefüge mit einem mittleren Chromgehalt von ≤ 18 Gew.-% aufweisende Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche ausgewählt wird. 45
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedingungen des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) derart eingestellt werden, dass die Härte der behandelten Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche gegenüber der Matrix des Werkstoffes um eine Härte von +50 - +150 HV, insbesondere +90 - +110 HV, erhöht wird. 50
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedingungen des Oberflächenstrahlens (shot-peening/shot-blasting) derart eingestellt werden, dass die behandelte Bauteils- oder Baugruppenfläche oder Komponentenfläche bis zu einer Materialtiefe von 200 μm , vorzugsweise bis 100 μm , in ihrer Gefügestruktur beeinflusst wird. 55