

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Mai 2006 (18.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/050917 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 22/34 (2006.01) C09D 5/12 (2006.01)
C23C 22/36 (2006.01)

(74) Anwalt: HÜBNER, Günter; Patente, Marken & Lizenzen, c/o Chemetall GmbH, Trakehner Str. 3, 60487 Frankfurt am Main (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/011954

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. November 2005 (09.11.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10/985,652 10. November 2004 (10.11.2004) US
10 2005 015 573.1 4. April 2005 (04.04.2005) DE
10 2005 015 576.6 4. April 2005 (04.04.2005) DE
10 2005 015 575.8 4. April 2005 (04.04.2005) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CHEMETALL GMBH [DE/DE]; Trakehner Strasse 3, 60487 Frankfurt am Main (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOLBERG, Thomas [DE/DE]; Veilchenweg 7, 64646 Heppenheim (DE). WALTER, Manfred [DE/DE]; Krummwiese 15, 63589 Linsengericht (DE). SCHUBACH, Peter [DE/DE]; Dr.-Carl-Henss-Strasse 15, 61130 Nidderau (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE COATING OF METALLIC SURFACES WITH AN AQUEOUS COMPOSITION AND SAID COMPOSITION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG VON METALLISCHEN OBERFLÄCHEN MIT EINER WÄSSERIGEN ZUSAMMENSETZUNG UND DIESE ZUSAMMENSETZUNG

(57) Abstract: The invention relates to a method for coating metallic surfaces with a silane/silanol/siloxane/polysiloxane-containing composition, whereby the composition essentially comprises: a) at least one compound selected from the silanes, silanols, siloxanes and polysiloxanes, b) at least two compounds selected from titanium-, hafnium-, zirconium-, aluminium- or/and boron-containing compounds, optionally c) at least one type of cation selected from cations of metals of the 1st to 3rd and 5th to 8th sub-groups including the lanthanides and the 2nd main group of the periodic table of the elements or/and at least one corresponding compound, d) at least one organic compound selected from monomers, oligomers, polymers, copolymers and block copolymers or/and e) at least one substance affecting the pH value and furthermore, f) water and g) optionally at least one organic solvent. The invention further relates to corresponding aqueous compositions.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung von metallischen Oberflächen mit einer Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthaltenden Zusammensetzung, wobei die Zusammensetzung im wesentlichen besteht aus: a) mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Silanen, Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen und b) mindestens zwei Verbindungen ausgewählt aus Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- oder/und Bor-haltigen Verbindungen sowie gegebenenfalls c) aus mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Metallen der 1. bis 3. und 5. bis 8. Nebengruppe einschließlich Lanthaniden sowie der 2. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung, d) aus mindestens einer organischen Verbindung ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren, Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren oder/und e) aus mindestens einer den pH-Wert beeinflussenden Substanz sowie außerdem aus f) Wasser und g) gegebenenfalls aus mindestens einem organischen Lösemittel. Die Erfindung betrifft außerdem auch entsprechende wässrige Zusammensetzungen.

WO 2006/050917 A2

Verfahren zur Beschichtung von metallischen Oberflächen mit einer wässrigen Zusammensetzung und diese Zusammensetzung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung von metallischen Oberflächen mit einer wässrigen Zusammensetzung, die mindestens ein
5 Silan oder/und eine hierzu verwandte Verbindung und mindestens zwei weitere Komponenten enthält. Ferner betrifft die Erfindung entsprechende wässrige Zusammensetzungen sowie die Verwendung der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beschichteten Substrate.

Die bislang am häufigsten eingesetzten Verfahren zur Behandlung von
10 metallischen Oberflächen, insbesondere von Teilen, Band (Coil) oder Bandabschnitten aus mindestens einem metallischen Werkstoff, bzw. zur Vorbehandlung von metallischen Oberflächen vor der Lackierung von metallischen Oberflächen basieren vielfach einerseits auf dem Einsatz von Chrom(VI)-Verbindungen gegebenenfalls zusammen mit diversen
15 Zusatzstoffen oder andererseits auf Phosphaten wie z.B. ZinkManganNickel-Phosphaten gegebenenfalls zusammen mit diversen Zusatzstoffen.

Aufgrund der toxikologischen und ökologischen Risiken, die insbesondere Chromat-haltige Verfahren oder Nickel-haltige Verfahren mit sich bringen, wird schon seit vielen Jahren nach Alternativen zu diesen Verfahren auf allen
20 Gebieten der Oberflächentechnik für metallische Substrate gesucht, aber trotzdem immer wieder gefunden, dass bei vielen Anwendungen völlig Chromat-freie oder Nickel-freie Verfahren nicht 100 % des Leistungsspektrums erfüllen oder nicht mit der gewünschten Sicherheit erfüllen. Es wird dann versucht, die Chromatgehalte bzw. Nickelgehalte möglichst gering
25 zu halten und so weit als möglich Cr^{6+} durch Cr^{3+} zu ersetzen. Es sind insbesondere in der Automobilindustrie z.B. für die Vorbehandlung von Karosserien vor der Lackierung hochwertige Phosphatierungen im Einsatz, die den Korrosionsschutz der Automobile auf einem hohen Qualitätsstand gehalten haben. Hierzu werden üblicherweise ZinkManganNickel-Phospha-
30 tierungen eingesetzt. Trotz vieler Jahre an Forschung und Entwicklung ist es

nicht gelungen, für Multimetall-Anwendungen wie oft bei Karosserien, wo in Europa typischerweise im gleichen Bad metallische Oberflächen von Stahl, von verzinktem Stahl und Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen vorbehandelt werden, ohne deutliche Qualitätseinschränkungen Nickel-frei
5 zu phosphatieren. Da jetzt aber Nickel-Gehalte, selbst wenn sie vergleichsweise gering sind, in absehbarer Zeit toxikologisch bedenklicher eingestuft werden, stellt sich die Frage, ob mit anderen chemischen Verfahren ein gleichwertiger Korrosionsschutz erzielt werden kann.

Der Einsatz z.B. von Silanen/Silanolen in wässrigen Zusammensetzungen
10 zur Herstellung von Siloxan/Polysiloxan-reichen korrosionsschützenden Beschichtungen ist grundsätzlich bekannt. Der Einfachheit halber wird bei Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan im folgenden oft nur von Silan gesprochen. Diese Beschichtungen haben sich bewährt, jedoch sind die Verfahren zur Beschichtung mit einer vorwiegend Silan neben Lösemittel(n) enthaltenden
15 wässrigen Zusammensetzung teilweise schwierig anzuwenden. Nicht immer werden diese Beschichtungen mit hervorragenden Eigenschaften ausgebildet. Außerdem kann es hierbei Probleme geben, die sehr dünnen transparenten Silan-Beschichtungen auf dem metallischen Untergrund sowie deren Fehlstellen mit bloßem Auge oder mit optischen Hilfsmitteln
20 ausreichend charakterisieren zu können. Der Korrosionsschutz und die Lackhaftung der gebildeten Siloxan- oder/und Polysiloxan-reichen Beschichtungen sind oft, aber nicht immer hoch und teilweise auch bei geeigneter Applikation für bestimmte Anwendungen nicht ausreichend hoch. Es bedarf weiterer Verfahren unter Einsatz von mindestens einem Silan, die
25 eine hohe Verfahrenssicherheit und eine hohe Qualität der hiermit hergestellten Beschichtungen insbesondere bezüglich Korrosionsbeständigkeit und Lackhaftung aufweisen.

Bei der Gestaltung Silan-haltiger wässriger Zusammensetzungen hat sich außerdem eine kleine bzw. große Zugabemenge an mindestens einer
30 Komponente ausgewählt aus der Gruppe von organischen Monomeren,

Oligomeren und Polymeren bewährt. Bei derartigen Zusammensetzungen ist die Art und Menge der Silan-Zugabe teilweise von entscheidender Bedeutung für den Erfolg. Üblicherweise sind jedoch die Zugabemengen an Silan hierzu vergleichsweise gering - meistens nur bis zu 5 Gew.-% aller Feststoffgehalte - und wirken dann als „coupling agent“, wobei die haftvermittelnde Wirkung insbesondere zwischen metallischem Substrat und Lack und ggf. zwischen Pigment und organischen Lackbestandteilen vorherrschen sollte, aber untergeordnet teilweise auch eine geringe vernetzende Wirkung auftreten kann. Vorwiegend werden sehr geringe Silan-Zusätze zu thermisch härtbaren Harzsystemen zugegeben.

Die zwei weiteren Patentanmeldungen, die am gleichen Tag beim gleichen Patentamt zu einem ähnlichen Erfindungsgegenstand eingereicht sind, werden hiermit ausdrücklich einbezogen, insbesondere bezüglich der wässrigen Zusammensetzungen, der Zusätze zu den wässrigen Zusammensetzungen, der Schritte vor, beim und nach dem Beschichten, dem Badverhalten, der Schichtausbildung, der Schichteigenschaften und den ermittelten Wirkungen, vor allem bei den Ausführungsbeispielen und Vergleichsbeispielen. In gleicher Weise werden auch die die Priorität begründenden Anmeldungen in die Nachanmeldungen ausdrücklich einbezogen.

Aus EP 1 017 880 B1 ist bekannt, eine wässrige Zusammensetzung mit einem teilweise hydrolysierten Aminosilan und mit einer Fluor enthaltenden Säure im Mischungsverhältnis 1 : 2 bis 2 : 1 einzusetzen. Diese Säure ist vorzugsweise Fluortitansäure. Die damit hergestellten Beschichtungen sind gut, erfüllen aber nicht die Voraussetzungen für hochwertige korrosionsbeständige Beschichtungen wie bei den außerordentlich hochwertigen Phosphatbeschichtungen im Automobilbau auf Basis von ZinkManganNickel-Phosphat, insbesondere für Multimetall-Anwendungen. Die Publikation gibt keinen Hinweis, dass eine Kombination von mehreren Säuren vorteilhaft sein kann.

Es bestand daher die Aufgabe, wässrige Zusammensetzungen vorzuschlagen, deren Beschichtungen eine umweltfreundliche chemische Zusammensetzung aufweisen und eine hohe Korrosionsbeständigkeit gewährleisten, die auch in Multimetallanwendungen, in denen z.B. Stahl und
5 Zink-reiche metallische Oberflächen und gegebenenfalls auch Aluminium-reiche metallische Oberflächen im gleichen Bad behandelt oder vorbehandelt werden, geeignet sind. Außerdem bestand die Aufgabe, wässrige Zusammensetzungen vorzuschlagen, die sich zur Beschichtung von Karosserien im Automobilbau eignen.

10 Es wurde jetzt gefunden, dass eine Kombination von mindestens zwei Komplexfluoriden, insbesondere von Fluortitansäure und von Fluorzirkoniumsäure, eine außerordentliche Qualitätssteigerung der Beschichtung ermöglicht.

Es wurde jetzt gefunden, dass es nicht nur möglich ist, frisch applizierte und
15 noch nicht durchgetrocknete und daher noch nicht stärker kondensierte Beschichtungen auf Basis von Silan zu spülen, sondern dass dieses Verfahrensabfolge sogar vorteilhaft ist, weil die derart hergestellten und gespülten Beschichtungen teilweise unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des wässrigen Bades sogar einen besseren
20 Korrosionsschutz und eine bessere Lackhaftung aufweisen. Dies widerspricht früheren Erfahrungen, nach denen ein Spülen einer frisch applizierten und noch nicht stärker getrockneten Beschichtung auf Basis von Silan leicht und oft zu einer Beeinträchtigung der Schichtqualität, wenn nicht sogar zum teilweisen oder vereinzelt zum vollständigen Entfernen der
25 Beschichtung führt.

Es wurde jetzt auch gefunden, dass es möglich und vorteilhaft ist, auf frisch applizierte und noch nicht durchgetrocknete und daher noch nicht stärker kondensierte Beschichtungen auf Basis von Silan, die gegebenenfalls auch in diesem Zustand gespült wurden, einen Lack, eine lackähnliche
30 Beschichtung, einen Primer oder einen Klebstoff zu applizieren. Die

Applikation derartiger Zusammensetzungen auf Silan-basierte Nassfilme ist vorteilhaft, weil die derart hergestellten und gespülten Beschichtungen teilweise unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des wässrigen Bades sogar einen besseren Korrosionsschutz und eine bessere
5 Lackhaftung aufweisen.

Die Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zur Beschichtung von metallischen Oberflächen mit einer Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthaltenden Zusammensetzung, wobei die Zusammensetzung im wesentlichen besteht aus

- 10 a) mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Silanen, Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen und
- b) mindestens zwei Verbindungen ausgewählt aus Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- oder/und Bor-haltigen Verbindungen sowie gegebenenfalls
- 15 c) aus mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Metallen der 1. bis 3. und 5. bis 8. Nebengruppe einschließlich Lanthaniden sowie der 2. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung,
- d) aus mindestens einer organischen Verbindung ausgewählt aus
20 Monomeren, Oligomeren, Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren oder/und
- e) aus mindestens einer den pH-Wert beeinflussenden Substanz sowie außerdem aus
- f) Wasser und
- 25 g) gegebenenfalls aus mindestens einem organischen Lösemittel.

Die Aufgabe wird auch gelöst mit einer wässrigen Zusammensetzung zur Beschichtung von metallischen Oberflächen, wobei die Zusammensetzung im wesentlichen besteht aus

- a) mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Silanen, Silanolen,
30 Siloxanen und Polysiloxanen und

b) mindestens zwei Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- oder/und Bor-haltigen Verbindungen sowie gegebenenfalls

c) aus mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Metallen der 1. bis 3. und 5. bis 8. Nebengruppe einschließlich Lanthaniden
5 sowie der 2. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung,

d) aus mindestens einer organischen Verbindung ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren, Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren
oder/und

10 e) aus mindestens einer den pH-Wert beeinflussenden Substanz sowie außerdem aus

f) Wasser und

g) gegebenenfalls aus mindestens einem organischen Lösemittel.

Der Inhalt der Priorität-begründenden Anmeldung zu der vorliegenden
15 Anmeldung, DE 102005015575.8, sowie der Inhalt der weiteren, verwandten Priorität-begründenden Anmeldungen DE 102005015573.1, DE 102005015576.6 und US SN 10/985,652 sowie der Inhalt der parallelen PCT-Anmeldungen, die aus den zuletzt genannten drei Priorität-begründenden Anmeldungen hervorgehen, soll ausdrücklich in diese
20 Anmeldung einbezogen werden, insbesondere bezüglich der dort genannten unterschiedlichen Zusammensetzungen, unterschiedlichen zugesetzten Verbindungen, unterschiedlichen Verfahrensschritte, unterschiedlichen erzeugten Beschichtungen, Beispiele, Vergleichsbeispiele sowie der Effekte, Eigenschaften und Laborergebnisse.

25 Der Begriff „Silan“ wird hierbei für Silane, Silanole, Siloxane, Polysiloxane und deren Reaktionsprodukte bzw. Derivate benutzt, die dabei auch oft „Silan“-Gemische sind. Der Begriff „Kondensieren“ im Sinne dieser Anmeldung bezeichnet alle Formen der Vernetzung, der Weitervernetzung und der weiteren chemischen Reaktionen der Silane/Silanole/Siloxane/Poly-
30 siloxane. Der Begriff „Beschichtung“ im Sinne dieser Anmeldung bezieht sich

auf die mit der wässrigen Zusammensetzung ausgebildete Beschichtung einschließlich des Nassfilms, des angetrockneten Films, des durchgetrockneten Films, des bei erhöhter Temperatur getrockneten Films und des gegebenenfalls thermisch oder/und durch Bestrahlung weiter
5 vernetzten Films.

Der Begriff „im wesentlichen aus ... besteht“ im Sinne dieser Anmeldung soll bedeuten, dass die erfindungsgemäße wässrige Zusammensetzung gegebenenfalls bis zu 15 Gew.-% des Gehalts an Feststoffen und Wirkstoffen der Substanzen a) bis d) und f) weitere Substanzen umfassen
10 kann, die die verschiedensten Eigenschaften der wässrigen Zusammensetzung oder/und der Beschichtung zu verbessern oder/und an Anforderungen anzupassen helfen können. Zu diesen Substanzen können insbesondere Additive wie z.B. Biozid(e) oder/und Entschäumer oder/und mindestens eine Substanz ausgewählt aus Silicium-freien Verbindungen mit
15 jeweils mindestens einer Amino-, Harnstoff- oder/und Ureido-Gruppe, Hydroxid(en), Carboxylat(en), Nitrat(en) und Phosphor- und Sauerstoffhaltigen Verbindungen wie z.B. Phosphat(en) gehören. Bevorzugt umfasst dieser Begriff unter den bis zu 15 Gew.-% des Gehalts an Feststoffen und Wirkstoffen der Substanzen a) bis d) und f) weitere Substanzen, die im
20 wesentlichen nur Hydroxyd(e), Acetat(e) und Nitrat(e) sind. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt der weiteren Substanzen bei bis zu 12, bis zu 10, bis zu 8, bis zu 6, bis zu 4 oder bis zu 2 Gew.-% des Gehalts an Feststoffen und Wirkstoffen der Substanzen a) bis d) und f).

Die wässrige Zusammensetzung ist eine wässrige Lösung, eine wässrige
25 Dispersion oder/und eine Emulsion. Vorzugsweise ist der pH-Wert der wässrigen Zusammensetzung größer als 1,5 und kleiner als 9, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 7, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 2,5 bis 6,5, insbesondere im Bereich von 3 bis 6.

Besonders bevorzugt wird der wässrigen Zusammensetzung mindestens
30 ein Silan oder/und mindestens eine entsprechende Verbindung mit

mindestens einer Aminogruppe, mit mindestens einer Harnstoffgruppe oder/und mit mindestens einer Ureidogruppe (Iminogruppe) zugesetzt, da die hiermit hergestellten Beschichtungen oft eine höhere Lackhaftung oder/und eine höhere Affinität zur nachfolgenden Lackschicht zeigen. Insbesondere bei Verwendung von mindestens einem Silan oder/und mindestens einer entsprechenden Verbindung mit mindestens einer derartigen Gruppe ist darauf zu achten, dass die Kondensation bei pH-Werten unter 2 gegebenenfalls sehr schnell verläuft. Vorzugsweise kann der Anteil an Aminosilanen, Ureidosilanen oder/und Silanen mit mindestens einer Ureidogruppe oder/und an entsprechenden Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen an der Summe an allen Arten an Verbindungen ausgewählt aus Silanen, Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen erhöht sein, besonders bevorzugt über 20, über 30 oder über 40 Gew.-% liegen berechnet als die entsprechenden Silanole, ganz besonders bevorzugt über 50, über 60, über 70 oder über 80 Gew.-% liegen und gegebenenfalls sogar bis zu 90, bis zu 95 oder bis zu 100 Gew.-% betragen.

Vorzugsweise weist die wässrige Zusammensetzung einen Gehalt an Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan a) im Bereich von 0,005 bis 80 g/L auf, berechnet auf Basis der entsprechenden Silanole. Besonders bevorzugt liegt dieser Gehalt im Bereich von 0,01 bis 30 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 12 g/L, bis 8 g/L oder bis 5 g/L, insbesondere im Bereich von 0,05 bis 3 g/L oder im Bereich von 0,08 bis 2 g/L oder bis 1 g/L. Diese Gehaltsbereiche beziehen sich insbesondere auf Badzusammensetzungen.

Wenn jedoch ein Konzentrat eingesetzt wird, um eine entsprechende Badzusammensetzung herzustellen, insbesondere durch Verdünnen mit Wasser und gegebenenfalls durch Zusatz von mindestens einer weiteren Substanz, empfiehlt es sich, beispielsweise ein Konzentrat A mit einem Gehalt an Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan a) getrennt von einem Konzentrat B mit einem Gehalt an allen oder fast allen übrigen Bestandteilen zu halten und

diese Komponenten erst im Bad zusammenzuführen. Hierbei kann gegebenenfalls auch jeweils mindestens ein Silan, Silanol, Siloxan oder/und Polysiloxan auch teilweise oder gänzlich im festen Zustand vorliegen, im festen Zustand zugegeben werden oder/und als Dispersion oder Lösung
5 zugesetzt werden. Der Gehalt an Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan a) im Konzentrat A liegt vorzugsweise im Bereich von 0,01 bis 1000 g/L, berechnet auf Basis der entsprechenden Silanole. Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 0,02 bis 200 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 120 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 60 g/L. Die
10 Konzentrationsbereiche des Konzentrats A bzw. des Bades können jedoch je nach Applikation unterschiedliche Gehaltsschwerpunkte aufweisen.

Besonders bevorzugt enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an jeweils mindestens einem Silan, Silanol, Siloxan oder/und Polysiloxan a) mit jeweils mindestens einer Gruppe ausgewählt aus Acrylatgruppen, Alkylamino-
15 alkylgruppen, Alkylaminogruppen, Aminogruppen, Aminoalkylgruppen, Bernsteinsäureanhydridgruppen, Carboxylgruppen, Epoxygruppen, Glycidoxygruppen, Hydroxygruppen, Harnstoffgruppen, Isocyanatogruppen, Methacrylatgruppen oder/und Ureidogruppen (Iminogruppen).

Die Silane, Silanole, Siloxane oder/und Polysiloxane in der wässrigen
20 Zusammensetzung oder zumindest ihre der wässrigen Zusammensetzung zugesetzten Verbindungen sind oder zumindest ein Teil von ihnen ist vorzugsweise wasserlöslich. Die Silane im Sinne dieser Anmeldung werden als wasserlöslich angesehen, wenn sie summarisch bei Raumtemperatur in der Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthaltenden Zusammensetzung eine
25 Löslichkeit in Wasser von mindestens 0,05 g/L, vorzugsweise von mindestens 0,1 g/L, besonders bevorzugt von mindestens 0,2 g/L oder von mindestens 0,3 g/L aufweisen. Das bedingt nicht, dass jedes einzelne dieser Silane diese Mindestlöslichkeit aufweisen muss, sondern dass diese Mindestwerte durchschnittlich erzielt werden.

Vorzugsweise ist in der wässrigen Zusammensetzung mindestens ein Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthalten ausgewählt aus Fluor-freien Silanen und den entsprechenden Silanolen/Siloxanen/Polysiloxanen aus jeweils mindestens einem Acyloxysilan, einem Alkoxysilan, einem Silan mit
5 mindestens einer Aminogruppe wie einem Aminoalkylsilan, einem Silan mit mindestens einer Bernsteinsäuregruppe oder/und Bernsteinsäureanhydridgruppe, einem Bis-Silyl-Silan, einem Silan mit mindestens einer Epoxygruppe wie einem Glycidoxysilan, einem (Meth)acrylato-Silan, einem Multi-Silyl-Silan, einem Ureidosilan, einem Vinylsilan oder/und mindestens
10 einem Silanol oder/und mindestens einem Siloxan bzw. Polysiloxan von chemisch entsprechender Zusammensetzung wie die zuvor genannten Silane. Sie enthält mindestens ein Silan oder/und (jeweils) mindestens ein monomeres, dimeres, oligomeres oder/und polymeres Silanol oder/und (jeweils) mindestens ein monomeres, dimeres, oligomeres oder/und
15 polymeres Siloxan, wobei im folgenden hierbei Oligomere auch schon Dimere und Trimere umfassen sollen. Besonders bevorzugt hat das mindestens eine Silan bzw. das entsprechende Silanol/Siloxan/Polysiloxan jeweils mindestens eine Amino-Gruppe, Harnstoff-Gruppe oder/und Ureido-Gruppe.

20 Insbesondere ist hierin mindestens ein Silan oder/und mindestens ein entsprechendes Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthalten ausgewählt aus der Gruppe von oder auf Basis von

(3,4-Epoxyalkyl)trialkoxysilan,
(3,4-Epoxycycloalkyl)alkyltrialkoxysilan,
25 3-Acryloxyalkyltrialkoxysilan,
3-Glycidoxyalkyltrialkoxysilan,
3-Methacryloxyalkyltrialkoxysilan,
3-(Trialkoxysilyl)alkylbernsteinsäuresilan,
4-Amino-dialkylalkyltrialkoxysilan,
30 4-Amino-dialkylalkylalkyldialkoxysilan,
Aminoalkylaminoalkyltrialkoxysilan,

- Aminoalkylaminoalkylalkyldialkoxysilan,
 Aminoalkyltrialkoxysilan,
 Bis-(trialkoxysilylalkyl)amin,
 Bis-(trialkoxysilyl)ethan,
 5 Gamma-Acryloxyalkyltrialkoxysilan,
 Gamma-Aminoalkyltrialkoxysilan,
 Gamma-Methacryloxyalkyltrialkoxysilan,
 (Gamma-Trialkoxysilylalkyl)dialkylentriamin,
 Gamma-Ureidoalkyltrialkoxysilan,
 10 N-2-Aminoalkyl-3-aminopropyltrialkoxysilan,
 N-(3-trialkoxysilylalkyl)alkylendiamin,
 N-Alkylaminoisoalkyltrialkoxysilan,
 N-(Aminoalkyl)aminoalkylalkyldialkoxysilan,
 N-beta-(aminoalkyl)-gamma-aminoalkyltrialkoxysilan,
 15 N-(gamma-trialkoxysilylalkyl)dialkylentriamin,
 N-Phenyl-aminoalkyltrialkoxysilan,
 Poly(aminoalkyl)alkyldialkoxysilan,
 Tris(3-trialkoxysilyl)alkylisocyanurat,
 Ureidoalkyltrialkoxysilan und
 20 Vinylacetoxysilan.

Besonders bevorzugt ist hierin mindestens ein Silan oder/und mindestens ein entsprechendes Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthalten ausgewählt aus der Gruppe von oder auf Basis von

- (3,4-Epoxybutyl)triethoxysilan,
 25 (3,4-Epoxybutyl)trimethoxysilan,
 (3,4-Epoxycyclohexyl)propyltriethoxysilan,
 (3,4-Epoxycyclohexyl)propyltrimethoxysilan,
 3-Acryloxypropyltriethoxysilan,
 3-Acryloxypropyltrimethoxysilan,
 30 3-Aminopropylsilanetriol,

- 3-Glycidoxypropyltriethoxysilan,
3-Glycidoxypropyltrimethoxysilan,
3-Methacryloxypropyltriethoxysilan,
3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan,
5 3-(Triethoxysilyl)propylbernsteinsäuresilan,
Aminoethylaminopropylmethyldiethoxysilan,
Aminoethylaminopropylmethyldimethoxysilan,
Aminopropyltrialkoxysilan,
Beta-(3,4-Epoxy cyclohexyl)ethyltriethoxysilan,
10 Beta-(3,4-Epoxy cyclohexyl)ethyltrimethoxysilan,
Beta-(3,4-Epoxy cyclohexyl)methyltriethoxysilan,
Beta-(3,4-Epoxy cyclohexyl)methyltrimethoxysilan,
Bis-1,2-(triethoxysilyl)ethan,
Bis-1,2-(trimethoxysilyl)ethan,
15 Bis(triethoxysilylpropyl)amin,
Bis(trimethoxysilylpropyl)amin,
Gamma-(3,4-Epoxy cyclohexyl)propyltriethoxysilan,
Gamma-(3,4-Epoxy cyclohexyl)propyltrimethoxysilan,
Gamma-Acryloxypropyltriethoxysilan,
20 Gamma-Acryloxypropyltrimethoxysilan,
Gamma-Aminopropyltriethoxysilan,
Gamma-Aminopropyltrimethoxysilan,
Gamma-Methacryloxypropyltriethoxysilan,
Gamma-Methacryloxypropyltrimethoxysilan,
25 Gamma-Ureidopropyltrialkoxysilan,
N-2-Aminoethyl-3-aminopropyltriethoxysilan,
N-2-Aminoethyl-3-aminopropyltrimethoxysilan,
N-2-Aminomethyl-3-aminopropyltriethoxysilan,
N-2-Aminomethyl-3-aminopropyltrimethoxysilan,
30 N-(3-(trimethoxysilyl)propyl)ethylendiamin,
N-beta-(aminoethyl)-gamma-aminopropyltriethoxysilan,
N-beta-(aminoethyl)-gamma-aminopropyltrimethoxysilan,

5 N-(gamma-triethoxysilylpropyl)diethylentriamin,
N-(gamma-trimethoxysilylpropyl)diethylentriamin,
N-(gamma-triethoxysilylpropyl)dimethylentriamin,
N-(gamma-trimethoxysilylpropyl)dimethylentriamin,
5 Poly(aminoalkyl)ethyldialkoxysilan,
Poly(aminoalkyl)methyldialkoxysilan,
Tris(3-(triethoxysilyl)propyl)isocyanurat,
Tris(3-(trimethoxysilyl)propyl)isocyanurat,
Ureidopropyltrialkoxysilan und
10 Vinyltriacetoxysilan.

Gegebenenfalls ist in einzelnen Ausführungsvarianten in der wässrigen Zusammensetzung mindestens ein Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthalten mit einer Fluor-haltigen Gruppe. Je nach Auswahl der Silan-Verbindung(en) kann auch die Hydrophilie/Hydrophobie zielstrebig eingestellt
15 werden.

Vorzugsweise wird in manchen Ausführungsformen der wässrigen Zusammensetzung mindestens ein zumindest teilweise hydrolysiertes oder/und ein zumindest teilweise kondensiertes Silan/Silanol/Siloxan/Poly-
siloxan zugesetzt. Insbesondere beim Zusammenmischen der wässrigen
20 Zusammensetzung kann gegebenenfalls jeweils mindestens ein bereits vorhydrolysiertes, vorkondensiertes Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan zugesetzt werden. Ein derartiger Zusatz ist besonders bevorzugt.

In manchen Ausführungsformen kann der wässrigen Zusammensetzung mindestens ein zumindest weitgehend oder/und vollständig hydrolysiertes
25 oder/und ein zumindest weitgehend oder/und vollständig kondensiertes Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan zugesetzt werden. Ein nicht hydrolysiertes Silan bindet in vielen Ausführungsvarianten schlechter an die metallische Oberfläche an als ein zumindest teilweise hydrolysiertes Silan/Silanol. Ein weitgehend hydrolysiertes und nicht oder nur wenig kondensiertes
30 Silan/Silanol/Siloxan bindet in vielen Ausführungsvarianten deutlich besser

an die metallische Oberfläche an als ein zumindest teilweise hydrolysiertes und weitgehend kondensiertes Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan. Ein vollständig hydrolysiertes und weitgehend kondensiertes Silanol/Siloxan/Polysiloxan zeigt in vielen Ausführungsvarianten nur noch eine geringe
5 Neigung an die metallische Oberfläche chemisch angebunden zu werden.

In manchen Ausführungsformen kann der wässrigen Zusammensetzung zusätzlich oder/und alternativ zu Silan(en)/Silanol(en) mindestens ein Siloxan oder/und Polysiloxan zugesetzt werden, das keinen oder nur einen geringen
10 Gehalt - z.B. weniger als 20 oder weniger als 40 Gew.-% der Summe an Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan - an Silanen/Silanol(en) aufweist. Das Siloxan bzw. Polysiloxan ist vorzugsweise kurzkettig und wird vorzugsweise durch Rollcoater-Behandlung aufgetragen. Dann wirkt sich das auf die Beschichtung gegebenenfalls durch stärkere Hydrophobie und höheren
Blankkorrosionsschutz aus.

15 Vorzugsweise weist die wässrige Zusammensetzung mindestens zwei oder sogar mindestens drei Verbindungen von Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium und Bor auf. Hierbei können sich diese Verbindungen in ihren Kationen oder/und in ihren Anionen unterscheiden. Vorzugsweise weist die wässrige Zusammensetzung, insbesondere die Badzusammensetzung,
20 einen Gehalt an mindestens einem Komplexfluorid b), besonders bevorzugt an mindestens zwei Komplexfluoriden ausgewählt aus Komplexfluoriden von Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium und Bor auf. Vorzugsweise liegt ihr Unterschied nicht nur in der Art des Komplexes. Vorzugsweise weist die wässrige Zusammensetzung, insbesondere die Badzusammensetzung,
25 einen Gehalt an Verbindungen b) ausgewählt aus Verbindungen von Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium und Bor auf im Bereich von 0,01 bis 50 g/L berechnet als Summe der entsprechenden Metalle. Besonders bevorzugt liegt dieser Gehalt im Bereich von 0,1 bis 30 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,3 bis 15 g/L, insbesondere im Bereich von 0,5 bis 5 g/L.
30 Dagegen kann der Gehalt an Verbindungen von Titan, Hafnium, Zirkonium,

Aluminium und Bor im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 300 g/L liegen berechnet als Summe der entsprechenden Metalle. Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 2 bis 250 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 3 bis 200 g/L, insbesondere im Bereich von 5 bis 150 g/L. Es ist bevorzugt, dass sie kein Aluminiumphosphat, kein Titansulfat, kein Zirkoniumnitrat oder/und kein Zirkoniumchlorid enthält.

Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung mindestens ein Komplexfluorid, wobei der Gehalt an Komplexfluorid(en) insbesondere im Bereich von 0,01 bis 100 g/L liegt berechnet als Summe der entsprechenden Metallkomplexfluoride als MeF_6 . Bevorzugt liegt dieser Gehalt im Bereich von 0,03 bis 70 g/L, besonders bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 40 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 1 bis 10 g/L. Das Komplexfluorid kann insbesondere als MeF_4 oder/und als MeF_6 , jedoch auch in anderen Stufen bzw. Zwischenstufen vorliegen. Vorteilhafterweise liegt in vielen Ausführungsvarianten gleichzeitig mindestens ein Titan- und mindestens ein Zirkoniumkomplexfluorid vor. Hierbei kann es in vielen Fällen vorteilhaft sein, gleichzeitig mindestens einen MeF_4 - und mindestens einen MeF_6 -Komplex in der Zusammensetzung vorliegen zu haben, insbesondere gleichzeitig einen TiF_6 - und einen ZrF_4 -Komplex. Hierbei kann es vorteilhaft sein, diese Komplexfluorid-Verhältnisse bereits im Konzentrat einzustellen und auf diesem Wege in das Bad zu übernehmen. Dagegen kann der Gehalt an diesen Verbindungen im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 0,05 bis 500 g/L liegen berechnet als Summe MeF_6 . Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 0,05 bis 300 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 150 g/L, insbesondere im Bereich von 0,05 bis 50 g/L.

Erstaunlicherweise beeinflussen sich die einzelnen Komplexfluoride bei ihrer Kombination nicht negativ, sondern zeigen einen unerwarteten positiven Verstärkungseffekt. Diese Zusätze auf Basis von Komplexfluorid wirken

offenbar in ähnlicher oder gleicher Weise. Wenn eine Kombination von Komplexfluoriden auf Basis von Titan und Zirkonium und nicht nur ein Komplexfluorid nur auf Basis von Titan oder nur eines auf Basis von Zirkonium eingesetzt wird, ergaben sich überraschenderweise immer merklich bessere Ergebnisse als bei einem einzelnen dieser Zusätze. Auf der Oberfläche scheidet sich ein Komplexfluorid auf Basis von Titan bzw. von Zirkonium vermutlich als Oxid oder/und Hydroxid ab.

Es wurde jetzt überraschend festgestellt, dass eine gute Multimetall-Behandlung mit einer einzigen wässrigen Zusammensetzung erst möglich ist, wenn ein Komplexfluorid eingesetzt wurde, und dass eine sehr gute Multimetall-Behandlung mit einer einzigen wässrigen Zusammensetzung erst möglich ist, wenn mindestens zwei verschiedene Komplexfluoride verwendet werden wie z.B. solche auf Basis von Titan und von Zirkonium. Die einzeln eingesetzten Komplexfluoride zeigten bei den verschiedensten Versuchen nie Ergebnisse, die gleich gut waren wie für die Kombination dieser beiden Komplexfluoride, unabhängig davon, welche Zusätze darüber hinaus dazugegeben wurden.

Alternativ zu mindestens einem Komplexfluorid oder zusätzlich hierzu kann auch eine andersartige Verbindung von Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium oder/und Bor zugesetzt werden, beispielsweise mindestens ein Hydroxycarbonat oder/und mindestens eine andere wasserlösliche oder schwach wasserlösliche Verbindung wie z.B. mindestens ein Nitrat oder/und mindestens ein Carboxylat.

Allerdings hat sich jetzt herausgestellt, dass sich ein Zusatz an Silicium-hexafluorid als einzigem einer wässrigen Zusammensetzung zugesetzten Komplexfluorid anders als die Zusätze an anderen Komplexfluoriden teilweise deutlich schlechter auswirkt.

Vorzugsweise werden als Kationen oder/und entsprechende Verbindungen c) nur Arten von Kationen bzw. entsprechende Verbindungen ausgewählt

aus der Gruppe von Magnesium, Kalzium, Yttrium, Lanthan, Cer, Vanadium, Niob, Tantal, Molybdän, Wolfram, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber und Zink, besonders bevorzugt aus der Gruppe von Magnesium, Kalzium, Yttrium, Lanthan, Cer, Vanadium, Molybdän, Wolfram, Mangan,
5 Eisen, Kobalt, Kupfer und Zink, wenn von Spurengehalten abgesehen wird.

Andererseits hat sich überraschenderweise gezeigt, dass Kationen von Eisen und Zink und daher auch die Anwesenheit entsprechender Verbindungen im Bad, die gerade bei sauren Zusammensetzungen zum Herauslösen von
10 derartigen Ionen aus der metallischen Oberfläche vermehrt beitragen können, sich in weiten Gehaltsbereichen nicht negativ auf das Badverhalten, die Schichtausbildung und die Schichteigenschaften auswirken.

Vorzugsweise weist die wässrige Zusammensetzung, insbesondere die Badzusammensetzung, einen Gehalt an Kationen oder/und entsprechenden Verbindungen c) im Bereich von 0,01 bis 20 g/L auf berechnet als Summe
15 der Metalle. Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 0,03 bis 15 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 10 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 6 g/L. Dagegen kann der Gehalt an diesen Verbindungen im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 240 g/L liegen berechnet
20 als Summe der Metalle. Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 2 bis 180 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 3 bis 140 g/L, insbesondere im Bereich von 5 bis 100 g/L.

Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung mindestens eine Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Cer, Chrom, Eisen, Kalzium, Kobalt, Kupfer,
25 Magnesium, Mangan, Molybdän, Nickel, Niob, Tantal, Yttrium, Zink, Zinn und weiteren Lanthaniden oder/und mindestens eine entsprechende Verbindung. Vorzugsweise sind nicht alle Kationen, die in der wässrigen Zusammensetzung enthalten sind, nicht nur durch die wässrige Zusammensetzung aus der metallischen Oberfläche herausgelöst, sondern auch zumindest teilweise
30 oder sogar weitgehend der wässrigen Zusammensetzung zugesetzt

worden. Daher kann ein frisch angesetzttes Bad von bestimmten Kationen bzw. Verbindungen frei sein, die erst aus Reaktionen mit metallischen Werkstoffen bzw. aus Reaktionen im Bad freigesetzt werden bzw. entstehen.

- Der Zusatz von Manganionen bzw. an mindestens einer Manganverbindung
- 5 hat sich überraschend als besonders vorteilhaft herausgestellt. Obwohl offenbar keine oder fast keine Manganverbindung auf der metallischen Oberfläche abgeschieden wird, fördert dieser Zusatz offenbar die Abscheidung von Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan und verbessert so die Eigenschaften der Beschichtung signifikant. Auch ein Zusatz an Magnesium-
- 10 ionen bzw. an mindestens einer Magnesiumverbindung hat sich unerwartet als vorteilhaft herausgestellt, da dieser Zusatz die Abscheidung von Titan- oder/und Zirkoniumverbindungen, vermutlich als Oxid oder/und Hydroxid, auf der metallischen Oberfläche fördert und somit die Eigenschaften der Beschichtung deutlich verbessert. Ein kombinierter Zusatz von Magnesium
- 15 und Mangan führt teilweise zu noch weiter verbesserten Beschichtungen. Dagegen hat sich ein Zusatz von nur 0,02 g/L an Kupferionen noch nicht als von signifikantem Einfluss herausgestellt. Bei einem höheren Gehalt an Kalziumionen ist darauf zu achten, dass keine Destabilisierung eines Komplexfluorids durch Bildung von Calciumfluorid auftritt.
- 20 Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Art Kationen oder/und entsprechende Verbindungen ausgewählt aus Erdalkalimetallionen im Bereich von 0,01 bis 50 g/L berechnet als entsprechende Verbindungen, besonders bevorzugt im Bereich von 0,03 bis 35 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 20 g/L,
- 25 insbesondere im Bereich von 0,1 bis 8 g/L. Die Erdalkalimetallionen bzw. entsprechende Verbindungen können helfen, die Abscheidung von Verbindungen auf Basis von Titan oder/und Zirkonium zu verstärken, was oft insbesondere für die Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit von Vorteil ist. Dagegen kann der Gehalt an diesen Verbindungen im Konzentrat,
- 30 beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B,

vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 100 g/L liegen berechnet als Summe der entsprechenden Verbindungen, besonders bevorzugt im Bereich von 0,3 bis 80 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,6 bis 60 g/L, insbesondere im Bereich von 0,5 bis 30 g/L.

- 5 Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Eisen, Kobalt, Magnesium, Mangan, Nickel, Yttrium, Zink und Lanthaniden oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung c), insbesondere im Bereich von 0,01 bis 20 g/L berechnet als Summe der Metalle. Besonders bevorzugt liegt er im
- 10 Bereich von 0,03 bis 15 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 10 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 6 g/L. Dagegen kann der Gehalt an diesen Verbindungen im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 240 g/L liegen berechnet als Summe der Metalle.
- 15 Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 2 bis 180 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 3 bis 140 g/L, insbesondere im Bereich von 5 bis 100 g/L.

Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer organischen Verbindung d) ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren,

20 Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren, insbesondere mindestens eine Verbindung auf Basis von Acryl, Epoxid oder/und Urethan. Hierbei kann zusätzlich oder alternativ auch mindestens eine organische Verbindung mit mindestens einer Silyl-Gruppe eingesetzt werden. In manchen Ausführungsformen ist es bevorzugt, solche organischen Verbindungen mit

25 einem Gehalt oder mit einem höheren Gehalt an OH-Gruppen, an Amin-Gruppen, an Carboxylat-Gruppen, an Isocyanat-Gruppen oder/und an Isocyanurat-Gruppen einzusetzen.

Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer organischen Verbindung d) ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren,

30 Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren im Bereich von 0,01 bis

200 g/L berechnet als Feststoffzusatz. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,03 bis 120 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 60 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 20 g/L. Solche organischen Verbindungen können in manchen Ausführungsvarianten helfen, die Ausbildung der Beschichtung zu vergleichmäßigen. Diese Verbindungen können bei der Ausbildung einer kompakteren, dichten, chemisch resistenteren oder/und wasserresistenteren Beschichtung im Vergleich zu Beschichtungen auf Basis Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan usw. ohne diese Verbindungen beitragen. Je nach Auswahl der organischen Verbindung(en) kann auch die Hydrophilie/Hydrophobie zielstrebig eingestellt werden. Eine stark hydrophobe Beschichtung ist jedoch in einigen Anwendungen problematisch wegen der erforderlichen Anbindung von insbesondere wasserbasierten Lacken. Insbesondere bei Pulverlacken kann jedoch eine stärkere Hydrophobie eingestellt werden. Bei Verwendung eines Zusatzes von mindestens einer organischen Verbindung kann sich eine Kombination mit Verbindungen mit einer gewissen Funktionalität besonders vorteilhaft erweisen wie z.B. Verbindungen auf Basis von Aminen/Diaminen/Polyaminen/Harnstoff/Iminen/Diimininen/Polyimininen bzw. deren Derivaten, Verbindungen auf Basis von insbesondere verkappten Isocyanaten/Isocyanuraten/Melamin-Verbindungen, Verbindungen mit Carboxyl- oder/und Hydroxyl-Gruppen wie z.B. Carboxylate, längerkettige Zucker-artige Verbindungen wie z.B. (synthetische) Stärke, Cellulose, Saccharide, langkettige Alkohole oder/und deren Derivate. Unter den langkettigen Alkoholen werden insbesondere solche mit 4 bis 20 C-Atomen zugesetzt wie ein Butandiol, ein Butylglykol, ein Butyldiglykol, ein Ethylenglykoether wie Ethylenglykolmonobutylether, Ethylenglykolmonoethylether, Ethylenglykolmonomethylether, Ethylglykolpropylether, Ethylenglykolhexylether, Diethylenglykolmethylether, Diethylenglykoethylether, Diethylenglykolbutylether, Diethylenglykolhexylether oder ein Propylenglykoether wie Propylenglykolmonomethylether, Dipropylenglykolmonomethylether, Tripropylenglykolmonomethylether, Propylenglykolmonobutylether, Dipropylenglykolmonobutylether, Tripropylenglykolmonobutylether, Propylenglykolmono-

propylether, Dipropylenglykolmonopropylether, Tripropylenglykolmonopropylether, Propylenglykolphenylether, Trimethylpentandioldiisobutyrat, ein Polytetrahydrofuran, ein Polyetherpolyol oder/und ein Polyesterpolyol.

- Das gewichtsbezogene Verhältnis von Verbindungen auf Basis von Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan berechnet auf Basis der entsprechenden Silanole zu Verbindungen auf Basis von organischen Polymeren berechnet als Feststoffzusatz in der Zusammensetzung liegt vorzugsweise im Bereich von 1 : 0,05 bis 1 : 3 , besonders bevorzugt im Bereich von 1 : 0,1 bis 1 : 2, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 1 : 0,2 bis 1 : 1. Dieses Verhältnis liegt in manchen Ausführungsvarianten vorzugsweise im Bereich von 1 : 0,05 bis 1 : 30 , besonders bevorzugt im Bereich von 1 : 0,1 bis 1 : 2, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 1 : 0,2 bis 1 : 20, insbesondere im Bereich von 1 : 0,25 bis 1 : 12, im Bereich von 1 : 0,3 bis 1 : 8 oder im Bereich von 1 : 0,35 bis 1 : 5.
- 15 Es wurde jetzt überraschend festgestellt, dass ein Zusatz insbesondere an organischem Polymer oder/und Copolymer die Korrosionsbeständigkeit insbesondere auf Eisen und Stahl deutlich verbessert und dabei für eine höhere Prozeßsicherheit und konstant gute Beschichtungseigenschaften von besonderem Vorteil ist.
- 20 Als Katalysator für die Hydrolyse eines Silans kann z.B. Essigsäure zugesetzt werden. Die Abstumpfung des pH-Wertes des Bades kann beispielsweise mit Ammoniak/Ammoniumhydroxid, einem Alkalihydroxid oder/und einer Verbindung auf Basis von Amin wie z.B. Monoethanolamin erfolgen, während der pH-Wert des Bades vorzugsweise mit Essigsäure, 25 Hydroxyessigsäure oder/und Salpetersäure abgesenkt wird. Derartige Gehalte gehören zu den den pH-Wert beeinflussenden Substanzen.

Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an Silicium-freien Verbindungen mit mindestens einer Amino-, Harnstoff- oder/und Ureido-Gruppe, insbesondere Verbindungen von Amin/Di-

amin/Polyamin/Harnstoff/Imin/Diimin/Polyimin und deren Derivaten, vorzugsweise im Bereich von 0,01 bis 10 g/L berechnet als Summe der entsprechenden Verbindungen. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,03 bis 7 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,06
5 bis 4 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 1 g/L. Vorzugsweise wird mindestens eine Verbindung wie z.B. Aminoguanidin, Monoethanolamin, Triethanolamin oder/und ein verzweigtes Harnstoffderivat mit einem Alkylrest zugesetzt. Ein Zusatz beispielsweise an Aminoguanidin verbessert die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Beschichtungen deutlich.

10 Andererseits kann die Zusammensetzung auch einen Gehalt an Nitroguanidin aufweisen. Es wurde jetzt überraschend festgestellt, dass ein Zusatz insbesondere an Nitroguanidin zu der wässrigen Zusammensetzung das Aussehen der erfindungsgemäßen Beschichtungen sehr gleichmäßig
15 gestaltet und die Beschichtungsqualität spürbar steigert. Dies wirkt sich insbesondere an „sensiblen“ metallischen Oberflächen wie auf sandgestrahlten Eisen- bzw. Stahloberflächen sehr positiv aus. Ein Zusatz an Nitroguanidin verbessert die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Beschichtungen merklich. Ein Gehalt an Nitrit kann die Anrostneigung insbesondere von Stahloberflächen deutlich verringern. Es wurde jetzt
20 unerwartet festgestellt, dass ein Zusatz an Wasserstoffperoxid zu der erfindungsgemäßen wässrigen Zusammensetzung die optische Qualität der beschichteten Substrate verbessert.

Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung auch einen Gehalt an Phosphor-haltigen Verbindungen, insbesondere als Oxyanionen oder/und als
25 entsprechende Verbindungen, jedoch vorzugsweise kein Aluminiumphosphat. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,05 bis 8 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 5 g/L, insbesondere im Bereich von 0,2 bis 2 g/L. Diese Verbindungen können mindestens jeweils ein Orthophosphat, ein oligomeres oder/und polymeres
30 Phosphat oder/und ein Phosphonat sein. Das mindestens eine

Orthophosphat oder/und deren Salze oder/und deren Ester kann/können beispielsweise jeweils mindestens ein Alkaliphosphat, Eisen-, Mangan- oder/und Zink-haltiges Orthophosphat oder/und mindestens eines ihrer Salze oder/und Ester sein. Stattdessen oder zusätzlich kann auch jeweils
5 mindestens ein Metaphosphat, Polyphosphat, Pyrophosphat, Triphosphat oder/und deren Salze oder/und deren Ester zugesetzt werden. Als Phosphonat kann beispielsweise jeweils mindestens eine Phosphonsäure wie z.B. mindestens eine Alkyldiphosphonsäure oder/und deren Salze oder/und deren Ester zugesetzt werden. Es wurde jetzt überraschend
10 festgestellt, dass ein Zusatz an Orthophosphat zu der erfindungsgemäßen wässrigen Zusammensetzung die Qualität der Beschichtungen insbesondere auf elektrolytisch verzinkten Substraten deutlich verbessert. Die Phosphor-haltigen Verbindungen dieser Stoffgruppe sind keine Tenside.

Gegebenenfalls enthält die wässrige Zusammensetzung einen Gehalt an
15 mindestens einer Art Anionen ausgewählt aus Carboxylaten wie z.B. Acetat, Butyrat, Citrat, Formiat, Fumarat, Glykolat, Hydroxyacetat, Lactat, Laurat, Maleat, Malonat, Oxalat, Propionat, Stearat, Tartrat oder/und an mindestens einer entsprechenden, nicht oder/und nur teilweise dissoziierten Verbindung.

Vorzugsweise enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an Carboxylat-
20 Anionen oder/und Carboxylat-Verbindungen im Bereich von 0,01 bis 3 g/L berechnet als Summe der entsprechenden Verbindungen. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,05 bis 1,5 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 0,8 g/L, insbesondere im Bereich von 0,15 bis 0,6 g/L. Als Carboxylat kann besonders bevorzugt jeweils mindestens ein
25 Citrat, Lactat, Oxalat oder/und Tartrat zugesetzt werden. Der Zusatz an mindestens einem Carboxylat kann helfen, ein Kation zu komplexieren und leichter in Lösung zu halten, wodurch eine höhere Badstabilität und Steuerbarkeit des Bades erreicht werden kann. Überraschenderweise wurde gefunden, dass durch einen Carboxylatgehalt die Bindung eines Silans an
30 die metallische Oberfläche teilweise erleichtert und verbessert werden kann.

Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung auch einen Gehalt an Nitrat. Vorzugsweise enthält sie einen Gehalt an Nitrat im Bereich von 0,01 bis 2 g/L berechnet als Summe der entsprechenden Verbindungen. Besonders bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,03 bis 1,2 g/L, ganz besonders
5 bevorzugt im Bereich von 0,06 bis 0,8 g/L, insbesondere im Bereich von 0,1 bis 0,5 g/L. Nitrat kann helfen, die Ausbildung der Beschichtung insbesondere auf Stahl zu vergleichmäßigen. Nitrit kann sich gegebenenfalls, meist nur teilweise, in Nitrat umwandeln. Nitrat kann insbesondere zugegeben werden als Alkalimetallnitrat, Ammoniumnitrat, Schwermetall-
10 nitrat, als Salpetersäure oder/und als entsprechende organische Verbindung. Das Nitrat kann die Neigung zum Anrosten insbesondere bei Oberflächen von Stahl und Eisen deutlich vermindern. Das Nitrat kann gegebenenfalls beitragen zur Ausbildung einer fehlerfreien Beschichtung oder/und einer außergewöhnlich ebenen Beschichtung, die gegebenenfalls frei von optisch
15 erkennbaren Markierungen ist.

Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Alkalimetallionen, Ammoniumionen und entsprechenden Verbindungen, insbesondere an Kalium- oder/und Natriumionen bzw. an mindestens einer entsprechenden Verbindung.

20 Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an freiem Fluorid im Bereich von 0,001 bis 3 g/L, berechnet als F^- . Bevorzugt liegt der Gehalt im Bereich von 0,01 bis 1 g/L, besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 0,5 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich bis 0,1 g/L. Es wurde ermittelt, dass es in vielen Ausführungsvarianten vorteilhaft ist, einen
25 geringen Gehalt an freiem Fluorid im Bad zu haben, weil das Bad dann in vielen Ausführungsformen stabilisiert werden kann. Ein zu hoher Gehalt an freiem Fluorid kann manchmal die Abscheidungsrate an Kationen negativ beeinflussen. Daneben kann in vielen Fällen auch nicht-dissoziiertes oder/und nicht komplex-gebundenes Fluorid insbesondere im Bereich von
30 0,001 bis 0,3 g/L auftreten. Dagegen kann der Gehalt an diesen

Verbindungen im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Poly-siloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 0,05 bis 5 g/L aufweist berechnet als Summe MeF_6 . Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 0,02 bis 3 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,01
5 bis 2 g/L, insbesondere im Bereich von 0,005 bis 1 g/L. Ein solcher Zusatz wird vorzugsweise in Form von Flußsäure oder/und deren Salzen zugesetzt.

Gegebenenfalls enthält die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Fluorid-haltigen Verbindung oder/und Fluorid-Anionen, berechnet als F^- und ohne Einbeziehung von Komplexfluoriden, insbesondere mindestens ein
10 Fluorid von Alkalifluorid(en), Ammoniumfluorid oder/und Flußsäure, besonders bevorzugt im Bereich von 0,001 bis 12 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,005 bis 8 g/L, insbesondere im Bereich von 0,01 bis 3 g/L. Die Fluoridionen bzw. entsprechende Verbindungen können helfen, die Abscheidung der Metallionen auf der metallische Oberfläche zu
15 kontrollieren bzw. zu steuern, so dass z.B. die Abscheidung der mindestens einen Zirkonium-Verbindung bei Bedarf verstärkt oder verringert werden kann. Dagegen kann der Gehalt an diesen Verbindungen im Konzentrat, beispielsweise im Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan-freien Konzentrat B, vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 100 g/L liegen berechnet als Summe
20 der entsprechenden Verbindungen. Besonders bevorzugt liegt er im Bereich von 0,3 bis 80 g/L, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,6 bis 60 g/L, insbesondere im Bereich von 1 bis 30 g/L. Vorzugsweise ist das Gewichtsverhältnis der Summe der Komplexfluoride berechnet als Summe der zugehörigen Metalle zur Summe der freien Fluoride berechnet als F^-
25 größer 1 : 1, besonders bevorzugt größer als 3 : 1, ganz besonders bevorzugt größer als 5 : 1, besonders bevorzugt größer als 10 : 1.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die wässrige Zusammensetzung gegebenenfalls einen Gehalt an mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Alkoxiden, Carbonaten, Chelaten, Tensiden und
30 Additiven wie z.B. Bioziden oder/und Entschäumern aufweisen.

Die zuvor genannten Zusätze wirken in den erfindungsgemäßen wässrigen Zusammensetzungen in der Regel förderlich, indem sie die guten Eigenschaften der erfindungsgemäßen wässrigen Grundzusammensetzung aus den Komponenten a), b) und Lösemittel(n) noch weiter verbessern

5 helfen. Diese Zusätze wirken in der Regel in gleicher Weise, wenn nur eine Titan- oder nur eine Zirkonium-Verbindung oder eine Kombination dieser eingesetzt wird. Es hat sich jedoch überraschend gezeigt, dass die Kombination von jeweils mindestens einer Titan- und von mindestens einer Zirkoniumverbindung, insbesondere als Komplexfluoride, die Eigenschaften

10 vor allem der damit erzeugten Beschichtungen signifikant verbessert. Die verschiedenen Zusätze wirken damit erstaunlicherweise wie in einem Baukastensystem und tragen zur Optimierung der jeweiligen Beschichtung wesentlich bei. Gerade bei Verwendung eines sogenannten Multimetall-Mixes, wie er oft bei der Vorbehandlung von Karosserien und bei der

15 Behandlung oder Vorbehandlung von verschiedenen Kleinteilen oder Montageteilen auftritt, hat sich die erfindungsgemäße wässrige Zusammensetzung sehr bewährt, da die Zusammensetzung mit den verschiedenen Zusätzen auf den jeweiligen Multimetall-Mix und seine Besonderheiten und Anforderungen spezifisch optimiert werden kann.

20 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann mit der wässrigen Beschichtung im gleichen Bad ein Mix aus verschiedenen metallischen Werkstoffen beschichtet werden wie z.B. bei Karosserien oder bei unterschiedlichen Kleinteilen. Hierbei können beispielsweise Substrate mit metallischen Oberflächen ausgewählt aus Gusseisen, Stahl, Aluminium,

25 Aluminiumlegierungen, Magnesiumlegierungen, Zink und Zinklegierungen in einem beliebigen Mix gleichzeitig oder/und nacheinander erfindungsgemäß beschichtet werden, wobei die Substrate zumindest teilweise metallisch beschichtet sein können oder/und zumindest teilweise aus mindestens einem metallischen Werkstoff bestehen können.

- Soweit nicht mindestens eine weitere Komponente oder/und Spuren an weiteren Substanzen enthalten sind, besteht der Rest auf 1000 g/L aus Wasser oder aus Wasser und mindestens einem organischen Lösemittel wie z.B. Äthanol, Methanol, Isopropanol bzw. Dimethylformamid (DMF).
- 5 Vorzugsweise ist der Gehalt an organischen Lösemitteln in den meisten Ausführungsformen besonders niedrig oder Null. Aufgrund der Hydrolyse des mindestens einen enthaltenen Silans kann ein Gehalt insbesondere an Äthanol oder/und Methanol auftreten. Besonders bevorzugt ist, kein organisches Lösemittel zuzusetzen.
- 10 Vorzugsweise ist die Zusammensetzung frei von oder im wesentlichen frei von allen Arten von Partikeln oder von Partikeln größer 0,02 µm mittlerem Durchmesser, die gegebenenfalls z.B. auf Basis von Oxiden wie z.B. SiO₂ zugesetzt werden könnten.
- Vorzugsweise ist die Zusammensetzung arm an, im wesentlichen frei oder
- 15 frei von höheren Gehalten oder Gehalten an Wasserhärtebildnern wie z.B. Kalziumgehalte über 1 g/L. Vorzugsweise ist die wässrige Zusammensetzung frei oder arm an Blei, Cadmium, Chromat, Kobalt, Nickel oder/und anderen giftigen Schwermetallen. Vorzugsweise werden solche Substanzen nicht absichtlich zugesetzt, wobei jedoch mindestens ein Schwermetall aus
- 20 einer metallischen Oberfläche herausgelöst, zum Beispiel aus einem anderen Bad eingeschleppt werden kann oder/und als Verunreinigung auftreten kann. Vorzugsweise ist die Zusammensetzung arm an, im wesentlichen frei von oder gänzlich frei von Bromid, Chlorid und Jodid, da diese unter Umständen zur Korrosion beitragen können.
- 25 Die Schichtdicke der erfindungsgemäß hergestellten Beschichtungen liegt vorzugsweise im Bereich von 0,005 bis 0,3 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 0,25 µm, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 0,2 µm, vielfach bei etwa 0,04 µm, bei etwa 0,06 µm, bei etwa 0,08 µm, bei etwa 0,1 µm, bei etwa 0,12 µm, bei etwa 0,14 µm, bei etwa 0,16 µm
- 30 oder bei etwa 0,18 µm. Die organisches Monomer, Oligomer, Polymer,

Copolymer oder/und Blockcopolymer enthaltenden Beschichtungen sind häufig etwas dicker als solche, die hiervon frei oder fast frei sind.

Vorzugsweise wird mit der Zusammensetzung eine Beschichtung mit einem Schichtgewicht ausgebildet, das bezogen nur auf den Gehalt an Titan oder/und Zirkonium im Bereich von 1 bis 200 mg/m² liegt berechnet als elementares Titan. Besonders bevorzugt liegt dieses Schichtgewicht im

5 Bereich von 5 bis 150 mg/m², ganz besonders bevorzugt im Bereich von 8 bis 120 mg/m², insbesondere bei etwa 10, etwa 20, etwa 30, etwa 40, etwa 50, etwa 60, etwa 70, etwa 80, etwa 90, etwa 100 oder etwa 110 mg/m².

10 Vorzugsweise wird mit der Zusammensetzung eine Beschichtung mit einem Schichtgewicht ausgebildet, das bezogen nur auf Siloxane/Polysiloxane im Bereich von 0,2 bis 1000 mg/m² liegt berechnet als das entsprechende weitgehend durchkondensierte Polysiloxan. Besonders bevorzugt liegt dieses Schichtgewicht im Bereich von 2 bis 200 mg/m², ganz besonders bevorzugt

15 im Bereich von 5 bis 150 mg/m², insbesondere bei etwa 10, etwa 20, etwa 30, etwa 40, etwa 50, etwa 60, etwa bei 70, etwa 80, etwa 90, etwa 100, etwa 110, etwa bei 120, etwa 130 oder etwa 140 mg/m².

Die mit der erfindungsgemäßen wässrigen Zusammensetzung hergestellte Beschichtung kann bei Bedarf anschließend mit mindestens einem Primer,

20 Lack, Klebstoff oder/und mit einer lackähnlichen organischen Zusammensetzung beschichtet werden, wobei gegebenenfalls mindestens eine dieser weiteren Beschichtungen durch Erwärmen oder/und Bestrahlen gehärtet wird.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beschichteten metallischen

25 Substrate können verwendet werden in der Automobilindustrie, für Schienenfahrzeuge, in der Luft- und Raumfahrtindustrie, im Apparatebau, im Maschinenbau, in der Bauindustrie, in der Möbelindustrie, für die Herstellung von Leitplanken, Lampen, Profilen, Verkleidungen oder Kleinteilen, für die Herstellung von Karosserien oder Karosserieteilen, von Einzelkomponenten,

vormontierten bzw. verbundenen Elementen vorzugsweise in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie, für die Herstellung von Geräten oder Anlagen, insbesondere von Haushaltsgeräten, Kontrolleinrichtungen, Prüfeinrichtungen oder Konstruktionselementen.

- 5 Ein Zusatz von Mangan hat sich überraschend als besonders vorteilhaft erwiesen: Obwohl offenbar keine oder fast keine Manganverbindung auf der metallischen Oberfläche abgeschieden wird, fördert der Zusatz die Abscheidung von Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan auf der metallischen Oberfläche stark. Bei einem Zusatz von Nitroguanidin wurde überraschend
- 10 festgestellt, dass die Optik der beschichteten Bleche sehr gleichmäßig ist, insbesondere auch auf sensiblen Oberflächen wie sandgestrahlten Eisen- bzw. Stahloberflächen. Ein Zusatz von Nitrit hat die Anrostung von Stahl-Substraten unerwartet deutlich verringert. Erstaunlicherweise wurde gefunden, dass jeder Zusatz mit einer signifikanten positiven Wirkung, der in
- 15 dieser Anmeldung genannt wird, eine additive Wirkung zur Verbesserung der erfindungsgemäßen Beschichtung hat: Durch Auswahl mehrerer Zusätze ähnlich wie bei einem Baukastensystem lassen sich die verschiedenen Eigenschaften insbesondere eines Multimetallsystems weiter optimieren.

- Es wurde jetzt überraschend festgestellt, dass eine gute Multimetall-
- 20 Behandlung mit einer einzigen wässrigen Zusammensetzung erst möglich ist, wenn ein Komplexfluorid eingesetzt wurde, und dass eine sehr gute Multimetall-Behandlung mit einer einzigen wässrigen Zusammensetzung erst möglich ist, wenn mindestens zwei verschiedene Komplexfluoride verwendet werden wie z.B. solche auf Basis von Titan und von Zirkonium.
- 25 Die einzeln eingesetzten Komplexfluoride zeigten bei den verschiedensten Versuchen nie Ergebnisse, die gleich gut waren wie für die Kombination dieser beiden Komplexfluoride, unabhängig davon, welche Zusätze darüber hinaus dazugegeben wurden.

- Dass eine derart starke Qualitätssteigerung von wässrigen Zusammen-
- 30 setzungen mit einem Gehalt von Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan möglich

ist, war nicht absehbar. Aber auch ausgehend von wässrigen Zusammensetzungen auf Basis von einem Silan und nur einem Komplexfluorid auf Basis von Titan oder von Zirkonium (ausgehend von den Vergleichsbeispielen VB 3 und VB 4) stellte sich überraschenderweise eine
5 deutliche Steigerung des Qualitätsniveaus bei allen Versuchen heraus.

Es war darüber hinaus erstaunlich, dass sich bei der Prüfung der Lackhaftung sogar auf Stahl Steinschlag-Noten von 1 oder 2 ergaben: Stahl hat sich als das problematischste Material für wässrige Zusammensetzungen auf Basis von einem Silan und nur einem Komplexfluorid auf
10 Basis von Titan oder von Zirkonium, insbesondere bei der Korrosionsbeständigkeit, erwiesen (siehe beispielsweise B 2).

Bei Aluminium und Aluminium-Legierungen ist der CASS-Test erfahrungsgemäß problematisch, der jedoch auch mit den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen deutlich besser als erwartet ausgefallen ist.

15 Beispiele und Vergleichsbeispiele:

Die im Folgenden beschriebenen erfindungsgemäßen Beispiele (B) und die Vergleichsbeispiele (VB) sollen den Gegenstand der Erfindung näher erläutern.

Die wässrigen Badzusammensetzungen werden als Gemische
20 entsprechend Tabelle 1 unter Verwendung von bereits vorhydrolysierten Silanen hergestellt. Sie enthalten jeweils vorwiegend ein Silan und gegebenenfalls auch geringe Gehalte an mindestens einem ähnlichen weiteren Silan, wobei auch hier vereinfachend von Silan und nicht von Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan gesprochen wird und wobei sich in der
25 Regel diese Vielfalt an Verbindungen, teilweise in größerer Zahl ähnlicher Verbindungen, auch bis in die Ausbildung der Beschichtung hindurchzieht, so dass auch in der Beschichtung oft mehrere ähnliche Verbindungen vorliegen. Das Vorhydrolysieren kann je nach Silan auch über mehrere Tage bei Raumtemperatur unter kräftigem Rühren andauern, soweit die

5 einzusetzenden Silane nicht bereits vorhydrolysiert vorliegen. Zum Vorhydrolysieren des Silans wird das Silan in Wasser im Überschuss gegeben und gegebenenfalls mit Essigsäure katalysiert. Allein wegen des Einstellens des pH-Wertes wurde Essigsäure nur bei einzelnen
5 Ausführungsvarianten zugesetzt. In einigen Ausführungsvarianten ist Essigsäure als Katalysator für die Hydrolyse bereits enthalten. Ethanol entsteht bei der Hydrolyse, wird aber nicht zugesetzt. Das fertige Gemisch wird frisch eingesetzt.

10 Dann werden jeweils pro Versuch mindestens 3 zuvor mit einem wässrigen alkalischen Reiniger gereinigte und mit Brauchwasser sowie danach mit VE-Wasser gespülte Bleche aus kaltgewalztem Stahl (CRS), Aluminiumlegierung Al6016 bzw. aus beidseitig feuerverzinktem oder elektrolytisch verzinktem Stahl bzw. aus Galvaneal[®] (ZnFe-Schicht auf Stahl) mit der entsprechenden Vorbehandlungsflüssigkeit der Tabelle 1 beidseitig bei 25 °C durch Spritzen,
15 Tauchen oder Rollcoater-Behandlung in Kontakt gebracht. Dann wurden die derart behandelten Bleche bei 90 °C PMT getrocknet und anschließend mit einem kathodischen Automobil-Tauchlack (KTL) lackiert. Danach wurden diese Bleche mit einem vollständigen, kommerziell genutzten Automobil-lackaufbau (Füller, Decklack, Klarlack; insgesamt einschließlich KTL ca. 105
20 µm Dicke des Schichtenpakets) versehen und auf ihren Korrosionsschutz und ihre Lackhaftung geprüft. Die Zusammensetzungen und Eigenschaften der Behandlungsbäder sowie die Eigenschaften der Beschichtungen werden in Tabelle 1 zusammengefasst.

25 Das organofunktionelle Silan A ist ein Amino-funktionelles Trialkoxysilan und hat eine Aminogruppe pro Molekül. Es liegt wie alle hierbei eingesetzten Silane in der wässrigen Lösung weitgehend oder in etwa vollständig hydrolysiert vor. Das organofunktionelle Silan B hat jeweils eine endständige Aminogruppe sowie jeweils eine Ureidogruppe pro Molekül. Das nichtfunktionelle Silan C ist ein Bis-trialkoxysilan; das entsprechende
30 hydrolysierte Molekül weist an zwei Siliciumatomen bis zu 6 OH-Gruppen

auf. Das Polysiloxan D weist ein relativ kurzkettiges Molekül mit einer endständigen OH-Gruppe auf. Es wirkt sich auf die Beschichtung hydrophobierend aus.

Die Komplexfluoride von Aluminium, Silicium, Titan bzw. Zirkonium werden
5 weitgehend auf der Basis eines MeF_6 -Komplexes eingesetzt, die
Komplexfluoride von Bor jedoch weitgehend auf der Basis eines MeF_4 -
Komplexes. Mangan wird als metallisches Mangan der jeweiligen
Komplexfluoridlösung zugesetzt und darin gelöst. Diese Lösung wird der
wässerigen Zusammensetzung beigemischt. Falls kein Komplexfluorid
10 verwendet wird, wird Mangannitrat zugesetzt. Kupfer wird als Kupfer-II-nitrat
und Magnesium als Magnesiumnitrat zugesetzt. Eisen und Zink werden als
die entsprechenden Nitrate beigemischt. Nitrat allein wird vorzugsweise als
Natriumnitrat oder Salpetersäure zugesetzt. Das Epoxy-Polymer A hat einen
Gehalt an OH⁻- und an Isocyanat-Gruppen und ist daher nachträglich bei
15 Temperaturen über 100 °C chemisch vernetzbar. Das Epoxy-Polymer B hat
auch einen Gehalt an OH⁻- und an Isocyanat-Gruppen und ist daher
ebenfalls nachträglich bei Temperaturen über 100 °C chemisch vernetzbar.
Das Polymer B ist im Bad bei den gewählten erfindungsgemäßen
Zusammensetzungen stabiler als das Polymer A. Das silylierte Epoxy-
20 Polymer C hat einen geringen Gehalt an OH⁻- und an Isocyanat-Gruppen und
ist daher auch nachträglich bei Temperaturen über 100 °C chemisch
vernetzbar.

Die in der wässerigen Zusammensetzung – Konzentrat oder/und Bad –
enthaltenen Silane sind Monomere, Oligomere, Polymere, Copolymere
25 oder/und Reaktionsprodukte mit weiteren Komponenten aufgrund Hydrolyse-
reaktionen, Kondensationsreaktionen oder/und weiteren Reaktionen. Die
Reaktionen erfolgen vor allem in der Lösung, beim Trocknen bzw.
gegebenenfalls auch beim Härten der Beschichtung, insbesondere bei
Temperaturen über 70 °C. Alle Konzentrate und Bäder erwiesen sich über
30 eine Woche stabil und ohne Veränderungen und ohne Ausfällungen. Es

wurde kein Ethanol zugesetzt. Gehalte an Ethanol in den Zusammensetzungen rührten nur aus chemischen Reaktionen.

Der pH-Wert wird bei den meisten Beispielen und Vergleichsbeispielen eingestellt, bei Anwesenheit von mindestens einem Komplexfluorid mit Ammoniak, in anderen Fällen mit einer Säure. Alle Bäder zeigen eine gute Qualität der Lösung und fast immer eine gute Badstabilität. Es gibt keine Ausfällungen in den Bädern. Nach dem Beschichten mit der Silan-haltigen Lösung wird zuerst mit VE-Wasser einmal kurz gespült. Danach werden die beschichteten Bleche bei 120 °C im Trockenschrank über 5 Minuten getrocknet. Die visuelle Prüfung der Beschichtungen kann nur bei den Beschichtungen auf Stahl aufgrund der Interferenzfarben signifikant durchgeführt werden und lässt die Gleichmäßigkeit der Beschichtung beurteilen. Die Beschichtungen ohne jeden Komplexfluoridgehalt sind recht ungleichmäßig. Eine Beschichtung mit Titan- und mit Zirkon-Komplexfluorid hat sich überraschend als deutlich gleichmäßiger erwiesen als wenn nur eines dieser Komplexfluoride appliziert worden wäre. Ein Zusatz von Nitroguanidin, Nitrat oder Nitrit verbessert ebenfalls die Gleichmäßigkeit der Beschichtung. Teilweise erhöht sich die Schichtdicke mit der Konzentration dieser Substanzen.

Tabelle 1: Zusammensetzungen von Bädern in g/L bezogen auf Festkörpergehalte, bei Silanen bezogen auf das Gewicht der hydrolysierten Silane; Restgehalt: Wasser und meistens eine sehr geringe Menge an Äthanol; Prozessdaten und Eigenschaften der Beschichtungen

Beispiele / VB	VB 1	VB 2	VB 3	VB 4	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	VB 5
Organofunkt. Silan A	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	-	0,2
Organofunkt. Silan B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Nicht-funktion. Silan C	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2	-
H ₂ TiF ₆ als Ti	-	-	0,2	-	0,1	0,1	0,5	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-
H ₂ ZrF ₆ als Zr	-	-	-	0,2	0,1	0,5	0,1	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Essigsäure	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	0,35
pH-Wert	10,5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5
Gitterschnitt BMW: Note																				
Stahl	4	3	5	3	2	0	1-2	1	1-2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2-3
E-Zink auf Stahl	3	4	4	4	2	2	0	0	1	1-2	1	0	1-2	0	2	1	2	0	2	3
Feuerzink auf Stahl	2	5	4	4	1-2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	3	2
Al 6016	2	3	2	2	1-2	0	1	0	1	1	1	0-1	1	0	1	1	1	0	2	3
Galvaneal®	1	2	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0-1	0	1	2

Beispiele / VB	VB 1	VB 2	VB 3	VB 4	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	VB 5
10 Zyklen VDA mm Unterwdg.:																				
Stahl	8	7	7	4	2	1,5	2,5	1,5	1,5	3	3	1,5	2	1,5	2,5	2	2,5	1,8	3	7
E-Zink auf Stahl	5	5	3	4	1,5	2	1	1	1	2	1,5	1,5	2	1,5	2,5	1,5	2	1	2,5	5
Feuerzink auf Stahl	4	5	2,5	3,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	2	4
Galvaneal®	2	3	2	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	0	0	3
Steinschlag nach VDA-Be-lastung, Note																				
Stahl	5	5	4	4	2-3	1	3	1	1	2-3	2-3	2	1-2	1-2	2	1	2	1-2	3	5
E-Zink auf Stahl	5	5	3	4	2	2-3	1	1	1-2	2	1	1	1-2	1	1-2	1	2	1	2	4
Feuerzink auf Stahl	5	5	3	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0-1	1	0	1	1	1	4
Galvaneal®	4	4	2	3	2	1	1	0	0	1-2	1	0	0	0	1	0	1	1	1	4
Salzprühtest 1008 h:																				
Stahl	7	8	4	3,5	3	2	2,5	2	1,8	2	2,5	2	2	2,5	3	2	2	1,5	2,5	7

- 36 -

Beispiele / VB	VB 1	VB 2	VB 3	VB 4	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	VB 5	
CASS-Test mm Unterwändig.																					
AI 6016	6	5	3,5	3,5	3	3	2,5	2,5	2	2,5	3	2,5	2	2	2,5	3	2	2,5	2		6

- 37 -

Beispiele / VB	B 16	B 17	B 18	B 19	B 20	B 21	VB 6	B 22	B 23	VB 7	B 24	B 25	B 26	B 27	B 28
Organofunkt. Silan A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Nicht-funkt. Silan C	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ TiF ₆ als Ti	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
H ₂ ZrF ₆ als Zr	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mn	0,1	0,3	0,5	0,5	-	0,3	-	-	0,3	-	-	0,3	-	0,3	0,2
Cu	-	-	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	0,3	0,3	-
Epoxy-Polymer A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-
Silyl. Epoxy-Polymer C	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1
Essigsäure	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
pH-Wert	4	4	4	4	4	4	9	4	4	5	4	4	4	4	4
Gitterschnitt BMW: Note															
Stahl	2	1	1	3	1	1	3	1	0	3	1	0	2	1	0
E-Zink auf Stahl	2	1	1	2	1	1	3	0	0	3	0	0	2	1	0
Feuerzink auf Stahl	1	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	1	0	0
Al 6016	1	1	1	0	1	1	2	1	1	3	1	1	1	0	0
Galvaneal®	1	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	0	1	0	0

Beispiele / VB	B 16	B 17	B 18	B 19	B 20	B 21	VB 6	B 22	B 23	VB 7	B 24	B 25	B 26	B 27	B 28
10 Zyklen VDA mm Unterwanderung:															
Stahl	2	2	1,5	1,5	2	2	4	2,5	1,5	5	2	2	2,5	1,5	1,5
E-Zink auf Stahl	1	1	1	1,5	1,5	1	4	1	1	4	1	<1	2	1	<1
Feuerzink auf Stahl	1	<1	<1	<1	<1	<1	4	<1	<1	4	<1	<1	1,5	<1	<1
Galvaneal®	<1	<1	<1	<1	0	<1	3	<1	<1	4	<1	<1	1	<1	<1
Steinschlag nach VDA- Belastung, Note:															
Stahl	2	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1-2	1-2	2-3	2	1
E-Zink auf Stahl	1-2	1	1	2	1	1	4	1	1	4	1-2	1	2	1-2	1
Feuerzink auf Stahl	1	1	0-1	1	0	1	4	0	1	5	1	1	1	1	1
Galvaneal®	1	1	1	2	0	1	3	0	1	3	1	1	1	1	1
Salzsprühtest 1008 h:															
Stahl	2	1,5	1	2,5	2,5	1,5	3,5	1	0,5	5	1,5	1,5	2,5	2	1,5
CASS-Test mm Unterwanderung:															
Al 6016	2	1,5	1,5	1	2,8	2	5	1,5	1,5	6	1,5	1,5	2,5	2	1

Beispiele / VB	B 29	B 30	B 31	B 32	B 33	B 34	B 35	B 36	B 37	B 38	B 39	B 40	B 41	VB 8	B 42	B 43
Organofunkt. Silan A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	-	0,2	0,1	0,1	0,6	0,6	0,1	-	-	0,1	-
Organofunkt. Silan B	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-
Nicht-funktion. Silan C	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiloxan D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2
H ₂ TiF ₆ als Ti	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
H ₂ ZrF ₆ als Zr	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	-	0,2	0,2
ZrCarbonat	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2	-	0,2	0,3	0,3	-	0,3	0,3
Polymer B	0,1	0,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Essigsäure	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gitterschnitt BMW: Note																
Stahl	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	0-1	0-1	-	-	-
E-Zink auf Stahl	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
Feuerzink auf Stahl	-	-	-	-	0-1	0-1	-	1	-	-	-	0	0	-	-	-
Al 6016	-	-	-	-	1-2	1-2	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
Galvaneal®	-	-	-	-	1	1	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-

- 40 -

Beispiele / VB	B 29	B 30	B 31	B 32	B 33	B 34	B 35	B 36	B 37	B 38	B 39	B 40	B 41	VB 8	B 42	B 43
10 Zyklen VDA mm Unterwanderung:																
Stahl	-	-	-	-	2	2	-	1,5	-	-	-	1,5	1,5	-	-	-
E-Zink auf Stahl	-	-	-	-	1,5	1,5	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
Feuerzink auf Stahl	-	-	-	-	1	1	-	<1	-	-	-	1	1	-	-	-
Galvaneal®	-	-	-	-	1	1	-	<1	-	-	-	<1	<1	-	-	-
Steinschlag nach VDA- Belastung, Note:																
Stahl	-	-	-	-	1	1	-	1-2	-	-	-	0-1	0-1	-	-	-
E-Zink auf Stahl	-	-	-	-	1-2	1-2	-	1-2	-	-	-	1	1	-	-	-
Feuerzink auf Stahl	-	-	-	-	1-2	1-2	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
Galvaneal®	-	-	-	-	1-2	1-2	-	0-1	-	-	-	1	1	-	-	-
Salzprüfertest 1008 h:																
Stahl	-	-	-	-	1,5	1,5	-	2	-	-	-	1	1	-	-	-
CASS-Test mm Unterwanderung:																
Al 6016	-	-	-	-	2	2	-	2	-	-	-	1,5	1,5	-	-	-

Die Badzusammensetzungen zeigen sich alle in der kurzen Einsatzzeit als stabil und gut applizierbar. Es gibt keine Ausfällungen und keine farblichen Veränderungen. Es gibt keine Unterschiede im Verhalten, im visuellen Eindruck und bei den
5 Testergebnissen zwischen den verschiedenen Beispielen und Vergleichsbeispielen, die auf die Behandlungsbedingungen wie z.B. Applikation durch Spritzen, Tauchen oder Rollcoater-Behandlung zurückgeführt werden können. Die hierbei entstandenen Filme sind transparent und fast alle weitgehend gleichmäßig. Sie zeigen keine Einfärbung der Beschichtung. Die Struktur, der Glanz und die Farbe der metallischen
10 Oberfläche erscheinen durch die Beschichtung nur wenig verändert. Bei einem Gehalt an Titan- oder/und Zirkoniumkomplexfluorid entstehen insbesondere auf Stahloberflächen irisierende Schichten. Die Kombination von mehreren Silanen hat bisher keine signifikante Verbesserung des Korrosionsschutzes ergeben, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus wurde auf Aluminium-reichen
15 metallischen Oberflächen ein Gehalt an H_3AlF_6 ermittelt aufgrund entsprechender Reaktionen in der wässrigen Zusammensetzung. Die Kombination von zwei oder drei Komplexfluoriden in der wässrigen Zusammensetzung hat sich jedoch überraschend außerordentlich bewährt.

Die Schichtdicke der derart hergestellten Beschichtungen lag – auch von der Art des
20 Auftrags abhängig, der anfangs in gesonderten Versuchen variiert wurde – im Bereich von 0,01 bis 0,16 μm , meistens im Bereich von 0,02 bis 0,12 μm , oft bei bis zu 0,08 μm , wobei sie deutlich größer war bei Zusatz von organischem Polymer.

Die Korrosionsschutznoten gehen bei der Gitterschnitt-Prüfung gemäß DIN EN ISO 2409 nach Lagerung über 40 Stunden in 5 %iger NaCl-Lösung entsprechend BMW-
25 Spezifikation GS 90011 von 0 bis 5, wobei 0 die besten Werte wiedergibt. Beim Salzsprüh-Kondenswasser-Wechseltest über 10 Zyklen gemäß dem VDA-Prüfblatt 621-415 mit wechselnder Korrosionsbelastung zwischen Salzsprühetest, Schwitzwassertest und Trocknungspause wird die Unterwanderung einseitig vom Ritz aus gemessen und in mm angegeben, wobei die Unterwanderung möglichst klein sein
30 soll. Beim Steinschlag-Test gemäß DIN 55996-1 werden die beschichteten Bleche im Anschluss an den oben genannten VDA-Wechseltest über 10 Zyklen mit Stahlschrot

beschossen: Das Schadensbild wird mit Kennwerten von 0 bis 5 charakterisiert, wobei 0 die besten Ergebnisse wiedergibt. Beim Salzsprühtest gemäß DIN 50021 SS werden die beschichteten Bleche bei bis zu 1008 Stunden einer korrosiven Natriumchloridlösung durch Sprühen ausgesetzt; danach wird die Unterwanderung in mm vom Ritz aus gemessen, wobei der Ritz mit einem genormten Stichel bis zur metallischen Oberfläche hergestellt wird und wobei die Unterwanderung möglichst klein sein soll. Beim CASS-Test gemäß DIN 50021 CASS werden die beschichteten, aus einer Aluminium-Legierung bestehenden Bleche über 504 Stunden einer speziellen korrosiven Atmosphäre durch Sprühen ausgesetzt; danach wird die Unterwanderung in mm vom Ritz aus gemessen, die möglichst klein sein soll.

Aufgrund der mehrere Jahrzehnte dauernden Entwicklung der ZinkManganNickel-Phosphatierung von Karosserien sind die derartigen, heute hergestellten Phosphat-schichten außerordentlich hochwertig. Dennoch gelang es wider Erwarten auch bei den erst seit wenigen Jahren eingesetzten Silan enthaltenden wässrigen Zusammensetzungen, die gleichen hochwertigen Eigenschaften auch mit den Silan-haltigen Beschichtungen zu erreichen, obwohl hierzu größere Anstrengungen erforderlich waren.

Weitere Versuche an Karosserie-Elementen haben gezeigt, dass gegebenenfalls die elektrochemischen Bedingungen des KTL-Bades geringfügig an die andersartige Beschichtung angepasst werden könnten, aber ansonsten die hervorragenden Eigenschaften, die bei Laborversuchen gewonnen wurden, auch auf Karosserie-Elemente übertragbar sind.

Ansprüche:

1. Verfahren zur Beschichtung von metallischen Oberflächen mit einer Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan enthaltenden Zusammensetzung, wobei die Zusammensetzung im wesentlichen besteht aus
 - 5 a) mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Silanen, Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen und
 - b) mindestens zwei Verbindungen ausgewählt aus Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- oder/und Bor-haltigen Verbindungen sowie gegebenenfalls
 - c) aus mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Metallen
 - 10 der 1. bis 3. und 5. bis 8. Nebengruppe einschließlich Lanthaniden sowie der 2. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung,
 - d) aus mindestens einer organischen Verbindung ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren, Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren oder/und
 - 15 e) aus mindestens einer den pH-Wert beeinflussenden Substanz sowie außerdem aus
 - f) Wasser und
 - g) gegebenenfalls aus mindestens einem organischen Lösemittel.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der pH-Wert der
- 20 Zusammensetzung größer als 1,5 und kleiner als 9 ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an Silan/Silanol/Siloxan/Polysiloxan a) im Bereich von 0,005 bis 80 g/L aufweist, berechnet auf Basis der entsprechenden Silanole.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- 25 dass die Zusammensetzung mindestens ein Silan oder/und das entsprechende Silanol/Siloxan/Polysiloxan mit jeweils mindestens einer Amino-Gruppe, Harnstoff-Gruppe oder/und Ureido-Gruppe enthält.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- 30 dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Verbindung b) ausgewählt aus Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- und Bor-haltigen

Verbindungen im Bereich von 0,01 bis 50 g/L aufweist berechnet als Summe der entsprechenden Metalle.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einem Komplexfluorid b) ausgewählt aus
5 Komplexfluoriden von Titan, Hafnium, Zirkonium, Aluminium und Bor aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung mindestens ein Komplexfluorid aufweist, wobei der Gehalt an Komplexfluorid(en) im Bereich von 0,01 bis 100 g/L aufweist berechnet als Summe der entsprechenden Metallkomplexfluoride berechnet als MeF_6 .
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung mindestens zwei verschiedene Komplexfluoride aufweist, insbesondere Komplexfluoride von zwei verschiedenen Kationen, besonders bevorzugt Komplexfluoride von Titan und von Zirkonium.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Zusammensetzung mindestens eine Art Kationen c) ausgewählt aus Kationen von Cer, Chrom, Eisen, Kalzium, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Molybdän, Nickel, Niob, Tantal, Yttrium, Zink, Zinn und weiteren Lanthaniden enthält.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an Kationen und entsprechenden
20 Verbindungen c) im Bereich von 0,01 bis 20 g/L aufweist berechnet als Summe der Metalle.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an organischen Verbindungen d) im Bereich von 0,01 bis 200 g/L aufweist berechnet als Feststoffzusatz.
- 25 12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Phosphor- und Sauerstoff-haltigen Verbindung aufweist.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Art Anionen ausgewählt aus Carboxylaten oder/und mindestens einer entsprechenden, nicht oder/und nur teilweise dissoziierten Verbindung enthält.
- 5 14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an Nitrat oder/und Nitrit enthält.
15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Alkalimetallionen und Ammoniumionen oder/und mindestens einer
10 entsprechenden Verbindung aufweist.
16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung einen Gehalt an freiem Fluorid im Bereich von 0,001 bis 3 g/L aufweist, berechnet als F⁻.
17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Zusammensetzung einen Gehalt an mindestens einer Fluorid-haltigen Verbindung oder/und an Fluorid-Anionen enthält.
18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit der wässrigen Beschichtung im gleichen Bad ein Mix aus verschiedenen metallischen Werkstoffen beschichtet wird.
- 20 19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Zusammensetzung eine Beschichtung ausgebildet wird, die ein Schichtgewicht bezogen nur auf Gehalte an Titan oder/und Zirkonium im Bereich von 1 bis 200 mg/m² aufweist berechnet als Titan.
- 25 20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Zusammensetzung eine Beschichtung mit einem Schichtgewicht ausgebildet wird, das bezogen nur auf Siloxane/Polysiloxane im Bereich von 0,2 bis 1000 mg/m² liegt berechnet als das entsprechende weitgehend durchkondensierte Polysiloxan.

21. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mit einer wässrigen Zusammensetzung hergestellte Beschichtung anschließend mit mindestens einem Primer, Lack, Klebstoff oder/und mit einer lackähnlichen organischen Zusammensetzung beschichtet wird, wobei
- 5 gegebenenfalls mindestens eine dieser weiteren Beschichtungen durch Erwärmen oder/und Bestrahlen gehärtet wird.
22. Wässrige Zusammensetzung zur Beschichtung von metallischen Oberflächen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung im wesentlichen besteht aus
- 10 a) mindestens einer Verbindung ausgewählt aus Silanen, Silanolen, Siloxanen und Polysiloxanen und
- b) mindestens zwei Verbindungen ausgewählt aus Titan-, Hafnium-, Zirkonium-, Aluminium- oder/und Bor-haltigen Verbindungen sowie gegebenenfalls
- c) aus mindestens einer Art Kationen ausgewählt aus Kationen von Metallen
- 15 der 1. bis 3. und 5. bis 8. Nebengruppe einschließlich Lanthaniden sowie der 2. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente oder/und aus mindestens einer entsprechenden Verbindung,
- d) aus mindestens einer organischen Verbindung ausgewählt aus Monomeren, Oligomeren, Polymeren, Copolymeren und Blockcopolymeren oder/und
- 20 e) aus mindestens einer den pH-Wert beeinflussenden Substanz sowie außerdem aus
- f) Wasser und
- g) gegebenenfalls aus mindestens einem organischen Lösemittel.
23. Verwendung der nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21 beschichteten metallischen Substrate in der Automobilindustrie, für Schienenfahrzeuge,
- 25 in der Luft- und Raumfahrtindustrie, im Apparatebau, im Maschinenbau, in der Bauindustrie, in der Möbelindustrie, für die Herstellung von Leitplanken, Lampen, Profilen, Verkleidungen oder Kleinteilen, für die Herstellung von Karosserien oder Karosserieteilen, von Einzelkomponenten, vormontierten bzw. verbundenen
- 30 Elementen vorzugsweise in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie, für die Herstellung von Geräten oder Anlagen, insbesondere von Haushaltsgeräten, Kontrolleinrichtungen, Prüfeinrichtungen oder Konstruktionselementen.