

(19)



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: C 25 D 3/12
C 25 D 11/38
C 25 D 5/12
B 65 D 6/32

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

647 008

(21) Gesuchsnummer: 3641/81

(22) Anmeldungsdatum: 03.06.1981

(30) Priorität(en):
03.06.1980 JP 55-73795
07.06.1980 JP 55-77015
07.06.1980 JP 55-77016
07.06.1980 JP 55-77017
14.08.1980 JP 55-111040
14.08.1980 JP 55-111041

(24) Patent erteilt: 28.12.1984

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 28.12.1984

(73) Inhaber:
Nippon Steel Corporation, Chiyoda-ku/Tokyo
(JP)

(72) Erfinder:
Higuchi, Seizun, Kitakyushu-shi/Fukuoka-ken
(JP)
Ooga, Tomonari, Kitakyushu-shi/Fukuoka-ken
(JP)
Tsukamaoto, Yukio,
Kitakyushu-shi/Fukuoka-ken (JP)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Mit hydratisiertem Chromoxid beschichteter Stahlstreifen und Verfahren zu dessen Herstellung.

(57) Es werden mit hydratisiertem Chromoxid beschichtete Stahlstreifen beschrieben, die zur Herstellung von geschweissten Dosen und Behältern geeignet sind. Bei diesen beschichteten Stahlstreifen befindet sich auf dem Stahlstreifensubstrat eine Schicht auf Nickelbasis auf beiden Oberflächen des Stahlstreifens, die ein Beschichtungsgewicht von 150 bis 2500 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates aufweist. Auf der Oberfläche dieser Schichten auf Nickelbasis befindet sich die hydratisierte Chromoxid enthaltende Beschichtung. Diese besitzt ein Beschichtungsgewicht von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² auf jeder der Oberflächen des Stahlstreifens. Die Stahlstreifen sind gut schweisssbar, ohne dass vor der Schweissung an den zu schweisenden Stellen irgendwelche Oberflächenschichten entfernt werden müssen. Die Herstellung der Stahlstreifen erfolgt zweckmässigerweise indem man auf die Oberflächen des Stahlstreifens die Nickelbeschichtungen durch Elektrobeschichtung aufbringt, anschliessend durch kathodische elektrolytische Beschichtung mit wässrigen Lösungen, die eine Chrom enthaltende Verbindung enthalten, die hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Beschichtungen aufbringt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Mit hydratisiertem Chromoxid beschichteter Stahlstreifen, der zur Herstellung von geschweissten Dosen und Behältern geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, dass er

- einen Stahlstreifen als Substrat;
- darauf befindliche Schichten auf Nickelbasis auf den Oberflächen des Stahlstreifens aufweist, wobei diese ein Beschichtungsgewicht von 150–2500 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifen-Substrates aufweisen; und
- Beschichtungen auf den Oberflächen der Schichten auf Nickelbasis aufweist, die hydratisiertes Chromoxid enthalten, wobei diese Beschichtungen ein Beschichtungsgewicht von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² auf jeder der Oberflächen des Stahlstreifens aufweisen.

2. Beschichteter Stahlstreifen nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die das hydratisierte Chromoxid enthaltende Beschichtung im wesentlichen nur aus hydratisiertem Chromoxid besteht.

3. Beschichteter Stahlstreifen nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die das hydratisierte Chromoxid enthaltende Beschichtung aus einer Unterschicht aufgebaut ist, die im wesentlichen aus metallischem Chrom besteht, und die ein Beschichtungsgewicht von 10 mg pro m² oder ein geringeres Beschichtungsgewicht auf jeder Oberfläche des Stahlstreifens aufweist, und aus einer oberen Beschichtung aufgebaut ist, die im wesentlichen aus hydratisierten Chromoxiden besteht, wobei die Summe der Gewichte der Unterschicht und der Oberschicht im Bereich von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder der Oberflächen des Stahlstreifens beträgt.

4. Beschichteter Stahlstreifen nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der äussersten Oberfläche der hydratisierte Chromoxide enthaltenden Schicht das molare Verhältnis von Oxobindungen des Typs Cr–O zu Hydroxybindungen des Typs CR–OH 0,85 oder mehr beträgt.

5. Beschichteter Stahlstreifen nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der äussersten Oberfläche der hydratisierte Chromoxid enthaltenden Schicht das Atomverhältnis von Schwefelatomen und/oder Fluoratomen zu Sauerstoffatomen 0,15 oder weniger beträgt.

6. Beschichteter Stahlstreifen nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzlich aufgebrachte Zinnzwischen-schicht sich zwischen der aufgebrachten Schicht auf Nickelbasis und der Chromoxid enthaltenden Schicht befindet, wobei das Beschichtungsgewicht dieser Zinnschicht im Bereich von 100 bis 2000 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifen-substrates beträgt.

7. Beschichteter Stahlstreifen nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen der Zinnschicht und der Nickelschicht eine Schicht aus einer Zinn-Nickellegierung befindet.

8. Verfahren zur Herstellung des mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifens gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man auf die Oberflächen eines Stahlstreifens durch Elektrobeschichtung eine Nickelbeschichtung in einer solchen Menge aufbringt, dass ein Beschichtungsgewicht von 150–2500 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifen-Substrates erreicht wird und anschliessend durch kathodische elektrolytische Behandlung mit einer wässrigen Lösung, die eine Chrom enthaltende Verbindung enthält, auf die Nickelschichten Beschichtungen, die hydratisiertes Chromoxid enthalten, in einer solchen Menge aufbringt, dass ein Beschichtungsgewicht von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² auf jeder der Oberflächen des Stahlstreifens erreicht wird.

9. Verfahren nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass man einen beschichteten Stahlstreifen gemäss

Patentanspruch 6 herstellt, indem man auf die Schicht auf Nickelbasis zunächst eine Zinnschicht in einer solchen Menge aufbringt, dass das Beschichtungsgewicht dieser Zinnschicht im Bereich von 100–2000 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Substrates beträgt und anschliessend auf diese Zinnzwischen-schicht die Schicht aus hydratisiertem Chromoxid aufbringt.

10. Verfahren nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass man nach der Aufbringung der Zinnschicht eine Hitzebehandlung bei einer Temperatur von 240–350 °C, vorzugsweise 250–300 °C durchführt, wobei sich zwischen der Nickelschicht und der Zinnschicht eine Zinn-Nickel-Legierung ausbildet.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifen, der zur Herstellung von geschweissten Dosen und Behältern geeignet ist. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifens.

Die äusserste Schicht der erfindungsgemässen Stahlstreifen enthält hydratisiertes Chromoxid oder besteht im wesentlichen nur aus hydratisiertem Chromoxid.

Die erfindungsgemässen Stahlstreifen sind zur Herstellung von geschweissten Büchsen oder anderen Behältern geeignet.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Verfahren zur Herstellung von Dosen oder anderen Behältern entwickelt. Insbesondere wurden bedeutende Entwicklungen bei Verfahren zur Herstellung von Dosen oder Behältern durch Nahtschweissung eines Stahlstreifens mit Hilfe einer Schweissmethode auf Basis des elektrischen Widerstandes durchgeführt, wobei dazu beispielsweise Schweissgeräte der Bezeichnung «Soudronic Welder» eingesetzt werden können.

Wenn man einen Stahlstreifen zur Herstellung von Dosen und Behältern einsetzen will, dann ist es notwendig, dass diese Stahlstreifen hervorragend gut bearbeitbar und schweisbar sind, und dass sie eine befriedigende Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion und Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion unter einer Lackbeschichtung aufweisen.

Bei den bisher üblichen Verfahren werden geschweisste Büchsen und Behälter aus einem mit Zinn beschichteten Stahlstreifen hergestellt, d.h. einem sogenannten verzinnnten Stahlstreifen, oder aus einem mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Streifen, welcher durch eine elektrolytische Behandlung eines Stahlstreifen-substrates mit Chromsäure hergestellt wird. Diese zuletzt genannte Art an mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifen sind die sogenannten zinnfreien Stahlstreifen, die in Übereinstimmung mit der englischsprachigen Bezeichnung für Zinn (tin) als TFS-Streifen abgekürzt werden.

Die oben erwähnten, mit einer Zinnbeschichtung versehenen Stahlstreifen zeigen jedoch die folgenden Nachteile bei Verfahren zur Herstellung von geschweissten Dosen oder geschweissten Behältern, bei welchen das Schweissverfahren unter Anwendung von elektrischem Widerstand, also das Elektroschweissverfahren, angewandt wird.

Man nimmt an, dass die Verwendung von mit einer Zinnbeschichtung versehenen Stahlstreifen die Produktionskosten für geschweisste Dosen oder Behälter vermindern könnte. Da jedoch mit einer Zinnbeschichtung versehene Stahlstreifen nicht besonders billig sind, ist die Kostenverminderung bei der Herstellung von Behältern oder Dosen nicht befriedigend.

Man nimmt auch an, dass durch die Verwendung von mit Zinn beschichteten Stahlstreifen das Aussehen der Nahtstelle

der geschweissten Dose oder des geschweissten Behälters befriedigend gestaltet werden kann, weil das Aussehen einer derartigen Nahtstelle symmetrisch ist. Da sich jedoch bei dem Schweißvorgang, dem der mit Zinn beschichtete Stahlstreifen unterworfen wird, eine unerwünschte Schicht aus einer Eisen-Zinn-Legierung in derjenigen Zone der Schweissstelle bildet, die der Hitzeeinwirkung unterworfen ist, und da die Oberfläche der aufgetragenen Zinnschicht ziemlich stark oxydiert wird, wird die Oberfläche der plattierten Zinnschicht oxydiert, und die Bindungseigenschaften dieser aufgetragenen Zinnschicht bezüglich der Bindung von Anstrichen oder Farblacken wird verschlechtert.

Die aufgetragene Beschichtung bei einem sogenannten TFS-Streifen besteht aus metallischem Chrom und hydratisierten Chromoxiden. Man weiss auch, dass der TFS-Streifen mit ziemlich geringen Kosten hergestellt werden kann. Das metallische Chrom und die hydratisierten Chromoxide in der Schicht führen jedoch dazu, dass die Schweißbarkeit der TFS-Streifen schlecht ist. Wenn eine Dose durch Verschweißung von TFS-Streifen hergestellt wird, ist die Schweißfestigkeit der geschweissten Nahtstelle nicht befriedigend. Ferner wird auch bei der Durchführung des Schweißverfahrens ein Teil des aufgeschichteten Chroms oder hydratisierten Chromoxides an der Schweissstelle so verspritzt, dass nicht nur die Schweissstelle selbst fleckig wird, sondern auch sonstige Teile der Dose. Diese Eigenschaft führt dazu, dass die gesamte Oberfläche der Dose ein fleckiges Aussehen aufweist.

Um die oben erwähnten Nachteile von TFS-Streifen zu beseitigen, ist es notwendig, einen Teil der Beschichtung an der Nahtstelle zu entfernen, beispielsweise indem man ihn abschleift. Da jedoch die aufgetragene Schicht des TFS-Stahlstreifens üblicherweise im wesentlichen aus 70 bis 150 mg einer Unterschicht aus metallischem Chrom pro m² der Oberfläche des Stahlstreifensubstrates und aus 10 bis 30 mg einer Übersicht aus hydratisiertem Chromoxid pro m² der Oberfläche des Stahlstreifensubstrates zusammengesetzt ist, ist es schwierig, den Teil der Beschichtung durch mechanische Mittel zu entfernen, beispielsweise durch Schleifen. Wenn man ferner diesen Schleifvorgang auf TFS-Streifen anwendet, dann führt dies dazu, dass die Beschichtung in feine Teilchen zerteilt wird und ein Teil der feinen Teilchen bleibt an der Nahtstelle des TFS-Streifens, die verschweisst werden soll, so dass die Nahtstelle auf dem Streifen fleckig wird. Dementsprechend ist es schwierig, sowohl ausgehend von einem üblichen, mit Zinnplattierung versehenen Stahlstreifen als auch von einem TFS-Streifen einen Behälter herzustellen, bei dem die Schweissstelle ein befriedigendes Aussehen besitzt.

In den japanischen Patentanmeldungen, Veröffentlichungs-Nr. 36-15252 (1961) und Nr. 36-10064 (1961), wird ein beschichteter Stahlstreifen beschrieben, der mit einer Nickelbeschichtung plattiert und mit hydratisierten Chromoxiden beschichtet ist, und der zur Herstellung von Behältern mit Hilfe einer Lösung geeignet ist.

Unter Berücksichtigung dessen was in diesen veröffentlichten japanischen Patentanmeldungen beschrieben ist, ist es klar, dass der beschichtete Stahlstreifen nicht geeignet ist, um ein Elektroschweißverfahren durchzuführen, und deshalb nur für ein Lötverfahren einsetzbar ist.

In der belgischen Patentschrift Nr. 865 187 wird ein Verfahren zur Herstellung von beschichteten Stahlstreifen beschrieben, die zur Herstellung von Behältern mit Hilfe des Elektroschweißvorganges geeignet sind. Bei diesem Verfahren wird eine aufgetragene Zinnschicht auf der Oberfläche eines Stahlstreifensubstrates mit Hilfe eines elektrischen Plattierungsverfahrens hergestellt, und dann wird erhitzt, damit sich eine Schicht aus einer Eisen-Zinn-Legierung bildet, und die Oberfläche der Zinnschicht wird dann mit einer Schicht

aus hydratisiertem Chromoxid beschichtet. Die Schicht aus der Eisen-Zinn-Legierung macht jedoch die Bildung von gleichmässigen einheitlichen Metallklumpen schwierig, und sie führt dazu, dass die Schweißbarkeit des beschichteten Stahlstreifens schlecht ist. Wenn man den beschichteten Stahlstreifen einem Schweißvorgang unterwirft, dann führt dies auch dazu, dass das Aussehen des mit einem Anstrich oder Farblack versehenen Streifens schlecht ist.

Unter den oben erwähnten Umständen ist es ausgesprochen wünschenswert, der Industrie zur Herstellung von Dosen oder Behältern einen Stahlstreifen mit einer Beschichtung aus hydratisiertem Chromoxid zur Verfügung zu stellen, der fest geschweisst werden kann, ohne dass die Beschichtung von der Stelle des Streifens entfernt werden muss, an der geschweisst wird, und wobei es mit Hilfe dieses Stahlstreifens möglich sein soll, ein nicht-fleckiges Oberflächenaussehen des geschweissten Teiles zu erreichen.

Ziel der vorliegenden Erfindung war es daher, beschichtete Stahlstreifen zur Verfügung zu stellen, die zur Herstellung von geschweissten Dosen und Behältern geeignet sind, wobei die Schweißung durchführbar sein soll, ohne dass eine Beschichtung von der Stelle des Streifens entfernt werden muss, an der geschweisst wird. Ferner sollen die so erhaltenen geschweissten Behälter oder Dosen an der Stelle, wo geschweisst worden ist, kein fleckiges Aussehen haben, und sie sollen ausserdem gute Bindungseigenschaften gegenüber Anstrichen und Farblacken aufweisen und eine gute Korrosionsbeständigkeit unter Lackbeschichtungen besitzen.

Überraschenderweise zeigte es sich, dass die angestrebten Ziele mit Hilfe eines beschichteten Stahlstreifens erreicht werden können, bei dem sich auf dem Stahlstreifensubstrat eine Schicht auf Nickelbasis eines in der Folge noch näher definierten Beschichtungsgewichtes befindet und auf dieser Nickelschicht ferner eine Schicht befindet, die hydratisiertes Chromoxid enthält und ebenfalls ein bestimmtes Beschichtungsgewicht aufweisen muss.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein mit hydratisiertem Chromoxid beschichteter Stahlstreifen, der zur Herstellung von geschweissten Dosen und Behältern geeignet ist und dadurch gekennzeichnet ist, dass er

- einen Stahlstreifen als Substrat,
- darauf befindliche Schichten auf Nickelbasis auf den Oberflächen des Stahlstreifens aufweist, wobei diese ein Beschichtungsgewicht von 150–2500 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates aufweisen; und
- Beschichtungen auf den Oberflächen der Schichten auf Nickelbasis aufweist, die hydratisiertes Chromoxid enthalten, wobei diese Beschichtungen ein Beschichtungsgewicht von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² auf jeder der Oberflächen des Stahlstreifens aufweisen.

Die erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen können zu der Herstellung von Dosen, von Büchsen oder anderen Behältern fest verschweisst werden, ohne dass es vorher nötig ist, die aufgetragene Beschichtung von dem Teil des beschichteten Stahlstreifens mit mechanischen Mitteln zu entfernen, der geschweisst werden soll. Ferner zeigte es sich, dass bei der Schweißung der erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen keine Verfärbung an der geschweissten Oberfläche auftritt. Zudem zeigte es sich, dass die unter Verwendung der erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen hergestellten geschweissten Dosen oder anderen Behälter hervorragend gute Bindungseigenschaften für Anstriche und Farblacke besitzen, wobei sie ferner eine gute Korrosionsbeständigkeit unter einem derartigen Anstrich oder Farblack aufweisen.

Bevorzugte erfindungsgemässe beschichtete Stahlstreifen weisen eine hydratisiertes Chromoxid enthaltende Beschichtung auf, die im wesentlichen nur aus hydratisiertem Chrom-

oxid besteht.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsart der erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen ist die das hydratisierte Chromoxid enthaltende Beschichtung aus einer Unterschicht aufgebaut, die im wesentlichen aus metallischem Chrom besteht, und die ein Beschichtungsgewicht von 10 mg pro m² oder ein geringeres Beschichtungsgewicht auf jeder Oberfläche des Stahlstreifens aufweist und ferner aus einer oberen Beschichtung aufgebaut, die im wesentlichen aus hydratisierten Chromoxiden besteht, wobei die Summe der Gewichte der Unterschicht und der Oberschicht im Bereich von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder der Oberflächen des Stahlstreifens beträgt.

Der mit hydratisiertem Chromoxid beschichtete erfindungsgemässe Stahlstreifen kann eine zusätzliche Zwischenschicht aufweisen, die im wesentlichen aus plattiertem Zinn besteht, wobei diese Zinnschicht zwischen der Grundschrift aus plattiertem Nickel und der das hydratisierte Chromoxid enthaltenden Beschichtungsschicht angeordnet ist. Vorzugsweise beträgt dabei das Beschichtungsgewicht dieser Zinnschicht 100–2000 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifens.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsart dieser eine Zinnzwischenschicht aufweisenden erfindungsgemässen Stahlstreifen befindet sich zwischen der Zinnschicht und der Nickelschicht eine Schicht aus einer Zinn-Nickel-Legierung. Die bevorzugten Stahlstreifen können hergestellt werden, indem man einen eine Zinnzwischenschicht aufweisenden Stahlstreifen einer Hitzebehandlung unterwirft, wodurch sich dann die Zwischenschicht aus der Zinn-Nickel-Legierung bildet.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung des mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten erfindungsgemässen Stahlstreifens, das dadurch gekennzeichnet ist, dass man auf die Oberflächen eines Stahlstreifens durch Elektrobeschichtung eine Nickelbeschichtung in einer solchen Menge aufbringt, dass ein Beschichtungsgewicht von 150–2500 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates erreicht wird und anschliessend durch kathodische elektrolytische Behandlung mit einer wässrigen Lösung, die eine Chrom enthaltende Verbindung enthält, auf die Nickelschichten Beschichtungen, die hydratisiertes Chromoxid enthalten, in einer solchen Menge aufbringt, dass ein Beschichtungsgewicht von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² auf jeder der Oberflächen des Stahlstreifens erreicht wird.

Wenn man nach diesem Herstellungsverfahren einen bevorzugten erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen herstellen will, der eine Zinnzwischenschicht aufweist, dann bringt man auf die Schicht auf Nickelbasis zunächst eine Zinnschicht in einer solchen Menge auf, dass das Beschichtungsgewicht dieser Zinnschicht im Bereich von 100–2000 mg pro m² auf jeder Oberfläche des Substrates beträgt, und anschliessend wird auf diese Zinnzwischenschicht die Schicht aus hydratisiertem Chromoxid aufgebracht.

Wenn man bei diesem Herstellungsverfahren nach der Aufbringung der Zinnschicht diese einer Hitzebehandlung bei einer Temperatur im Bereich von 240–350 °C, vorzugsweise 250–300 °C unterwirft, dann bildet sich zwischen der Nickelschicht und der Zinnschicht eine Schicht aus einer Zinn-Nickel-Legierung aus.

Bei den erfindungsgemässen Stahlstreifen, welche die Beschichtungen aufweisen, die das hydratisierte Chromoxid enthalten, ist es vorteilhaft, wenn die äusserste Schicht an hydratisiertem Chromoxid ein molares Verhältnis von Oxybindungen des Typs Cr-O zu Hydroxybindungen des Typs Cr-OH von 0,85 oder ein höheres molares Verhältnis aufweist. Ferner ist es vorteilhaft, wenn in der obersten Schicht

aus hydratisiertem Chromoxid das Atomverhältnis von Schwefelatomen und/oder Fluoratomen zu Sauerstoffatomen 0,15 beträgt oder tiefer liegt.

In den erfindungsgemässen mit einer hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Beschichtung versehenen Stahlstreifen ist eine Nickelgrundschrift auf die Oberfläche eines Stahlstreifensubstrates aufgebracht. Die plattierte Nickelgrundschrift ist wirksam, die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen, ohne dass dadurch die Schweissbarkeit des Stahlstreifens vermindert wird. Das Verfahren zur Aufbringung der Nickelplattierung kann in üblicher Weise nach dem Elektroplattierungsverfahren durchgeführt werden, und es ist weder auf eine spezielle Zusammensetzung des Grades zur Aufbringung der Nickelbeschichtung noch auf spezielle Bedingungen bei der Durchführung der Elektrobeschichtung beschränkt. Üblicherweise wird das Elektroplattierungsverfahren unter Anwendung einer Stromdichte von 3 bis 300 A/dm² bei einer Temperatur von 70 °C oder einer tieferen Temperatur durchgeführt.

Beispielsweise kann das Verfahren zur galvanischen Aufbringung einer Nickelschicht unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

Es wurde ein Elektroplattierungsbad der folgenden Zusammensetzung verwendet:

Bestandteil	Menge in g/Liter des Bades
NiSO ₄ 6H ₂ O	300
NiCl ₂ 6H ₂ O	30
H ₃ BO ₃	30

Die bei der galvanischen Aufbringung eingehaltenen Bedingungen waren die folgenden:

Stromdichte	15 A/dm ²
Temperatur des Plattierungsbades	40 °C
Menge an aufgebrachtem Nickel	400 mg/m ²
Die Dicke der Nickelschicht betrug etwa	0,045 Mikron

Andere Bedingungen zur galvanischen Aufbringung einer Nickelschicht waren die folgenden:

Bestandteil	Menge in g/Liter
Nickel-sulfamat	300
H ₃ BO ₃	25

Die in diesem Falle angewandten Arbeitsbedingungen waren die folgenden:

Stromdichte	90 A/dm ²
Temperatur des Plattierungsbades	50 °C
Menge an aufgebrachter Nickelschicht	900 mg/m ²
Die Dicke der Nickelschicht betrug etwa	900 mg/m ²

Bei den erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen ist die Menge an der aufplattierten Nickelgrundschrift auf einen Bereich von 150 bis 2500 mg/m², und vorzugsweise auf einen Bereich von 250 bis 1000 mg/m² beschränkt, damit diese Schicht dem Stahlstreifen eine befriedigende Korrosionsbeständigkeit verleiht, jedoch nicht wesentlich die Herstellungskosten des beschichteten Stahlstreifens erhöht. Wenn das Beschichtungsgewicht der Nickelgrundschrift weniger

als 150 mg/m² beträgt, dann ist die Korrosionsbeständigkeit des so beschichteten Stahlstreifens nicht befriedigend. Es ist auch eine Erhöhung des Beschichtungsgewichtes der Nickelgrundschrift auf mehr als 2500 mg/m² nicht vorzunehmen, weil dadurch die Korrosionsbeständigkeit nicht wirksam erhöht wird und eine Verteuerung des erhaltenen Produktes hervorgerufen wird. Die Nickelgrundschrift kann auch nach einem anderen Beschichtungsverfahren als der Elektroplattierung aufgebracht werden.

Im allgemeinen besitzt metallisches Nickel eine befriedigende Korrosionsbeständigkeit und eine gute Schweissbarkeit. Die aufgebrachte Nickelschicht weist jedoch immer Nadelstichlöcher auf, selbst dann, wenn das Plattierungsverfahren sehr sorgsam durchgeführt wurde. Deshalb wird zur Vermeidung der Korrosion des Substratmaterials, welches sich unterhalb der Nickelschicht befindet, durch die Nadelstichlöcher hindurch und zur Vermeidung des Auflörens der Nickelschicht selbst der mit der Nickelplattierung versehene Stahlstreifen üblicherweise mit einem Anstrich oder Farblack der gleichen Art beschichtet, wie er bei üblichen mit Zinn beschichteten Stahlstreifen und TFS-Stahlstreifen angewandt wird. In diesem Fall ist es notwendig, dass die aufgebrachte Nickelschicht eine befriedigende Bindungseigenschaft für den Anstrich bzw. Farblack aufweist. Üblicherweise ist jedoch die aufgebrachte Nickelschicht mit einem Film aus oxydiertem Nickel bedeckt, der schlechte Bindungseigenschaften für Anstrichmittel oder Farblacke besitzt. Aus diesem Grunde kann der Anstrich nicht fest an die aufgebrachte Nickelschicht gebunden werden. Selbst dann, wenn der Anstrich als Beschichtung auf einen mit einer Nickelplattierung versehenen Stahlstreifen aufgebracht wird, wird dann, wenn der mit dem Anstrich beschichtete, mit der Nickelplattierung versehene Stahlstreifen während längerer Zeiträume in Berührung mit einer wässrigen Flüssigkeit gehalten wird, die Anstrichschicht leicht von der plattierten Nickelschicht abgeblättert, und der Stahlstreifen wird dann durch die wässrige Flüssigkeit korrodiert.

Um diese oben erwähnten Nachteile einer plattierten Nickelgrundschrift zu vermeiden, wird bei den erfindungsgemässen beschichteten Stahlstreifen eine Schicht, die hydratisiertes Chromoxid enthält, auf der aufgebrachten Nickelgrundschrift erzeugt. Die hydratisiertes Chromoxid enthaltende Schicht ist wirksam, die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen und ferner auch die Korrosionsbeständigkeit unter einer Anstrichschicht oder Farblackschicht zu erhöhen und die Bindungseigenschaften bezüglich einer Anstrichschicht oder Farblackschicht zu verbessern.

Eine Schicht aus hydratisiertem Chromoxid führt jedoch üblicherweise dazu, dass der so erhaltene beschichtete Stahlstreifen eine schlechte Schweissbarkeit aufweist, wenn er einem Schweissvorgang auf Basis von elektrischem Widerstand, also einer Elektroschweissung, unterworfen wird. Dementsprechend ist es wichtig, dass die hydratisiertes Chromoxid enthaltende Beschichtungsschicht gebildet wird, ohne dass die Schweissbarkeit des mit der Nickelplattierung versehenen Stahlstreifens vermindert wird.

Im allgemeinen ist die Korrosionsbeständigkeit und die Beständigkeit gegenüber einer Korrosion unter der Anstrichschicht um so höher, und die Bindungseigenschaft gegenüber der Anstrichschicht um so besser, je grösser die Dicke der hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Beschichtung ist, die auf dem mit der Nickelbeschichtung versehenen Stahlstreifen gebildet wurde. Eine erhöhte Dicke der hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Schicht führt jedoch zu einer schlechten Schweissbarkeit des so erhaltenen beschichteten Stahlstreifens.

Bei einem Elektroschweissvorgang ist es wünschenswert, dass der Bereich der Schweissbedingungen, der eingehalten

werden muss, um einheitliche geschmolzene Metallstücke herzustellen und um eine befriedigende Festigkeit der Schweissstelle zu erreichen, breit ist. Um auch die Widerstandsfähigkeit der Schweissstelle gegenüber Korrosion zu erhöhen und um ein befriedigendes Aussehen der Schweissstelle zu erreichen, ist es nötig, sowohl die Bildung von unerwünschten Spritzstellen um die Schweissstelle zu verhindern oder auf ein Minimum herabzusetzen, als auch das Ausfliessen von geschmolzenem Material aus der Schweissnaht während des Schweissvorganges zu verhindern oder auf ein Minimum zu senken.

Es wurde nun im Zusammenhang mit der Entwicklung des Erfindungsgegenstandes überraschenderweise gefunden, dass eine hydratisiertes Chromoxid enthaltende Schicht, die in der Lage ist, die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen, und die Beständigkeit der Korrosion unter einer Anstrichsschicht zu erhöhen und auch die Bindungseigenschaften für den Anstrich zu erhöhen, ohne dass sie die Schweissbarkeit vermindert, das hydratisiertes Chromoxid in der Schicht in einer Menge von 2 bis 20 mg, vorzugsweise in einer Menge von 3 bis 15 mg, und speziell bevorzugt in einer Menge von 5 bis 10 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates enthalten soll. Wenn eine aufgebrachte Beschichtung, die hydratisiertes Chromoxid enthält, in einer Menge anwesend ist, die einem Beschichtungsgewicht von weniger als 2 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Substrates entspricht, dann zeigt das erhaltene Produkt eine unbefriedigende Korrosionsbeständigkeit und eine unbefriedigende Korrosionsbeständigkeit unter einer Anstrichsschicht. Auch dann, wenn das Gewicht der hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Schicht mehr als 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Substrates beträgt, wird die Schweissbarkeit des erhaltenen Produktes unbefriedigend, und viele Verspritzungen an Material werden während des Schweissvorganges gebildet. Die Schicht aus hydratisiertem Chromoxid hat Wärmeisoliereigenschaften und führt dazu, dass der Berührungswiderstand der Schweissstelle erhöht wird. Deshalb ist die Schweissbarkeit des so erhaltenen Produktes um so schlechter, je grösser die Menge an hydratisiertem Chromoxid ist. Ferner hat die Schicht aus hydratisiertem Chromoxid eine schlechte mechanische Festigkeit, und sie wird leicht versprengt, wenn man eine Druckkraft darauf anwendet. Dieses Phänomen führt zu einer lokalen Erhöhung der Stromdichte an der Schweissstelle, und dadurch wird die Bildung von Spritzern hervorgerufen. Dementsprechend darf die Menge an der hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Schicht nicht über 20 mg, und speziell bevorzugt nicht über 15 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Substrates liegen.

Die das hydratisiertes Chromoxid enthaltende Schicht der Beschichtung kann im wesentlichen nur aus hydratisiertem Chromoxid bestehen. Die das hydratisiertes Chromoxid enthaltende Beschichtung der erfindungsgemässen Stahlstreifen kann auch aus einer Unterschicht aufgebaut sein, die im wesentlichen aus metallischem Chrom besteht und aus einer Oberschicht, die im wesentlichen aus hydratisierten Chromoxiden besteht. Das Beschichtungsgewicht der Unterschicht aus metallischem Chrom beträgt 10 mg oder weniger, vorzugsweise 5 mg oder weniger, pro m² jeder Oberfläche des Substrates, und die Summe des Beschichtungsgewichtes der Unterschicht aus metallischem Chrom und der Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid ist im Bereich von 2 bis 20 mg, vorzugsweise 2 bis 10 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Substrates.

Die das metallische Chrom enthaltende Unterschicht ist als Bindungsschicht zwischen der hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Oberschicht und der Nickelgrundschrift wirk-

sam. Eine zu dicke Unterschicht aus metallischem Chrom, die ein Beschichtungsgewicht von 10 mg pro m² aufweist, führt jedoch zu einer Verminderung der Schweissbarkeit des erhaltenen Produktes.

Auch dann, wenn die Summe der Gewichte der Unterschicht aus metallischem Chrom und der Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid weniger als 2 mg pro m² aufweist, zeigt das erhaltene Produkt eine schlechte Korrosionsbeständigkeit sowie auch eine unbefriedigende Korrosionsbeständigkeit unter einer Anstrichschicht. Wenn die Summe der Beschichtungsgewichte aus der Oberschicht und der Unterschicht mehr als 20 mg pro m² beträgt, dann zeigt das erhaltene Produkt eine schlechte Schweissbarkeit, und es bilden sich während des Schweissvorganges viele Spritzer.

Bei dem erfindungsgemässen Stahlstreifen, der mit einer hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Schicht überzogen ist, ist es vorteilhaft, dass die äusserste Oberfläche der Chrom enthaltenden Schicht ein molares Verhältnis von Oxobindungen des Typs Cr-O zu Hydroxybindungen des Typs Cr-OH von 0,85 oder ein höheres molares Verhältnis, vorzugsweise ein Verhältnis von 0,90 oder höher, aufweist. Das heisst, es ist bevorzugt, dass die äusserste Oberfläche der Beschichtungsschicht hauptsächlich aus Cr⁺³-Oxiden zusammengesetzt ist, in welcher das Chrom also im dreiwertigen Zustand, nämlich als Cr⁺³ vorliegt, und wobei das Chrom ausserdem ein sehr geringes Ausmass der Hydratisierung zeigt. In diesem Fall zeigt die Beschichtungsschicht eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit, und deshalb wird die Bildung von Spritzern verhindert. Diese Art der Oberfläche der Beschichtungsschicht enthält eine verminderte Menge an wasserlöslichen Substanzen. Deshalb zeigt die Oberfläche der Beschichtungsschicht verbesserte Bindungseigenschaften gegenüber einem Anstrich. Insbesondere ist ein molares Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen, das 0,85 beträgt oder höher liegt, wirksam, um die Korrosionsbeständigkeit unter einer Anstrichsschicht zu erhöhen, wenn diese Anstrichsschicht oder Farblackschicht mit einer korrodierenden wässrigen Flüssigkeit während langer Zeiträume in Berührung gebracht wird.

Bei den mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten erfindungsgemässen Stahlstreifen ist es vorteilhaft, wenn die Schicht aus hydratisiertem Chromoxid ein Atomverhältnis von Schwefelatomen und/oder Fluoratomen zu Sauerstoffatomen von 0,15 oder ein noch geringeres Atomverhältnis, insbesondere ein Atomverhältnis von 0,10 oder weniger aufweist.

Dieses Merkmal ist wirksam, um die Bildung von Spritzern zu verhindern und um die Bindungseigenschaften für einen Anstrich und die Korrosionsbeständigkeit unter einer Anstrichsschicht zu verbessern. Insbesondere ist eine Abnahme des Atomverhältnisses von Schwefelatomen zu Sauerstoffatomen, d.h. eine Abnahme des Gehaltes an SO₄⁻², welches wasserlöslich ist, in der Schicht an hydratisiertem Chromoxid sehr deutlich wirksam, um die Widerstandsfähigkeit der mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifen gegenüber einer Korrosion unter einer Anstrichsschicht zu erhöhen, wenn dieses Material mit einer korrodierenden wässrigen Flüssigkeit während langer Zeiträume in Berührung gebracht wird.

Die hydratisiertes Chromoxid enthaltende Schicht kann auf der aufgetragenen Nickelgrundschrift nach der folgenden Arbeitsweise hergestellt werden.

Sobald das Nickelplattierungsverfahren, das bei dem Stahlstreifensubstrat angewandt wurde, vollständig ist und die Oberfläche der aufgetragenen Nickelschicht gereinigt ist, beispielsweise indem man sie mit Wasser abspült, kann eine der folgenden elektrolytischen Chromsäurebehandlungen an dem mit der Nickelschicht plattierten Stahlstreifen ange-

wandt werden.

(1) Eine kathodische elektrolytische Behandlung, bei der als elektrolytische Behandlungsflüssigkeit eine wässrige Lösung verwendet wird, die mindestens einen der Bestandteile aus der folgenden Gruppe von Bestandteilen enthält: Chromsäure-anhydrid, wasserlösliche Chromate wie zum Beispiel Natriumchromat oder Kaliumchromat, sowie wasserlösliche Dichromate wie zum Beispiel Ammoniumdichromat, Natriumdichromat oder Kaliumdichromat.

(2) Eine weitere kathodische elektrolytische Behandlung, bei der eine wässrige Lösung mindestens einer Chrom enthaltenden Verbindung als Behandlungsflüssigkeit verwendet wird, wobei diese wässrige Lösung eine Chrom enthaltende Verbindung enthält, die aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: Chromsäure-anhydrid und wasserlösliche Chromate und Dichromate, und mindestens eine Sulfatanionen, also SO₄⁻² enthaltende Verbindung, in einer Menge von 2,5% oder weniger, ausgedrückt als Cr⁺⁶, bezogen auf das Gewicht der Chrom enthaltenden Verbindung, enthält.

(3) Eine noch weitere kathodische elektrolytische Behandlung, bei der eine wässrige Lösung von mindestens einer Chrom enthaltenden Verbindung, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die Chromsäure-anhydrid und wasserlösliche Chromate und Dichromate umfasst, und mindestens einer Fluoridionen enthaltenden Verbindung in einer Menge von 10% oder weniger, ausgedrückt als Fluoridanion F⁻, bezogen auf das Gewicht der Chrom enthaltenden Verbindung, ausgedrückt in Cr⁺⁶, enthält, als Behandlungsflüssigkeit eingesetzt wird.

Bei jeder dieser Arten der Behandlungen liegt die Konzentration der Chromverbindung in der Behandlungsflüssigkeit vorzugsweise im Bereich von 1 bis 150 g pro Liter, speziell bevorzugt im Bereich von 10 bis 100 g pro Liter. Die oben erwähnten Behandlungsflüssigkeiten sind nicht nur zur Herstellung von hydratisierten Chromoxidschichten auf der Oberfläche der aufgetragenen Grundschrift aus Nickel geeignet, sondern sie sind auch geeignet, um einen Oxidfilm zu entfernen, der sich auf der plattierten Nickelgrundschrift befindet. Deshalb kann zur Entfernung des Oxidfilmes der Stahlstreifen mit der Nickelplattierung in eine Behandlungsflüssigkeit eingetaucht werden, oder er kann einer anodischen elektrolytischen Behandlung unterworfen werden, ehe man die kathodische elektrolytische Behandlung durchführt.

Wenn die Konzentration der Chromverbindung in der Behandlungsflüssigkeit weniger als 1 g pro Liter beträgt, dann kann der Oxidfilm von der Oberfläche der aufplattierten Nickelschicht in nicht befriedigender Weise entfernt werden, und es kann dann schwierig sein, eine einheitliche Schicht aus hydratisiertem Chromoxid herzustellen. Auch dann, wenn die Konzentration der Chromverbindung in der Behandlungsflüssigkeit auf mehr als 150 g pro Liter ansteigt, ist der zu grosse Anteil an Chromverbindung, der über 150 g pro Liter liegt, nicht wirksam, um die Wirkungsweise der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid zu verbessern. Die zu grosse Konzentration führt dazu, dass das Behandlungsverfahren unwirtschaftlich wird, weil eine grosse Menge an Chromverbindung von dem Behandlungsbad durch den Stahlstreifen entfernt wird, der durch dieses Behandlungsbad geleitet wird. Dieses Phänomen wird als «Ausschleppen» bezeichnet.

Bei der Herstellung einer hydratisiertes Chromoxid enthaltenden Schicht auf einer aufgetragenen Nickelschicht wird eine kathodische elektrolytische Behandlung, bei welcher der mit der Nickelplattierung versehene Stahlstreifen als Kathode dient, unter den folgenden Behandlungsbedingungen durchgeführt. Diese Behandlungsbedingungen sind je nach dem Zweck der Behandlung und der Zusammensetzung der angewandten Behandlungsflüssigkeit variierbar.

(A) In demjenigen Fall, wo eine Behandlungsflüssigkeit angewandt wird, die eine wässrige Lösung von Chromsäure-

anhydrid, Chromaten, Dichromaten oder Mischungen aus zwei oder mehr der oben erwähnten Verbindungen, und gegebenenfalls Anionen enthält, wie zum Beispiel Sulfatanionen, die unvermeidbare Verunreinigungen der oben erwähnten Verbindungen darstellen, dann ist es nötig den pH-Wert der Behandlungsflüssigkeit auf einen speziellen Wert einzustellen.

In demjenigen Fall, wo eine Sulfatverbindung, also eine Verbindung die Anionen der Formel SO_4^{2-} in einer Menge von $\frac{1}{40}$ oder noch weniger, bezogen auf das Gewicht von Cr^{+6} in der Verbindung und/oder eine Fluorverbindung in einer Menge von $\frac{1}{10}$ oder geringer an F^- , bezogen auf das Gewicht von Cr^{+6} in der Verbindung, absichtlich zu der Behandlungsflüssigkeit zugesetzt wird, dann wird die kathodische elektrolitische Behandlung bei einem pH-Wert von 1,5 oder einem höheren pH-Wert durchgeführt, indem man eine Strommenge von 0,5 bis 75 Coulomb/dm² anwendet. In diesem Fall ist die Stromdichte, die bei der elektrolitischen Behandlung angewandt werden muss, nicht auf einen speziellen Wert derselben beschränkt. Wenn die Menge an Elektrizität, die angewandt wird, weniger als 0,5 Coulomb/dm² beträgt, dann ist die Menge der erhaltenen Beschichtungsschicht unbefriedigend, und deshalb sind die Eigenschaften des erhaltenen Produktes nicht zufriedenstellend. Eine Menge an Elektrizität, die höher liegt als 75 Coulomb/dm² ist nicht wirksam, um die Wirkung der Beschichtungsschicht zu verbessern. Die zu grosse Menge an Elektrizität führt nicht nur dazu, dass das Erhitzungsverfahren unwirtschaftlich ist, sondern sie führt auch dazu, dass die Oberfläche der Beschichtungsschicht verfärbt wird, und deshalb wird der Verkaufswert des Produktes vermindert.

Die Behandlungszeit ist nicht auf einen speziellen Wert beschränkt, solange die Menge an Elektrizität bei einem entsprechenden Wert gehalten wird, während die Behandlung stattfindet. Das heisst also, dass die Behandlung beendet werden kann, sobald die Menge an der Überzugsschicht den erwünschten Wert erreicht hat.

Sobald die elektrolitische Behandlung vollständig abgeschlossen ist, wird die Oberfläche der erhaltenen Beschichtungsschicht mit Wasser gewaschen, damit eine restliche Menge an Behandlungsflüssigkeit von dem Produkt entfernt wird, und anschliessend trocknet man dann.

Nach der vorliegenden Erfindung wird dadurch, dass eine Beschichtungsschicht, die aus einer Unterschicht aus metallischem Chrom und einer Überschicht aus hydratisiertem Chromoxid auf einer mit Nickelplattierung versehenen Oberflächenschicht erzeugt wird, die Korrosionsbeständigkeit des Produktes erhöht, und es kann auch die Bildung von Nadelstichlöchern in der Beschichtungs Oberfläche vermindert werden.

Die oben erwähnte, aus mehreren Schichten aufgebaute Beschichtungsschicht kann nach dem folgenden Verfahren (B) hergestellt werden.

Verfahren (B)

Bei diesem Verfahren wird eine kathodische elektrolitische Behandlung ausgeführt, indem man eine Behandlungsflüssigkeit verwendet, die eine wässrige Lösung von Chromsäure-anhydrid, Chromat, Dichromat oder eine Mischung aus zwei oder mehr der oben erwähnten Verbindungen enthält, wobei die Sulfatverbindung in einer Menge von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{40}$, berechnet als SO_4^{2-} , und bezogen auf das Gewicht der Chromverbindung, ausgedrückt als Cr^{+6} anwesend ist, und/oder die Fluorverbindung in einer Menge von $\frac{1}{10}$, ausgedrückt als F^- , und bezogen auf das Cr^{+6} in der Chromverbindung anwesend ist, wobei man bei einem pH-Wert von weniger als 1,5 arbeitet und bei einer Stromdichte im Bereich von 7,5 bis 25 A/dm² unter Einhaltung einer Elektrizitätsmenge

von 2,5 Coulomb/dm² arbeitet.

Die Unterschicht aus metallischem Chrom ist deutlich wirksam bezüglich der Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit des Produktes. Da jedoch das metallische Chrom einen extrem hohen Schmelzpunkt aufweist, der bei 1903 °C liegt, wird eine hohe Härte und ein deutlich grösserer elektrischer Widerstand erreicht, und zwar im Vergleich mit der Schicht aus metallischem Nickel, und dementsprechend führt die Unterschicht aus metallischem Chrom zu einer Verminderung der Schweisbarkeit des Produktes. Dementsprechend wird zur Verhinderung der Bildung von Spritzern an der Schweißnaht und zur Gewährleistung der Ausbildung von einheitlichen Klumpen aus geschmolzenem Metall bei der Durchführung einer Elektroschweißung das Beschichtungsgewicht der Unterschicht aus metallischem Chrom vorzugsweise auf 10 mg oder weniger, und speziell bevorzugt 5 mg oder weniger, pro m² jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates beschränkt.

Dann wird die Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid auf der Unterschicht in der oben beschriebenen Weise hergestellt. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn die Summe der Gewichte aus der Oberschicht und der Unterschicht im Bereich von 2 bis 20 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates liegt. Dieses Merkmal trägt dazu bei, dass dem Produkt eine befriedigende Schweisbarkeit verliehen wird.

Die Unterschicht aus metallischem Chrom und die Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid können hergestellt werden, indem man die gleiche Einzelbehandlungsflüssigkeit einsetzt. Andererseits kann, nachdem die Unterschicht aus metallischem Chrom unter Verwendung einer Behandlungsflüssigkeit hergestellt worden war, die Überschicht aus hydratisiertem Chromoxid erzeugt werden, indem man eine andere Behandlungsflüssigkeit einsetzt.

Wenn man eine Schicht herstellt, die nur aus hydratisierten Chromoxiden besteht, dann ist es vorteilhaft, wenn die Flüssigkeit zur Durchführung der elektrolitischen Behandlung Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen enthält. Die Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen sind wirksam bezüglich der Herstellung einer extrem dünnen Schicht aus metallischem Chrom, wobei die Menge dieser Schicht beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Forschung sehr schwer auf einer aufgetragenen Nickelgrundschrift zu bestimmen ist. Diese dünne Schicht aus metallischem Chrom ist wirksam, um die Anzahl der Nadelstichlöcher in der Schicht aus dem hydratisierten Chromoxid zu vermindern.

Der Grund für das oben erwähnte Phänomen ist nicht vollständig klar. Man nimmt jedoch an, dass dieses Phänomen wie folgt zu begründen ist:

Das Verfahren zur Aufbringung der Nickelplattierung wird durchgeführt, indem man eine Plattierungsflüssigkeit verwendet, die Sulfatanionen enthält. Sobald die elektrolitische Aufbringung der Nickelschicht vollständig ist, wird die auf die Oberfläche aufgetragene Nickelschicht mit Wasser gewaschen. Ein kleiner Anteil an Sulfatanionen wird jedoch in den Nadelstichlöchern in der aufgetragenen Nickelschicht zurückgehalten. Wenn die zur elektrolitischen Behandlung verwendete Chromatflüssigkeit Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen enthält, dann arbeiten die Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen in der Behandlungsflüssigkeit mit den Sulfatanionen, die in den Nadelstichlöchern vorhanden sind, zusammen, so dass das metallische Chrom in den Nadelstichlöchern in der aufgetragenen Nickelgrundschrift abgeschieden werden kann.

Dementsprechend wird es durch die Verwendung einer Flüssigkeit zur elektrolitischen Behandlung, die Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen enthält, möglich, eine einzige Schicht aus hydratisiertem Chromoxid herzustellen, die die

gleiche Wirksamkeit zur Erhöhung der Korrosionsfestigkeit aufweist, wie dies für eine Schicht der Fall ist, die aus einer Unterschicht aus metallischem Chrom und einer Überschicht aus hydratisiertem Chromoxid aufgebracht wird.

Das Verfahren zur Herstellung einer Überschicht, die im wesentlichen nur aus hydratisierten Chromoxiden besteht, ist nicht auf die oben erwähnten Typen von kathodischen elektrolytischen Behandlungsverfahren beschränkt. Die Einzelschicht aus hydratisiertem Chromoxid kann nach einem üblichen Eintauchverfahren, einem Aufsprühverfahren oder einem Aufblasverfahren hergestellt werden.

Die Schweissbarkeit, die Eigenschaft bezüglich der Bindung eines Anstriches und die Eigenschaft bezüglich der Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit der hydratisierten Chromoxidschicht können verbessert werden, indem man das molare Verhältnis von Oxobindungen des Typs Cr-O zu Hydroxybindungen des Typs Cr-OH in der äussersten Oberfläche der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid auf 0,85 oder höher einstellt, vorzugsweise auf 0,90 oder höher.

Das molare Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen kann mit Hilfe einer Auger-Spektroanalyse bestimmt werden. Bei dieser Analyse wird die Höhe (H_1) eines Chrom-Auger-Peaks an dem Hintergrund gemessen, und es wird der Unterschied (H_2) zwischen der höchsten Höhe des Chrom-Peaks eines Typs von Chromoxid und der geringsten Höhe eines anderen Chrom-Peaks eines anderen Typs von Chromoxid bestimmt, und das molare Verhältnis der Oxobindungen zu den Hydroxybindungen wird durch das Verhältnis H_1/H_2 bestimmt.

Üblicherweise enthält die Chromatschicht, d.h. die Schicht aus hydratisierten Chromoxiden, die durch ein übliches elektrolytisches Chromatbehandlungsverfahren erzeugt wurde, sowohl Cr^{+6} als auch SO_4^{2-} und/oder Fe^{+3} , die wasserlöslich sind. Wenn man daher die wasserlöslichen Substanzen aus der hydratisierten Chromoxidschicht entfernt, indem man eine Dehydratisierung durchführt und die kolloidalen hydratisierten Chromoxide kondensiert, dann kann das molare Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen auf 0,85 oder höher, vorzugsweise 0,90 oder höher, erhöht werden. Die so erhaltene Oberflächenschicht aus hydratisiertem Chromoxid hat ein vermindertes Ausmass der Hydratisierung und eine kristallähnliche Struktur. Dieser Typ einer Oberflächenschicht aus hydratisiertem Chromoxid leistet einen deutlichen Beitrag bezüglich der Erhöhung der Schweissbarkeit, der Bindungseigenschaften gegenüber einem Anstrich, der Korrosionsbeständigkeit und auch der Korrosionsbeständigkeit unter einer Lackierung des erhaltenen Produktes. Insbesondere ermöglicht es die oben erwähnte Art an einer Schicht aus hydratisiertem Chromoxid, dass der Schweissstrom leicht und einheitlich durch diese Schicht hindurchfliesst, und dementsprechend wird es dadurch möglich, den Schweissvorgang unter Anwendung eines weiten Bereiches von Schweissbedingungen durchzuführen, und unter Anwendung dieses Bereiches werden die geschmolzenen Metallklumpen einheitlich gebildet, und die erhaltene Schweissstelle zeigt eine befriedigende Schweissfestigkeit.

Ausserdem kann die Widerstandsfähigkeit des mit hydratisiertem Chromoxid beschichteten erfindungsgemässen Stahlstreifens gegenüber einer Korrosion unter einer Anstrichschicht erhöht werden, indem man das Atomverhältnis von Schwefelatomen oder Fluoratomen zu Sauerstoffatomen in der obersten Chrom enthaltenden Schicht auf 0,15 oder weniger, und vorzugsweise 0,10 oder weniger, beschränkt. Dieses Atomverhältnis kann mit Hilfe der Auger-Spektroanalyse oder einer Röntgenstrahlfluoreszenzanalyse (Röntgenstrahlfluorometrie) bestimmt werden.

Wenn das Atomverhältnis 0,15 beträgt oder geringer ist, d.h. der Gehalt an wasserlöslichen Substanzen in der äusser-

sten Oberflächenschicht aus hydratisiertem Chromoxid äusserst gering ist, dann ist die Menge an wasserlöslichen Substanzen, die aus der Schicht des hydratisierten Chromoxides herausströmt und durch die Anstrichschicht hindurchströmt, sehr gering, wenn der mit der Anstrichschicht beschichtete Stahlstreifen während langer Zeiträume in Berührung mit einer korrodierenden wässrigen Flüssigkeit gebracht wird. Dementsprechend bilden sich praktisch überhaupt keine Blasen oder nur sehr kleine Blasen an der Anstrichschicht. Dementsprechend tritt im wesentlichen keine Abtrennung der Anstrichschicht von der äussersten Oberfläche des hydratisierten Chromoxides auf.

Um das molare Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen auf 0,85 oder höher einzustellen, wird der mit dem hydratisierten Chromoxid behandelte Stahlstreifen, der gerade der kathodischen elektrolytischen Behandlung mit der Chromat enthaltenden Flüssigkeit unterworfen worden und mit Wasser abgespült worden war, einer Behandlung mit heissem Wasser bei einer Temperatur von 65 bis 100 °C, vorzugsweise im Bereich von 75 bis 95 °C, bei einem pH-Wert unterworfen, der im Bereich von 4,0 bis 10,0, vorzugsweise im Bereich von 6 bis 9 liegt, und zwar unter Anwendung einer Behandlungszeit von 0,3 bis 10 Sekunden. Der pH-Wert des zu dieser Behandlung herangezogenen heissen Wassers kann eingestellt werden, indem man Ammoniumcarbonat oder Natriumcarbonat verwendet. Diese Behandlung mit dem heissen Wasser führt dazu, dass wasserlöslichen Sulfatanionen und/oder Fluoridanionen und Cr^{+6} -Verbindungen von der äussersten Oberflächenschicht des hydratisierten Chromoxides entfernt werden, und dass das kolloidale Cr^{+3} -Hydroxid hydratisiert und kondensiert wird. Nach der Behandlung mit dem heissen Wasser ist der Gehalt an wasserlöslichen Substanzen in der äussersten Oberflächenschicht des hydratisierten Chromoxides sehr gering, und dementsprechend zeigt die Oberflächenschicht aus hydratisiertem Chromoxid ein äusserst geringes Ausmass der Hydratisierung und ein hohes molares Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen.

Um ein hohes molares Verhältnis von Oxobindungen zu Hydroxybindungen, das bei 0,85 oder höher liegt, und ein geringes Atomverhältnis von Schwefel- oder Fluoratomen zu Sauerstoffatomen, das bei 0,15 oder tiefer liegt, zu erreichen, ist es vorteilhaft, dass die Konzentrationen an den Sulfatanionen und den Fluoridanionen in der Behandlungsflüssigkeit zur Durchführung der kathodischen elektrolytischen Behandlung 1:40 oder tiefer liegt, vorzugsweise 1:50 oder tiefer, bzw. 1:10 oder tiefer, oder vorzugsweise 1:40 oder tiefer, jeweils bezogen auf das Gewicht an darin enthaltenem Cr^{+6} . Eine zu grosse Konzentration an Sulfatanionen oder Fluoridanionen führt dazu, dass die Entfernung derselben mit dem heissen Wasser schwierig wird, und dass das erhaltene Produkt eine unbefriedigende Korrosion unter einer Anstrichschicht aufweist.

Die Behandlung mit dem heissen Wasser kann durchgeführt werden, indem man den mit dem Chromat beschichteten Stahlstreifen in Wasser eintaucht, indem man heisses Wasser auf den mit dem hydratisierten Chromoxid beschichteten Stahlstreifen aufsprüht, oder indem man eine Mischung aus einem Dampf heisser Temperatur mit kaltem Wasser auf den mit der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifen aufsprüht.

Der mit der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid beschichtete erfindungsgemässe Stahlstreifen kann eine zusätzliche aufgebrachte Zinnzwischen-schicht zwischen der aufgetragenen Nickelgrundschrift und der Schicht, die die hydratisierten Chromoxide enthält, aufweisen. Diese Zwischen-schicht kann ein Beschichtungsgewicht von 100 bis 2000 mg, vorzugsweise von 300 bis 1000 mg, pro m^2 jeder Oberflä-

che des Stahlstreifensubstrates besitzen.

Die plattierte Zinnzwischen-schicht, die einen relativ tiefen Schmelzpunkt besitzt, verbreitert wirksam den Bereich der Bedingungen der Elektroschweissung, in welchem einheitliche Klumpen aus geschmolzenem Metall leicht gebildet werden.

Die Zinnzwischen-schicht ist auch wirksam um die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen, weil das metallische Zinn eine anodische Korrosion verhindernde Wirkung auf der aufgetragenen Nickelschicht ausübt, wenn der beschichtete Stahlstreifen mit korrodierenden Flüssigkeiten in Berührung gebracht wird, beispielsweise mit einer wässrigen Lösung, die Zitronensäure enthält.

Wenn die Zinnschicht der Behandlung einer Hitzeschmelzung unterworfen wird, dann bildet sich eine Schicht aus einer Nickel-Zinn-Legierung zwischen der Zinnschicht und der Nickelschicht. Diese Schicht aus der Nickel-Zinn-Legierung ist wirksam bezüglich einer Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit des erhaltenen Produktes. Die Hitzeschmelzungsbehandlung wird vorzugsweise bei einer Temperatur durchgeführt, die im Bereich von 240 bis 350 °C, und speziell bevorzugt im Bereich von 250 bis 300 °C, liegt.

Bei dem oben beschriebenen Typus von erfindungsgemässen mit einer Schicht aus hydratisiertem Chromoxid beschichteten Stahlstreifen ist die Zwischen-schicht aus Zinn wirksam bezüglich der Verhinderung der Ausbildung einer Schicht aus einer Eisen-Zinn-Legierung, die hauptsächlich aus einer FeSn₂-Legierung besteht, und zwar in der der Hitze einwirkende Zone, oder in der Zone um die Schmelzstelle herum, wenn das Verfahren der Elektroschweissung mit Hilfe des beschichteten Stahlstreifens durchgeführt wird. Dies ist deshalb der Fall, weil die aufgetragene Zinnschicht von dem Stahlstreifen-substrat durch die aufgetragene Nickelschicht getrennt ist. Wenn die Zinnschicht direkt auf der Oberfläche des Stahlstreifen-substrates gebildet wird, dann führt die Durchführung eines Elektroschweisverfahrens bei den beschichteten Stahlstreifen zu der unerwünschten Bildung einer Schicht aus einer FeSn₂-Legierung. Diese FeSn₂-Schicht führt dazu, dass sich die Schweissstelle verfärbt und das Aussehen der Schweissstelle schlecht wird, und ferner dazu, dass die Eigenschaft der Bindung eines Anstriches und die Korrosionsbeständigkeit unter der Anstrichschicht wesentlich verschlechtert werden.

Bei den mit einem hydratisierten Chromoxid beschichteten Stahlstreifen, die eine plattierte Zinnzwischen-schicht besitzen, erhöht die Zinn-Nickel-Schicht, die sich zwischen der Nickelschicht und der Zinnschicht ausbildet, die Korrosionsbeständigkeit und auch die Schweissbarkeit des Produktes.

Die Zinnschicht kann nach irgendeinem der üblichen Verfahren zur Herstellung einer Zinnschicht aufgebracht werden. Auch die das hydratisierte Chromoxid enthaltende Schicht kann bei den erfindungsgemässen Produkten nach irgendeinem der vorher beschriebenen Verfahren hergestellt werden.

Die Erfindung sei nun anhand spezieller Beispiele näher erläutert. Anhand dieser Beispiele soll der Zweck der vorliegenden Erfindung näher veranschaulicht werden. Es ist jedoch für den Fachmann auf diesem Gebiete klar, dass die Erfindung nicht auf die in diesen speziellen Beispielen angegebenen Bedingungen beschränkt ist und dass viele Variationen möglich sind.

In den Beispielen wurden die folgenden Eigenschaften der Produkte nach den in der Folge erläuterten Arbeitsverfahren bestimmt.

(1) Eigenschaft bezüglich der Verhinderung der Ausbildung von Nadelstichlöchern

Das Ausmass der Bildung von Nadelstichlöchern bei dem Produkt wurde in solcher Weise bestimmt, dass nach der Reinigung des Produktes mit einer Lösung von konzentrierter Schwefelsäure das gereinigte Produkt in eine 5%ige wässrige Lösung von CuSO₄·5H₂O bei einer Temperatur von 50 °C während 1 Minute eingebracht wurde, und es wurde die Menge an metallischem Kupfer, das auf der Oberfläche des Produktes abgeschieden wurde, bestimmt.

(2) Bestimmung der Schweissbarkeit

Zwei Stücke des Produktes wurden nach dem Schweissverfahren unter Anwendung eines elektrischen Widerstandes geschweisst, während man Kupferdrahtelektroden der Schweissstelle entlang bewegte. Die Schweissvorrichtung, die angewandt wurde, war eine Schweissmaschine des Typs FBB, die von der Firma Soudronic Co. hergestellt wurde. Das Schweissverfahren wurde unter Anwendung der folgenden Bedingungen durchgeführt:

– Geschwindigkeit der Dosenherstellung	450 Dosen/Minute
– Geschwindigkeit der Drahtelektrode	50 m/Minute
– Schweissdruck	36 kg
– Schweissstrom	Dieser wurde auf einen erwünschten Wert eingestellt, indem man die Höhe des Strompeaks und die Wellenform desselben einregulierte.

Der geeignete Schweissstrombereich, bei dem kein Verspritzen auftrat, und bei dem auch die erhaltene Schweissstelle ein befriedigendes Aussehen und die Schweisstärke befriedigend war, wurde bei jedem zu schweisenden Produkt bestimmt, indem man den Schweissstrom veränderte.

Die Schweissfestigkeit der Schweissnaht wurde bestimmt, indem man den Test mit der konischen Schale durchführte, bei dem eine geschweisste Dose so ausgedehnt wurde, dass der Durchmesser der Dose auf 20% über dem ursprünglichen Durchmesser derselben erhöht wurde, und die Abschälfestigkeit der Schweissnaht wurde bestimmt. Wenn keine Abschälung auftrat wurde die Schweissfestigkeit der Nahtstelle als befriedigend beurteilt.

Das Aussehen der Schweissstelle wurde beurteilt, indem man die Anzahl der Spritzer zählte, die sich auf der geschweissten Oberfläche ausgebildet hatten.

(3) Bestimmung der Bindungseigenschaften gegenüber einem Anstrich

Ein Beschichtungsfilm, der eine Dicke von 4,5 Mikron besass, wurde auf der Oberfläche des Produktes hergestellt, indem man einen Lack des Epoxyphenol-Typs verwendete. Das mit dem Lack beschichtete Produkt wurde in eine wässrige Lösung eingetaucht, die 1,5 Gew.-% an Natriumchlorid (trocken) und 1,5 Gew.-% an Zitronensäure enthielt, und die mit Luft gesättigt war. Diese Eintauchbehandlung wurde während 96 Std. durchgeführt. Die Festigkeit der Bindung des Anstriches des oben erwähnten Produktes wurde durch einen Kreuzschnitt-Test bestimmt.

Die Widerstandsfähigkeit des Produktes gegenüber der Korrosion unter der Anstrichschicht wurde nach den gleichen Arbeitsverfahren bestimmt, wie diejenigen die oben erwähnt wurden, mit Ausnahme dessen, dass in diesem Fall die Anstrichschicht zerkratzt wurde, und die zerkratzte Anstrichschicht in die gleiche Behandlungsflüssigkeit eingebracht wurde, wie diejenige die oben beschrieben ist. Es wurde die Intensität der Korrosion des zerkratzten Bereiches bestimmt.

Beispiel 1

Ein kalt gewalzter Stahlstreifen, der eine Dicke von 0,21 mm aufwies, wurde entfettet und nach einem üblichen Arbeitsverfahren gebeizt.

Der gebeizte Stahlstreifen wurde einer elektrogalvanischen Nickelbeschichtung unterworfen, wobei die zur Elektrobeschichtung verwendete Flüssigkeit die folgenden Bestandteile in den angegebenen Mengenverhältnissen enthielt:

Bestandteil	Menge in g/Liter
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	240
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30
H_3BO_3	30

Die verwendete Stromdichte war 10 A/dm².

Die aufgebrachte Nickelschicht hatte ein Beschichtungsgewicht von 600 mg pro m² jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates.

Anschliessend wurde dann der mit der Nickelbeschichtung versehene Stahlstreifen einer kathodischen elektrolytischen Chromatbehandlung unterworfen, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 50 g pro Liter an CrO_3 enthielt, wobei man bei einer Temperatur von 55 °C und einer Stromdichte von 10 A/dm² während 4 Sekunden elektrolysierte. Die erhaltene aufgebrachte Beschichtung aus hydratisiertem Chromoxid hatte ein Beschichtungsgewicht von 7,5 mg, ausgedrückt als metallisches Chrom, pro m² jeder Oberfläche des Stahlstreifensubstrates.

Das so erhaltene Produkt wurde mit Wasser gespült und dann den oben erwähnten Tests unterworfen, ohne dass man eine Heisswasserbehandlung durchgeführt hatte. Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel 2

Das gleiche Arbeitsverfahren wie das in Beispiel 1 beschriebene wurde durchgeführt, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Bei dem Verfahren zur Aufbringung der Nickelplattierung wurde eine Stromdichte von 20 A/dm² angewandt, und die elektrolytisch abgeschiedene Nickelschicht hatte ein Beschichtungsgewicht von 450 mg pro m².

Bei der kathodischen elektrolytischen Behandlung mit dem Chromat enthielt die verwendete wässrige Behandlungslösung 0,2 g pro Liter an SO_4^{2-} zusätzlich zu den 50 g pro Liter an CrO_3 , und die Lösung besass ferner eine Temperatur von 60 °C und die Behandlung wurde bei einer Stromdichte von 5 A/dm² während 5 Sekunden durchgeführt.

Die erhaltene Schicht an hydratisiertem Chromoxid besass ein Beschichtungsgewicht von 6 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom.

Die bei diesem Beispiel erzielten Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 1 angeführt.

Beispiel 3

Das gleiche Verfahren wurde durchgeführt, wie dasjenige das in Beispiel 1 beschrieben ist, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Das Nickelplattierungsverfahren wurde ausgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 300 g pro Liter an Nickelsulfamat und 30 g pro Liter an H_3BO_3 enthielt, und es wurde eine Stromdichte von 30 A/dm² angewandt.

Die so erhaltene elektrolytisch abgeschiedene Nickelschicht besass ein Beschichtungsgewicht von 500 mg/m².

Die Chromatbehandlung wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 50 g pro Liter an CrO_3 und 0,2 g pro Liter an SO_4^{2-} enthielt, und man arbeitete bei

einer Temperatur von 65 °C und einer Stromdichte von 6 A/dm² während 5 Sekunden. Die so erhaltene Beschichtungsschicht aus hydratisiertem Chromoxid hatte ein Beschichtungsgewicht von 5,8 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom.

Der mit Wasser gewaschene, mit Chromat behandelte Stahlstreifen wurde dann weiter behandelt, indem man ihn mit destilliertem Wasser besprühte, das eine Temperatur von 80 °C und einen pH-Wert von 6,2 besass. Die Behandlung mit dem destillierten Wasser erfolgte während 5 Sekunden.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel 4

Das gleiche Arbeitsverfahren wie dasjenige, das in Beispiel 3 beschrieben ist, wurde durchgeführt mit Ausnahme dessen, dass die folgenden Unterschiede bestanden:

Bei dem Verfahren zur Abscheidung der Nickelbeschichtung wurde eine Stromdichte von 15 A/dm² angewandt, und das Beschichtungsgewicht der so abgeschiedenen Nickelschicht betrug 400 mg/m².

Die Behandlung mit dem Chromat wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 75 g pro Liter an $(\text{NH}_4)\text{CrO}_4$ und 0,3 g pro Liter an NaF enthielt. Die Lösung besass eine Temperatur von 50 °C, und man beschichtete bei einer Stromdichte von 5 A/dm² während 6 Sekunden. Das Beschichtungsgewicht der so erhaltenen Überzugsschicht aus hydratisiertem Chromoxid betrug 5,5 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom.

Der mit Wasser gewaschene beschichtete Stahlstreifen wurde in Leitungswasser eines pH-Wertes von 7,8 eingetaucht, wobei die Einstellung des pH-Wertes von 7,8 eingetaucht, wobei die Einstellung des pH-Wertes unter Verwendung von Ammoniumcarbonat durchgeführt wurde, und das Wasser eine Temperatur von 95 °C besass, und man während 35 Sekunden eintauchte.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Beispiel 5

Die gleichen Arbeitsverfahren wie diejenigen, die in Beispiel 1 beschrieben sind, wurden durchgeführt, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Das Verfahren zur Abscheidung der Nickelschicht wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete die 300 g pro Liter an $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 35 g pro Liter an $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ und 25 g pro Liter an H_3BO_3 enthielt, und man verwendete eine Stromdichte von 15 A/dm². Das Beschichtungsgewicht der erhaltenen Nickelschicht betrug 300 mg/m².

Die Chromatbehandlung wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 80 g pro Liter an CrO_3 und 0,6 g pro Liter an SO_4^{2-} enthielt, die Temperatur der Lösung betrug 50 °C, und es wurde bei einer Stromdichte von 15 A/dm² während 1 Sekunde beschichtet. Nachdem man die so erhaltene, hydratisiertes Chromoxid enthaltende Oberflächenschicht mit Wasser gespült hatte, bestand sie aus 3 mg pro m² einer Unterschicht aus metallischem Chrom und 4,5 mg pro m², ausgedrückt als metallisches Chrom, aus einer Oberschicht von hydratisiertem Chromoxid.

Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel 6

Die gleichen Arbeitsverfahren wie diejenigen, die in Beispiel 5 beschrieben sind, wurden durchgeführt, wobei jedoch die folgenden Ausnahmen bestanden:

Nachdem man mit Wasser gespült hatte, wurde der so erhaltene beschichtete Stahlstreifen in Leitungswasser einge-

taucht, dessen pH-Wert unter Verwendung von Natriumcarbonat auf eine Temperatur von 7,5 eingestellt worden war. Dieses Wasser besaß eine Temperatur von 90 °C, und man tauchte während 3 Sekunden ein.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel 7

Die gleichen Arbeitsverfahren wie diejenigen, die in Beispiel 5 beschrieben sind, wurden durchgeführt, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Die Behandlung mit dem Chromat wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 80 g pro Liter an CrO_3 und 0,8 g pro Liter an SO_4^{2-} enthielt, wobei man bei einer Temperatur von 60 °C und unter Anwendung einer Stromdichte von 20 A/dm² während 0,5 Sekunden elektrolysierte. Nachdem man die so erhaltene hydratisierte Chromoxid enthaltende Überzugsschicht mit Wasser gewaschen hatte, war sie aus 5 mg pro m² einer Unterschicht aus metallischem Chrom und aus 10 mg pro m², ausgedrückt als metallisches Chrom, an einer Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid zusammengesetzt.

Der mit der Beschichtung aus hydratisiertem Chromoxid versehene Stahlstreifen wurde einer Behandlung mit heissem Wasser unterworfen, bei der destilliertes Wasser einer Temperatur von 80 °C verwendet wurde, dessen pH-Wert unter Verwendung von Ammoniumcarbonat auf 8,1 eingestellt worden war. Dieses Wasser wurde 3,5 Sekunden lang auf die Stahlstreifen aufgesprüht.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel 8

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen die in Beispiel 5 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Das Verfahren zur Nickelplattierung wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 350 g pro Liter an $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ und 30 g pro Liter an H_3BO_3 enthielt, und es wurde eine Stromdichte von 35 A/dm² verwendet. Das Gewicht der abgeschiedenen Nickelschicht betrug 700 mg pro m².

Die Behandlung mit dem Chromat wurde durchgeführt, indem man eine wässrige Lösung verwendete, die 90 g pro Liter an CrO_3 , 0,6 g pro Liter an NH_4F , 3,3 g pro Liter an Na_2SiF_6 und 0,08 g pro Liter an SO_4^{2-} enthielt. Man arbeitete bei einer Temperatur von 40 °C bei einer Stromdichte von 15 A/dm² während 0,75 Sekunden. Der so erhaltene, mit einer hydratisierte Chromoxid enthaltenden Beschichtung überzogene Stahlstreifen besaß 3,5 mg/m² an einer Unterschicht aus metallischem Chrom und 4,2 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom, an einer Oberschicht an hydratisiertem Chromoxid.

Die bei diesem Beispiel erhaltenen Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 1 angeführt.

Beispiel 9

Das gleiche Arbeitsverfahren wurde durchgeführt, wie dasjenige das in Beispiel 8 beschrieben ist, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Bei der elektrolytischen Auftragung der Nickelschicht wurde eine Stromdichte von 10 A/dm² angewandt, und das Gewicht der so erhaltenen plattierten Nickelschicht betrug 380 mg/m².

Nachdem man die erhaltenen, eine Schicht aus hydratisiertem Chromoxid aufweisenden Stahlstreifen mit Wasser gewaschen hatte, wurden sie in Leitungswasser eingetaucht, das einen pH-Wert von 7,4 besaß, der mit Hilfe von Ammo-

niak eingestellt wurde, und das eine Temperatur von 95 °C aufwies. Man behandelte während 5 Sekunden.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Vergleichsbeispiel 1

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren eingehalten, wie diejenigen die in Beispiel 1 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Ausnahmen bestanden:

Die aufgebrachtge Nickelschicht hatte ein Beschichtungsgewicht von 100 mg/m².

Die Behandlung mit dem Chromat wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 2 beschrieben ist. Das Gewicht der Überzugsschicht aus hydratisiertem Chromoxid betrug 6 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Vergleichsbeispiel 2

Die gleichen Arbeitsverfahren wie diejenigen, die in Beispiel 1 beschrieben sind, wurden durchgeführt, wobei jedoch die folgenden Unterschiede vorhanden waren:

Die Behandlung mit dem Chromat wurde durchgeführt, indem man die gleiche wässrige Lösung verwendete, wie diejenige die in Beispiel 2 beschrieben ist, mit Ausnahme dessen, dass das Beschichtungsgewicht der erhaltenen Schicht aus hydratisiertem Chromoxid 30 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom, betrug.

Der mit der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid versehene Stahlstreifen wurde in der gleichen Weise mit heissem Wasser behandelt, wie dies in Beispiel 3 beschrieben ist.

Die so erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 angeführt.

Vergleichsbeispiel 3

Die gleichen Arbeitsschritte wurden durchgeführt, wie diejenigen die in Beispiel 7 beschrieben sind, jedoch bestanden die folgenden Unterschiede:

Das Nickelplattierungsverfahren wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 1 beschrieben ist, mit Ausnahme dessen, dass das Beschichtungsgewicht des plattierten Nickels 80 mg/m² betrug.

Bei der Chromatbehandlung war die erhaltene, hydratisierte Chromoxid enthaltende Schicht aus 5 mg/m² einer Unterschicht aus metallischem Chrom und 10 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom, einer Übersicht aus hydratisiertem Chromoxid zusammengesetzt.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 1 angeführt.

Vergleichsbeispiel 4

Das gleiche Arbeitsverfahren, wie dasjenige das in Beispiel 7 beschrieben ist, wurde durchgeführt, jedoch bestanden die folgenden Unterschiede:

Das Verfahren der Nickelplattierung wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 5 beschrieben ist, mit Ausnahme dessen, dass das Beschichtungsgewicht der aufgetragenen Nickelschicht 500 mg/m² betrug.

Die Chromatbehandlung wurde durchgeführt, indem man den Zeitraum der Behandlungszeit so veränderte, dass die erhaltene, hydratisierte Chromoxid enthaltende Schicht aus 15 mg/m² einer Unterschicht aus metallischem Chrom und 10 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom, einer Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid zusammengesetzt war.

Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Vergleichsbeispiel 5

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen die in Beispiel 8 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede bestanden:

Bei dem Verfahren zur Nickelplattierung betrug das Beschichtungsgewicht der aufgetragenen Nickelschicht 300 mg/m².

Die Chromatbehandlung wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 5 beschrieben ist, mit Aus-

nahme dessen, dass die Behandlungszeit so verändert wurde, dass die erhaltene, hydratisiertes Chromoxid enthaltende Schicht aus 5 mg/m² einer Unterschicht aus metallischem Chrom und 25 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom, einer Oberschicht aus hydratisiertem Chromoxid aufgebaut war.

Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1

Verhinderung der Bildung von Nadelstichlöchern	Eigenschaft der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid			Elektroschweisssbarkeit			Bindungseigenschaften gegenüber Anstrich		
	Atomverhältnis S/O	F/O	Molares Verhältnis Oxo/Hydroxy	Geeignete Schweisssbereiche	Schweisssfestigkeit der Schweisssstelle	Aussehen der Schweisssstelle	Bindungssfestigkeit des Anstrichs	Widerstandssfähigkeit gegenüber Korrosion unter dem Anstrich	
Beispiel									
1	befriedigend	0,12	–	0,80	gut	hervorragend	hervorragend	gut	gut
2	gut	0,18	–	0,81	gut	hervorragend	hervorragend	gut	gut
3	hervorragend	0,10	–	0,88	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
4	hervorragend	–	0,09	0,92	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
5	hervorragend	0,15	–	0,83	gut	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
6	hervorragend	0,05	–	0,95	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
7	hervorragend	0,07	–	1,02	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
8	hervorragend	0,01	0,14	0,88	gut	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
9	hervorragend	–	0,11	1,05	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend
Vergleichsbeispiel									
1	schlecht	0,18	–	0,84	befriedigend	hervorragend	gut	schlecht	schlecht
2	befriedigend	0,19	–	0,80	schlecht	schlecht	schlecht	befriedigend	gut
3	schlecht	0,07	–	1,03	befriedigend	hervorragend	befriedigt	schlecht	schlecht
4	hervorragend	0,06	–	1,02	schlecht	schlecht	schlecht	hervorragend	hervorragend
5	hervorragend	0,17	–	0,82	schlecht	schlecht	schlecht	befriedigend	gut

Beispiel 10

Der gleiche Typ an kaltgewalzten Stahlstreifen, wie derjenige der in Beispiel 1 eingesetzt wurde, wurde einer galvanischen Beschichtung mit Nickel unterworfen. Man verwendete eine Plattierungslösung, welche die folgende Zusammensetzung aufwies:

Bestandteil	Menge in g pro Liter
NiSO ₄ ·6H ₂ O	300
NiCl ₂ ·6H ₂ O	35
H ₃ BO ₃	25

Es wurde bei einer Stromdichte von 4 A/dm² während 6 Sekunden beschichtet. Die so erhaltene aufgetragene Nickelschicht hatte ein Beschichtungsgewicht von 700 mg/m².

Der mit der Nickelbeschichtung versehene Stahlstreifen wurde mit Zinn beschichtet, indem man eine galvanische Beschichtung durchführte. Man verwendete dazu eine Lösung, welche 60 g pro Liter an SnSO₄, 15 g pro Liter, ausgedrückt als Sulfonsäure, an einer Phenolsulfonsäure und 10 g pro Liter einer äthoxilierten α -Naphtholsulfonsäure, abgekürzt als ENSA, enthielt. Es wurde bei einer Stromdichte von 20 A/dm² während 0,1 Sekunden galvanisiert. Das Gewicht der abgeschiedenen Zinnschicht betrug 100 mg/m². Ohne dass man die Zinnschicht einer Heiss-Schmelzbehandlung unterwarf, wurde der mit der Zinnschicht versehene Stahlstreifen mit Chromat behandelt, indem man eine Behandlungslösung verwendete, welche 30 g pro Liter an Na₂Cr₂O₇·2H₂O enthielt. Die Aufbringung der hydratisierten

40 Chromoxidschicht erfolgte bei einer Badtemperatur von 45 °C und einer Stromdichte von 15 A/dm² während 0,4 Sekunden. Das Beschichtungsgewicht der so erhaltenen Deckschicht aus hydratisiertem Chromoxid betrug 10 mg/m², ausgedrückt als metallisches Chrom.

45 Der mit der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid beschichtete Stahlstreifen wurde mit heissem Wasser in der gleichen Weise behandelt, wie dies in Beispiel 4 beschrieben ist. Man erhielt dabei die in Tabelle 2 angeführten Ergebnisse.

50

Beispiel 11

Die gleiche Art an kaltgewalzten Stahlstreifen, wie diejenigen die in Beispiel 1 beschrieben sind, wurden mit einer Nickelbeschichtung versehen, indem man eine Plattierungslösung verwendete, die 30 g pro Liter an Nickelsulfamat und 30 g pro Liter an H₃BO₃ enthielt. Die Stromdichte betrug 30 A/dm². Das Gewicht der so erhaltenen Nickelplattierung betrug 500 mg/m².

Der mit der Nickelbeschichtung versehene Stahlstreifen wurde mit Zinn galvanisiert, indem man eine Plattierungslösung verwendete, die 75 g pro Liter an SnCl₂, 25 g pro Liter an NaF, 50 g pro Liter an KHF, 45 g pro Liter an NaCl und 2 g pro Liter an Naphtholsulfonsäure enthielt. Es wurde eine Stromstärke von 50 A/dm² angewandt. Das Beschichtungsgewicht der aufgetragenen Zinnschicht betrug 300 mg/m².

Ohne dass man die Zinnschicht einer Heiss-Schmelzbehandlung unterwarf, wurde eine Chromatbehandlung an dem mit der Zinnschicht plattierten Stahlstreifen durchgeführt,

indem man eine Behandlungslösung verwendete, die 10 g pro Liter an CrO_3 enthielt. Die Temperatur des Behandlungsbadet betrug 80°C , und es wurde bei einer Stromdichte von 10 A/dm^2 während 0,5 Sekunden beschichtet. Das Gewicht der aufgetragenen Schicht aus hydratisiertem Chromoxid betrug 4 mg/m^2 , ausgedrückt als metallisches Chrom.

Es wurde keine Behandlung mit heissem Wasser an dem mit dem hydratisierten Chromoxid beschichteten Stahlstreifen durchgeführt.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 angeführt.

Beispiel 12

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen, die in Beispiel 10 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede vorhanden waren:

Das Gewicht der aufgetragenen Nickelschicht betrug 250 mg/m^2 . Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Zinnschicht betrug 550 mg/m^2 .

Die Heiss-Schmelzbehandlung der aufgetragenen Zinnschicht wurde in der folgenden Weise durchgeführt. Eine wässrige Lösung, die 4 g pro Liter an SnSO_4 und 4 g pro Liter, ausgedrückt als Sulfonsäure, an Phenolsulfonsäure enthielt, wurde als Flussmittel auf die Oberfläche der galvanisch aufgetragenen Zinnschicht aufgeschichtet. Der mit dem Flussmittel beschichtete Stahlstreifen wurde rasch auf 260°C nach einem elektrischen Heizverfahren aufgeheizt, und dann rasch mit Wasser gekühlt, um ihn glänzend zu machen bzw. um ihn zu polieren.

Der durch die Heiss-Schmelzung behandelte Stahlstreifen wurde mit Chromat beschichtet, indem man eine Behandlungslösung verwendete, die 80 g pro Liter an $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ enthielt, wobei die Temperatur des Behandlungsbadet 60°C betrug und eine Stromdichte von 10 A/dm^2 angewandt wurde. Das Beschichtungsgewicht der aufgetragenen Schicht an hydratisiertem Chromoxid betrug 15 mg/m^2 , ausgedrückt als metallisches Chrom. Es wurde bei dem Produkt keine Behandlung mit heissem Wasser vorgenommen.

Beispiel 13

Die gleichen Arbeitsverfahren, wie diejenigen, die in Beispiel 11 beschrieben sind, wurden durchgeführt; es herrschten jedoch die folgenden Unterschiede:

Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Nickelschicht betrug 150 mg/m^2 . Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Zinnschicht betrug 700 mg/m^2 .

Der mit der Zinnschicht versehene Stahlstreifen wurde rasch auf eine Temperatur von 280°C erhitzt, indem man ein elektrisches Erhitzungsverfahren durchführte, ohne dass ein Flussmittel eingesetzt wurde, und dann erfolgte eine rasche Abkühlung mit Wasser, um das Produkt glänzend zu machen.

Die Behandlung mit dem Chromat wurde durchgeführt, indem man eine Behandlungslösung einsetzte, die 30 g pro Liter an $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ enthielt, und die Badtemperatur lag bei 45°C , und es wurde eine Stromdichte von 12 A/dm^2 während 1,2 Sekunden angewandt. Das Beschichtungsgewicht an der aufgetragenen Schicht von hydratisiertem Chromoxid betrug 12 mg/m^2 , ausgedrückt als metallisches Chrom.

Der mit der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid versehene Stahlstreifen wurde mit heissem Wasser in der gleichen Weise behandelt, wie dies in Beispiel 4 beschrieben ist.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 angeführt.

Vergleichsbeispiel 6

Es wurden die gleichen Arbeitsschritte durchgeführt, wie diejenigen, die in Beispiel 10 beschrieben sind, es bestanden jedoch die folgenden Unterschiede:

Es wurde keine Nickelplattierung auf den Stahlstreifen aufgebracht.

Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Zinnschicht betrug 150 mg/m^2 .

Es wurde keine Behandlung mit heissem Wasser durchgeführt.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Vergleichsbeispiel 7

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen, die in Beispiel 12 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede vorhanden waren:

Es wurde keine Nickelschicht aufgebracht.

Das Verfahren zur Aufbringung der Zinnschicht wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 10 beschrieben ist.

Das Gewicht der so aufgetragenen Zinnschicht betrug 1600 mg/m^2 .

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Vergleichsbeispiel 8

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen, die in Beispiel 10 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede vorhanden sind:

Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Nickelschicht betrug 25 mg/m^2 .

Das Gewicht der aufgetragenen Zinnschicht betrug 500 mg/m^2 .

Die Heiss-Schmelzbehandlung wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 12 beschrieben ist.

Auch die Chromatbehandlung wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 12 beschrieben ist.

Die Behandlung mit heissem Wasser wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 4 beschrieben ist.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 angeführt.

Vergleichsbeispiel 9

Es wurden die gleichen Arbeitsverfahren durchgeführt, wie diejenigen, die in Beispiel 11 beschrieben sind, wobei jedoch die folgenden Unterschiede vorhanden waren:

Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Nickelschicht betrug 10 mg/m^2 .

Das Gewicht der galvanisch aufgetragenen Zinnschicht betrug 30 mg/m^2 .

Die Chromatbehandlung wurde in der gleichen Weise durchgeführt, wie dies in Beispiel 13 beschrieben ist.

Der mit dem hydratisierten Chromoxid beschichtete Stahlstreifen wurde der gleichen Heisswasserbehandlung unterworfen, die in Beispiel 4 erläutert ist.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

	Verhinde- rung der Bildung von Nadelstich- löchern	Eigenschaft der Schicht aus hydratisiertem Chromoxid		Elektroschweisbarkeit			Bindungseigenschaften gegenüber dem Anstrich	
		Atom- verhältnis S/O	Molverhältnis von Oxobindung zu Hydroxybindung	Geeignete Schweiss- bereiche	Schweiss- festigkeit der Schweisstelle	Aussehen der Schweisstelle	Bindungs- festigkeit des Anstriches	Korrosionsbe- ständigkeit unter dem Anstrich
Beispiel								
10	hervorragend	0,04	0,88	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	gut
11	hervorragend	0,06	0,82	hervorragend	hervorragend	hervorragend	hervorragend	gut
12	hervorragend	0,04	0,83	hervorragend	hervorragend	hervorragend	gut	
13	hervorragend	0,03	0,87	hervorragend	hervorragend	hervorragend	gut	
Vergleichsbeispiel								
6	schlecht	0,05	0,83	befriedigend	hervorragend	schlecht	schlecht	schlecht
7	gut	0,04	0,83	befriedigend	hervorragend	schlecht	hervorragend	gut
8	gut	0,04	0,87	befriedigend	hervorragend	schlecht	hervorragend	gut
9	schlecht	0,03	0,89	befriedigend	hervorragend	schlecht	schlecht	schlecht

Man sieht aus den Tabellen 1 und 2, dass die Produkte der Vergleichsbeispiele 1 bis 9 bezüglich ihrer Schweissbarkeit unbefriedigend sind, und zwar insbesondere bezüglich des Aussehens der Schweissstelle. Im Gegensatz dazu zeigen

alle Produkte der Beispiele 1 bis einschliesslich 13 eine befriedigende Schweissbarkeit und zufriedenstellende Eigenschaften bezüglich der Bindung eines Anstriches.