



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 502 971 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2005 Patentblatt 2005/05

(51) Int Cl.7: **C25F 1/06**

(21) Anmeldenummer: **04017834.5**

(22) Anmeldetag: **28.07.2004**

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

(72) Erfinder: **Michael Byhahn**
D-41516 Grevenbroich (DE)

(74) Vertreter: **Schrooten, Rolf, Dipl.-Ing.**
Braun-Dullaues Pannen Schrooten Haber,
Mörsenbroicher Weg 200
40470 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **29.07.2003 DE 10334858**

(71) Anmelder: **Bymat GmbH**
41363 Jüchen (DE)

(54) **Verbessertes Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Metalloberflächen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Metalloberflächen in einem Reinigungsbereich, insbesondere zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, wobei eine Elektrode, vorzugsweise mittels eines an der Elektrode angebrachten Lösungsträgers, mit einer Reinigungslösung befeuchtet und an den Reinigungsbereich herangeführt und/oder auf den Reinigungsbereich aufgesetzt und/oder relativ zum Reinigungsbereich bewegt wird, wobei die Elektrode an einen ersten Pol einer Stromquelle und das zu reinigende Werkstück als Gegenelektrode an einen zweiten Pol der Stromquelle an-

geschlossen wird, und wobei mittels der Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen den beiden Polen angelegt wird, wobei während des Anlegens der Reinigungsspannung mindestens ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 40 Volt, vorzugsweise von über 400 Volt, und vorzugsweise mit einer mittleren Impulsdauer zwischen $5 \cdot 10^{-12}$ Sekunden und 1 Sekunde angelegt wird. Die Erfindung betrifft ebenfalls die Verwendung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

EP 1 502 971 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Reinigung von Metalloberflächen in einem Reinigungsbereich, insbesondere zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, wobei eine Elektrode, vorzugsweise mittels eines an der Elektrode angebrachten Lösungsträgers, mit einer Reinigungslösung befeuchtet und an den Reinigungsbereich herangeführt und/oder auf den Reinigungsbereich aufgesetzt und/oder relativ zum Reinigungsbereich bewegt wird, wobei die Elektrode an einen ersten Pol einer Stromquelle und das zu reinigende Werkstück als Gegenelektrode an einen zweiten Pol der Stromquelle angeschlossen wird, und wobei mittels der Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen den beiden Polen angelegt wird.

[0002] Derartige Verfahren und Vorrichtungen zur Reinigung von Metalloberflächen sind allgemein bekannt. Sie werden insbesondere an Metalloberflächen eingesetzt, die zuvor bei hohen Temperaturen behandelt oder bearbeitet wurden, beispielsweise an Schweißnähten oder Laser- bzw. Plasmaschneidkanten. In diesen bei hohen Temperaturen bearbeiteten Bereichen kann es zur Veränderung der Metalloberfläche einerseits durch Flecken oder Verfärbungen infolge wärmebedingte Anlassfarben und/oder andererseits zur Bildung von Bearbeitungsrückständen, insbesondere von Oxidschichten, Schlacken und/oder Zunderanteilen kommen, was sowohl aus technischen als auch aus ästhetischen Gründen unerwünscht sein kann. So erhöhen beispielsweise Oxidschichten die Korrosionsanfälligkeit der wärmebehandelten Metallbereiche, weshalb man sie üblicherweise gleich nach einem Schweißvorgang entfernt und die so gereinigten Bereiche mit einem Korrosionsschutz versieht. Auch Anlauffarben sollten entfernt werden, da sie nicht nur das Aussehen des Werkstücks beeinträchtigen, sondern der Werkstoff in diesem Bereich auch seine Korrosionsbeständigkeit verlieren kann.

[0003] Zur Beseitigung von Oxidschichten, Schlackenresten, Verzunderungen oder ähnlichen Verunreinigungen an Schweißnähten sind mechanische Reinigungsvorgänge bekannt. Dabei werden die Schweißnähte unter großem Aufwand oftmals manuell abgebürstet und/oder abgeschliffen, was insbesondere bei innenliegenden Ecken- und Kantenbereichen mit großen Mühen verbunden und in jedem Fall sehr zeitaufwendig ist.

[0004] Auch ist es bekannt, die mechanische Reinigung maschinell durch mikroabrasive Behandlung der zu reinigenden Metalloberfläche durchzuführen. Hierbei wird durch Aufschleudern von sehr kleinen festen Strahlgutpartikeln auf die Metalloberfläche mittels eines Fluidstrahls eine materialabtragende Behandlung vorgenommen. Aber auch dieses Verfahren ist aufgrund der hierfür erforderlichen maschinellen Einrichtungen aufwendig in der Handhabung und mit erheblichen Kosten verbunden.

[0005] Sowohl beim manuellen als auch bei den maschinellen mechanischen Reinigungsvorgängen ist es außerdem praktisch unvermeidlich, dass auch neben dem zu reinigenden Bereich liegende Oberflächenbereiche behandelt werden und dabei ungewollt verkratzen, was vor allem bei sichtbaren Schweißnähten auf glänzenden oder optisch aufgewerteten Oberflächen störend ist. In jedem Fall wird jedoch der bearbeitete Reinigungsbereich gegenüber den nicht von der Reinigungsbehandlung betroffenen Oberflächenbereichen sowohl ein optisch anderes Aussehen als auch eine veränderte Oberflächenrauigkeit erhalten, was mit dem Nachteil von unterschiedlichen Korrosionsverhalten verbunden ist.

[0006] Weiterhin sind chemische Reinigungsvorgänge bekannt, bei denen extrem giftige Beizen, insbesondere hochkonzentrierte Flusssäure, auf den Reinigungsbereich aufgebracht werden, um dort eine bestimmte Zeit einwirken zu können. Hierbei sind beispielsweise Tauchbeizen, Sprühbeizen, Pastenbeizen oder Beizreiniger gebräuchlich. Das Beizen bewirkt neben dem Entfernen der Anlauffarben die Beseitigung von Korrosionsprodukten und Fremdkörpern. Dabei erfolgt ein gleichmäßiger Abtrag von 3 bis 7 µm.

[0007] Diese chemischen Reinigungsvorgänge sind jedoch aufgrund der toxischen Bestandteile gerade bei größeren Schweißnähten mit einer hohen Belastung für die Umwelt verbunden und erfordern entsprechende Sicherheitsmaßnahmen insbesondere auch für die das Verfahren anwendenden Personen. Außerdem nimmt diese Reinigung relativ lange Zeiten in Anspruch. So dauert es bis zu 72 Stunden, ehe sich die für den Korrosionsschutz wesentliche Passivitätsschicht wieder aufgebaut hat. Von Nachteil ist es hierbei ferner, dass die Beizmittel nach der Behandlung abgespült werden müssen, wobei darauf zu achten ist, dass keine säurehaltigen Wasserreste zurückbleiben. Die hierbei anfallenden Spülflüssigkeiten sind säurehaltig und oftmals mit Schwermetallen verunreinigt, weshalb sie aufgefangen und neutralisiert werden müssen. Der zurückbleibende Schlamm ist als schwermetallhaltiger Sondermüll und somit den örtlichen Vorschriften entsprechend zu behandeln.

[0008] Ferner ist es bekannt, elektrochemische Verfahren zur Reinigung von Metalloberflächen, insbesondere von Schweißnähten einzusetzen. Dabei wird im sogenannten Tampon-Verfahren das zu reinigende Werkstück an einen Pol einer Spannungsquelle und eine üblicherweise handgeführte Elektrode als sogenannte Tampondelektrode an den anderen Pol der Spannungsquelle angeschlossen. Die Tampondelektrode hat einen offenporigen Lösungsträger, beispielsweise ein Filzstück, zur Aufnahme einer als Elektrolyt dienenden Reinigungslösung. Unter Schaffung einer elektrischen Verbindung durch den Elektrolyten wird die Elektrode über den Reinigungsbereich bewegt, wobei durch die Einwirkung des Elektrolyten und des Stromes die Metalloberfläche im Reinigungsbereich galvanisch gerei-

nigt wird. Aus der DE 198 09 487 A1 ist es bekannt, dass die Reinigungsspannung zur Entfernung von Oxidschichten dabei typischerweise zwischen 10 Volt und 40 Volt betragen. Insbesondere werden Reinigungsspannungen zwischen 12 und 24 Volt eingesetzt.

[0009] Aus der DE 198 44 832 A1 ist es außerdem bekannt, mechanische Reinigungsvorgänge mit elektrochemischen Reinigungsverfahren zu kombinieren, was jedoch mit entsprechend höherem Aufwand und hohen Kosten verbunden ist.

[0010] Alle vorgenannten Reinigungsverfahren, insbesondere die elektrochemischen Reinigungsverfahren, funktionieren abgesehen von den genannten Nachteilen bei den meisten Schweißnähten relativ gut. Jedoch gibt es bisher kein Verfahren und keine Vorrichtung, mit dem Schweißnähte, die im Metall-Inert-Gas-Verfahren oder vor allem im Metall-Aktiv-Gas-Verfahren (sogenannte MIG-MAG-Verfahren) an Edelstählen hergestellt wurden, mit geringem Aufwand und in kurzer Zeit zufriedenstellend gereinigt werden können.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein schnell und einfach durchzuführendes Verfahren sowie eine preiswert herzustellende und konstruktiv einfache Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, das bzw. die auf einfache Weise und bei geringem Aufwand sowie mit geringen Kosten eine gründliche und schnelle Reinigung von Metalloberflächen ermöglicht. Insbesondere sollen damit auch nach dem MAG-Verfahren hergestellte Schweißnähte an Edelstahlwerkstücken leicht, schnell und hochwirksam gereinigt werden können.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Verfahren nach Anspruch 1 bzw. durch eine Vorrichtung nach Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den jeweils abhängigen Ansprüchen.

[0013] Wesentlich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es, dass während des Anlegens der Reinigungsspannung mindestens ein Hochspannungsimpuls mit einer maximalen Spannung von über 40 Volt, vorzugsweise von über 400 Volt und vorzugsweise mit einer mittleren Impulsdauer zwischen $5 \cdot 10^{-12}$ Sekunden und 1 Sekunde angelegt wird. Die mittlere Impulsdauer bezieht sich dabei auf die Dauer, während der der Hochspannungsimpuls eine Spannung von mindestens 50% der maximalen Impulsspannung hat.

[0014] Der Hauptvorteil liegt dabei darin, dass auf diese Weise auch MAG-geschweißte Schweißnähte an Edelstahlwerkstücken leicht, schnell und hochwirksam gereinigt werden können. Im Gegensatz zu allen anderen bisher bekannten Verfahren können mit dem hier vorgeschlagenen elektrochemischen Reinigungsverfahren unter erfindungsgemäßer Anlegung mindestens eines kurzen Hochspannungsimpulses Metalloberflächen innerhalb kürzester Zeit und mit sehr geringem Aufwand sowie mit geringen Kosten so gründlich gereinigt werden, dass alle störenden Bearbeitungsrückstände vollständig oder zumindest nahezu restlos entfernt

sind. Die erfindungsgemäße elektrolytische und materialabtragende Reinigung ermöglicht somit wesentlich bessere Reinigungsergebnisse als die seit langer Zeit bekannten und bisher eingesetzten Reinigungsverfahren. Das erfindungsgemäße Verfahren liefert bei verschiedenen Schweißverfahren und verschiedenen Metallen eine deutlich verbesserte Reinigungswirkung. Die mit Abstand größten Fortschritte sind bei MAG-Schweißnähten sowohl hinsichtlich der erheblichen Zeiteinsparung als auch hinsichtlich der Gründlichkeit der Reinigung zu verzeichnen, da die Reinigung von MAG-Schweißnähten mit bisher bekannten Verfahren und Vorrichtungen stets einen erheblichen Arbeits- und Zeitaufwand bedeutete.

[0015] Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren keine mechanische Oberflächenbehandlung erforderlich ist, sind auch Beeinträchtigungen angrenzender Oberflächenbereiche ausgeschlossen. Auch der zu reinigende Bereich der Metalloberfläche selbst bleibt ebenso wie die benachbarten Oberflächenbereiche in seiner Struktur und in seinem Aussehen unverändert erhalten. Der Bereich einer gereinigten Schweißnaht und der Wärmeeinflusszone sind nach dem erfindungsgemäßen Reinigungsvorgang frei von Anlauffarben und es lassen sich keine optischen Unterschiede zum Anlieferungszustand des Materials feststellen.

[0016] Auch ist das erfindungsgemäße Verfahren im Gegensatz zu den bekannten chemischen Reinigungsverfahren aufgrund des Verzichts auf hoch-toxische Lösungen umweltschonend und bedarf diesbezüglich keiner besonderen Vorkehrungen oder Maßnahmen. Ein Abspülen des Reinigungsbereichs nach Beendigung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist nicht notwendig, es kann jedoch vorgenommen werden, ohne dass eine spezielle Entsorgung des Spülwassers notwendig ist. Insbesondere ist auch von Vorteil, dass bei der Ausführung des Verfahrens keine giftigen Gase oder Dämpfe entstehen.

[0017] Das erfindungsgemäße Reinigungsverfahren kann problemlos auch bei relativ langen Schweißnähten im Freien schnell und einfach angewendet werden.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn unmittelbar beim Anlegen der Reinigungsspannung zunächst mindestens ein kurzer Hochspannungsimpuls mit einer mittleren Impulsdauer zwischen 10^{-10} Sekunden und 10^{-5} Sekunden, vorzugsweise zwischen 10^{-9} Sekunden und 10^{-7} Sekunden, angelegt wird, und wenn danach eine Spannung zwischen 10 Volt und 110 Volt, vorzugsweise zwischen 40 Volt und 60 Volt, angelegt wird. Durch Anlegen eines Hochspannungsimpulses direkt zu Beginn der angelegten Reinigungsspannung können besonders gute Reinigungsergebnisse erzielt werden. Die Reinigungswirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann weiterhin dadurch verstärkt werden, dass zunächst ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 4 kV, insbesondere von über 6 kV angelegt wird.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren kann so-

wohl mit Gleichspannung, wobei der erste Pol als Pluspol und der zweite Pol als Minuspol geschaltet ist, als auch mit Wechselspannung betrieben werden, wobei mit Wechselspannung eine besonders gute Reinigungswirkung erzielt werden kann.

[0020] Besonders gute Reinigungsergebnisse können dann erzielt werden, wenn bei Anlegen der Reinigungsspannung nach dem Hochspannungsimpuls ein Stromfluss zwischen 5 und 180 Ampere eingestellt wird. Ein derartiger Betrieb wird bei Schweißverfahren auch als Booster-Funktion bezeichnet. Vorzugsweise wird vorgeschlagen, einen Wert zwischen 12 und 50 Ampere einzustellen.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn bei Anlegen der Reinigungsspannung nach dem Hochspannungsimpuls ein kontinuierlicher und konstanter Stromfluss eingestellt wird. Durch eine Einschaltdauer von 100% können optimale Reinigungsergebnisse innerhalb kürzester Zeit erreicht werden.

[0022] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die Reinigungslösung eine Mischung von anorganischen Säuren, insbesondere eine Mischung von Schwefelsäure und Phosphorsäure enthält. Eine derartige Mischung ermöglicht deutlich bessere Reinigungsergebnisse als die Verwendung nur einer einzigen Säure.

[0023] Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Reinigungslösung eine Mischung enthält, die zu einem Teil aus einer Mischung von Schwefelsäure und von Phosphorsäure und zu mindestens zwei Teilen aus Wasser besteht. Eine derartige Lösung ist unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei optimaler Reinigungswirkung nicht nur für die Umwelt, sondern insbesondere auch für die das Verfahren ausführenden Personen aufgrund ihrer geringen Konzentration wesentlich weniger problematisch als höher konzentrierte Lösungen gemäß den bisher eingesetzten Reinigungsverfahren.

[0024] Um eine besonders gute Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Reinigung zu erreichen, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Schwefelsäure mit einer Konzentration von 30 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise von 35 bis 38 Gew.-% verwendet wird und/oder wenn die Phosphorsäure mit einer Konzentration von 70 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise von 76 bis 79 Gew.-% verwendet wird.

[0025] Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient ebenfalls zur Reinigung von Metalloberflächen in einem Reinigungsbereich, insbesondere zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten. Sie umfasst eine Elektrode, die, vorzugsweise vermittelt eines an der Elektrode angebrachten oder anbringbaren Lösungsträgers, mit einer Reinigungslösung befeuchtbar und an den Reinigungsbereich herangeführt und/oder auf den Reinigungsbereich aufgesetzt und/oder relativ zum Reinigungsbereich bewegt werden kann. Sie umfasst ferner eine Stromquelle mit einem an die Elektrode anschließbaren ersten Pol und mit einem

an das zu reinigende Werkstück anschließbaren zweiten Pol, wobei vermittels der Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen den beiden Polen anlegbar ist.

5 **[0026]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es wesentlich, dass durch die Stromquelle mindestens ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 40 Volt, vorzugsweise von über 400 Volt, und vorzugsweise mit einer mittleren Impulsdauer zwischen $5 \cdot 10^{-12}$ Sekunden und 1 Sekunde anlegbar ist.

10 **[0027]** Auf diese konstruktiv einfache Weise wird eine leicht handhabbare Vorrichtung zur Reinigung von Metalloberflächen geschaffen, mit der auch nach dem MAG-Verfahren geschweißte Schweißnähte an Edelstahlwerkstücken einfach, schnell und hochwirksam gereinigt werden können, und mit der insbesondere das voranstehend beschriebene Verfahren ausgeführt werden kann. Insofern kann teilweise auch auf die voranstehende Beschreibung verwiesen werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist bei einfacher Konstruktion kostengünstig herzustellen und kann leicht auch als tragbare Behandlungsvorrichtung und bzw. als Handgerät sowohl im Betrieb als auch problemlos auf der Baustelle vor Ort eingesetzt werden. Mit dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung ist wie auch mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein wirtschaftliches Entfernen von Anlauffarben sowie von Schlackeresten oder anderen Verunreinigungen bei Schweißnähten jeder Art an unterschiedlichen Metallwerkstoffen möglich.

20 **[0028]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Stromquelle aufweist, durch die eine Reinigungsspannung zwischen 10 Volt und 110 Volt, vorzugsweise zwischen 40 Volt und 60 Volt, anlegbar ist, wobei unmittelbar beim Anlegen der Reinigungsspannung mindestens ein kurzer Hochspannungsimpuls mit einer mittleren Impulsdauer zwischen 10^{-10} Sekunden und 10^{-5} Sekunden, vorzugsweise zwischen 10^{-9} Sekunden und 10^{-7} Sekunden, anlegbar ist.

25 **[0029]** Wie auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können besonders gute Reinigungsergebnisse dann erzielt werden, wenn durch die Stromquelle ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 4 kV, insbesondere von über 6 kV anlegbar ist.

30 **[0030]** Um eine besonders flexibel einsetzbare Vorrichtung zu erhalten wird weiterhin vorgeschlagen, dass durch die Stromquelle wahlweise Wechselspannung oder Gleichspannung anlegbar ist. Für eine einfachere und preiswertere Vorrichtung wird vorgeschlagen, dass die Stromquelle lediglich Wechselstrom liefert.

35 **[0031]** Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn durch die Stromquelle ein Stromfluss zwischen 5 und 180 Ampere, vorzugsweise zwischen 12 und 50 Ampere bereitstellbar ist und/oder wenn durch die Stromquelle ein kontinuierlicher und konstanter Stromfluss bereitstellbar ist.

40 **[0032]** Damit die erfindungsgemäße Vorrichtung optimal an verschiedene Randbedingungen angepasst werden kann wird weiterhin vorgeschlagen, dass die

Stromquelle vorteilhafterweise Einstellmittel zur Einstellung der Spannung und/oder Einstellmittel zur Einstellung des Stromflusses aufweist.

[0033] Für eine besonders einfache und wirksame Aufnahmemöglichkeit der Elektrolytlösung kann die Elektrode, die vorzugsweise als manuell bewegbarer Stempel ausgebildet ist, an ihrem dem Reinigungsbereich zugewandten Ende einen elastisch kompressiblen Lösungsträger, insbesondere ein Stück Filz oder Glasfasergewebe oder einen Schwamm aufweisen. Für Stumpf- und Kehlnähte sind unterschiedliche Stempel-

formen zur optimalen Zugänglichkeit der Naht möglich. **[0034]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine elektrolytische Reinigungslösung, insbesondere zur Reinigung von Metalloberflächen und vorzugsweise zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, die eine Mischung enthält, die zu einem Drittel aus einer Mischung von Schwefelsäure und von Phosphorsäure und zu zwei Dritteln aus Wasser besteht, wobei die Schwefelsäure in einer Konzentration von 30 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise von 35 bis 38 Gew.-% vorliegt und die Phosphorsäure in einer Konzentration von 70 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise von 76 bis 79 Gew.-% vorliegt. Eine derartige Lösung kann insbesondere in dem voranstehend beschriebenen Verfahren und/oder in der voranstehend beschriebenen Vorrichtung verwendet werden, um eine optimale Reinigungswirkung auch bei nach dem MAG-Verfahren hergestellten Schweißnähten an Edelstahlwerkstücken zu erzielen. Aber auch bei herkömmlichen elektrochemischen Reinigungsverfahren kann mit dieser erfindungsgemäßen Lösung die Reinigungswirkung gesteigert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Metalloberflächen in einem Reinigungsbereich, insbesondere zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, wobei eine Elektrode, vorzugsweise mittels eines an der Elektrode angebrachten Lösungsträgers, mit einer Reinigungslösung befeuchtet und an den Reinigungsbereich herangeführt und/oder auf den Reinigungsbereich aufgesetzt und/oder relativ zum Reinigungsbereich bewegt wird, wobei die Elektrode an einen ersten Pol einer Stromquelle und das zu reinigende Werkstück als Gegenelektrode an einen zweiten Pol der Stromquelle angeschlossen wird, und wobei mittels der Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen den beiden Polen angelegt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Anlegens der Reinigungsspannung mindestens ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 40 Volt, vorzugsweise von über 400 Volt, und vorzugsweise mit einer mittleren Impulsdauer zwischen $5 \cdot 10^{-12}$ Sekunden und 1 Sekunde angelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Anlegen der Reinigungsspannung mindestens ein kurzer Hochspannungsimpuls mit einer mittleren Impulsdauer zwischen 10^{-10} Sekunden und 10^{-5} Sekunden, vorzugsweise zwischen 10^{-9} Sekunden und 10^{-7} Sekunden, angelegt wird, und dass danach eine Spannung zwischen 10 Volt und 110 Volt, vorzugsweise zwischen 40 Volt und 60 Volt, angelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 4000 Volt, insbesondere von über 6000 Volt angelegt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Pole als Pole einer Wechselspannung betrieben werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Pol als Pluspol und der zweite Pol als Minuspol einer Gleichspannung betrieben werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Anlegen der Reinigungsspannung nach dem Hochspannungsimpuls ein Stromfluss zwischen 5 und 180 Ampere, vorzugsweise zwischen 12 und 50 Ampere eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Anlegen der Reinigungsspannung nach dem Hochspannungsimpuls ein kontinuierlicher und konstanter Stromfluss eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungslösung eine Mischung von anorganischen Säuren, insbesondere eine Mischung von Schwefelsäure und von Phosphorsäure enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reinigungslösung eine Mischung enthält, die zu einem Teil aus einer Mischung von Schwefelsäure und von Phosphorsäure und zu mindestens zwei Teilen aus Wasser besteht.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwefelsäure mit einer Konzentration von 30 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise von 35 bis 38 Gew.-% verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phosphorsäure mit einer Konzentration von 70 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise von 76 bis 79 Gew.-% verwendet wird.

12. Vorrichtung zur Reinigung von Metalloberflächen in einem Reinigungsbereich, insbesondere zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, umfassend eine Elektrode, die, vorzugsweise mittels eines an der Elektrode angebrachten oder anbringbaren Lösungsträgers, mit einer Reinigungslösung befeuchtbar und an den Reinigungsbereich heranführbar und/oder auf den Reinigungsbereich aufsetzbar und/oder relativ zum Reinigungsbereich bewegbar ist, und umfassend eine Stromquelle mit einem an die Elektrode anschließbaren ersten Pol und mit einem an das zu reinigende Werkstück anschließbaren zweiten Pol, wobei mittels der Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen den beiden Polen anlegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle mindestens ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 40 Volt, vorzugsweise von über 400 Volt, und vorzugsweise mit einer mittleren Impulsdauer zwischen $5 \cdot 10^{-12}$ Sekunden und 1 Sekunde anlegbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle eine Reinigungsspannung zwischen 10 Volt und 110 Volt, vorzugsweise zwischen 40 Volt und 60 Volt, anlegbar ist, wobei beim Anlegen der Reinigungsspannung mindestens ein kurzer Hochspannungsimpuls mit einer mittleren Impulsdauer zwischen 10^{-10} Sekunden und 10^{-5} Sekunden, vorzugsweise zwischen 10^{-9} Sekunden und 10^{-7} Sekunden, anlegbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle ein Hochspannungsimpuls mit einer Spannung von über 4000 Volt, insbesondere von über 6000 Volt anlegbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle wahlweise Wechselspannung oder Gleichspannung anlegbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle ein Stromfluss zwischen 5 und 180 Ampere, vorzugsweise zwischen 12 und 50 Ampere bereitstellbar ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stromquelle ein kontinuierlicher und konstanter Stromfluss bereitstellbar ist.
18. Vorrichtung - nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromquelle Einstellmittel zur Einstellung der Spannung und/oder Einstellmittel zur Einstellung des Stromflusses aufweist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode als bewegbare Elektrode ausgebildet ist, wobei sie an ihrem dem Reinigungsbereich zugewandten Ende einen elastisch kompressiblen Lösungsträger, insbesondere ein Stück Filz oder Glasfasergewebe oder einen Schwamm aufweist.
20. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19 zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
21. Elektrolytisches Reinigungslösung, insbesondere zur Reinigung von Metalloberflächen und vorzugsweise zur Reinigung von Edelstahloberflächen im Bereich von Schweißnähten, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Zusammensetzung gemäß den Ansprüchen 9 und 10 und 11 hat.