

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. März 2005 (31.03.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/028718 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C25D 17/06**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/009272

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. August 2004 (18.08.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 40 888.6 4. September 2003 (04.09.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE];
Erasmusstrasse 20, 10553 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SHELLER, Britta**
[DE/DE]; Mühlfeld 63, 90559 Burghann (DE). **BREHM,**
Klaus [DE/DE]; Am Eichelgarten 31, 90602 Pyrbaum
(DE). **LORENZ, Olaf** [DE/DE]; Zum Birkenschlag 11,
90518 Altdorf (DE).

(74) Anwalt: **BANZER, Hans-Jörg**; Kraus & Weisert,
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).

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

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

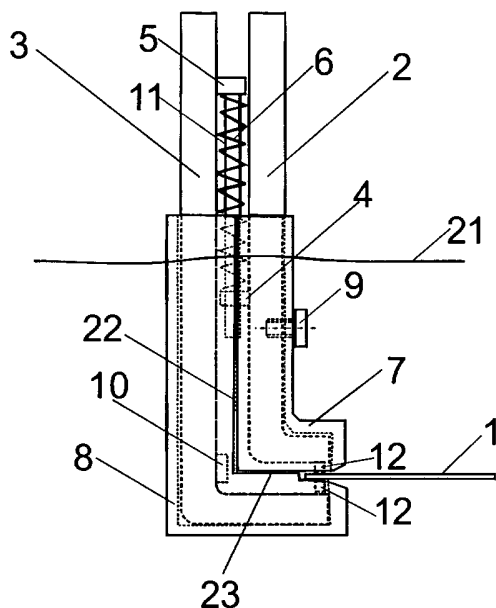
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

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

(54) Title: POWER SUPPLY DEVICE IN A DEVICE FOR ELECTROCHEMICAL TREATMENT

(54) Bezeichnung: STROMVERSORGUNGSEINRICHTUNG IN EINER VORRICHTUNG ZUR ELEKTROCHEMISCHEN
BEHANDLUNG



(57) Abstract: According to the invention, power leads (2, 3) in a power
supply device for material for electrochemical treatment (1) can them-
selves be protected from metal deposition, whereby at least one electri-
cally-insulating sleeve (7, 8) is provided, which encloses the power leads
(2, 3) starting from contact means (12) for contacting the material for
treatment over a given length, such that, on dipping the power leads (2,
3) in a fluid up to said given length, no metal deposit of more than 0.04
mm occurs on exposed parts of the power leads on the electrochemical
treatment of the material for treatment (1).

(57) Zusammenfassung: Um Stromzuführungen (2, 3) einer Strom-
versorgungseinrichtung für Behandlungsgut (1) in einer Vorrichtung
zur elektrochemischen Behandlung desselben vor Metallniederschlag
zu schützen, wird vorgeschlagen, dass mindestens eine elektrisch
isolierende Schale (7, 8) vorgesehen wird, welche die Stromzuführungen
(2, 3) ausgehend von Kontaktmitteln (12) zum Kontaktieren des
Behandlungsgutes für eine bestimmte Länge derart umschließt, dass
bei einem Eintauchen der Stromzuführung (2, 3) in eine Flüssigkeit bis
zu dieser bestimmten Länge bei der elektrochemischen Behandlung des
Behandlungsgutes (1) kein Metallniederschlag von mehr als 0,04 mm
an blankliegenden Teilen der Stromzuführung entsteht.

WO 2005/028718 A2

STROMVERSORGUNGSEINRICHTUNG IN EINER VORRICHTUNG ZUR ELEKTROCHEMISCHEN BEHANDLUNG

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Stromversorgungseinrichtung für
10 Behandlungsgut in einer Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung desselben,
insbesondere in Galvanisier- oder Ätzanlagen.

Zum elektrolytischen Aufbringen einer leitenden Schicht (Galvanisieren) wird ein
Behandlungsgut über Stromzuführungen und Befestigungsmittel mit einem Minuspol einer
15 Gleichstromquelle verbunden. Eine Gegenelektrode, in diesem Fall ein Anode, ist
dementsprechend mit einem Pluspol der Gleichstromquelle elektrisch leitend verbunden.
Sowohl die Anode als auch das Behandlungsgut befinden sich in einem Elektrolyten, welcher
positiv geladene Ionen des aufzubringenden Materials enthält. Diese wandern aufgrund des
elektrischen Feldes, welches sich zwischen der Anode und dem Behandlungsgut ausbildet,
20 zu diesem Behandlungsgut hin und werden dort abgeschieden.

Bei einem elektrolytischen Ätzen sind die Polaritäten entsprechend vertauscht, das
Behandlungsgut ist dann mit dem Pluspol der Stromquelle verbunden.

25 Die Stromzuführungen sind zumindest an dem dem Behandlungsgut zugewandten Ende
üblicherweise als Kontaktmittel in Form von Klemmen, Zangen oder Klammern ausgebildet,
um das Behandlungsgut festhalten zu können. Die gesamte Stromzuführung inklusive dieser
Kontaktmittel muss dabei zumindest in ihrem Inneren aus einem elektrisch leitfähigen
Material bestehen und so dimensioniert sein, dass in der Praxis vorkommende große Ströme
30 mit nur geringer Verlustleistung und Erwärmung auf das Behandlungsgut übertragen werden
können. Die genaue Dimensionierung der Stromzuführungen hängt dabei von dem
verwendeten elektrisch leitfähigen Material ab, bei einem schlechter leitenden Material ist
beispielsweise ein größerer Leitungsquerschnitt erforderlich.

Die Stromzuführungen sollten dabei an ihrer Oberfläche möglichst elektrisch isoliert sein, um zu verhindern, dass sich während des Galvanisierungsprozesses, d. h. während einer Metallabscheidung auf dem Behandlungsgut, auch große Mengen von Metall auf der Stromzuführung niederschlagen. In diesem Fall muss das Metall in einem anschließenden Entmetallisierungsprozess wieder von der Stromzuführung entfernt werden, um mögliche Störungen bei der Stromübertragung von den Kontaktmitteln der Stromzuführung auf das Behandlungsgut durch diese Metallablagerungen zu vermeiden. Tatsächlich wird an blankliegenden Teilen der Stromzuführung verglichen mit der Oberfläche des Behandlungsgutes ca. die zwei- bis zehnfache Menge an Metall abgeschieden. Dies liegt daran, dass die Stromzuführung in einer gedachten Widerstandskette von der Gleichstromquelle zum Behandlungsgut näher an dieser Gleichstromquelle angeordnet ist, also auf einem entsprechend höheren elektrischen Potential liegt und daher dort eine Feldlinienkonzentration stattfindet, welche wiederum eine größere Metallabscheidung verursacht.

Zudem wirkt eine derartige blankliegende Stromzuführung gegenüber dem Behandlungsgut als so genannte Raubkathode. Der unerwünschte Metallniederschlag an der Stromzuführung führt nämlich zu einer Reduzierung der Dicke der Metallschicht am Behandlungsgut in unmittelbarer Umgebung der Stromzuführung. Dies führt beispielsweise bei der Beschichtung von Leiterplatten, bei der es auf sehr gleichmäßige Schichten ankommt, bei einem nachfolgenden Ätzschritt zu nicht verwendbaren Ausschussplatten.

Um dieses Problem zu vermeiden, ist es bekannt, außer denjenigen Abschnitten der Kontaktmittel, welche zur elektrischen Kontaktierung des Behandlungsgutes dienen, beispielsweise Kontaktflächen, selbst alle Oberflächen der Stromzuführung, welche mit dem Elektrolyt in Berührung kommen können, elektrisch zu isolieren. Denn auf elektrisch isolierten Oberflächen kann sich bei einem Galvanisierungsverfahren kein Metall niederschlagen.

Diese Isolierung erfolgt in der Regel durch spezielle Kunststoffe, welche eine hohe chemische Beständigkeit, eine hohe Temperaturfestigkeit und eine hohe Abriebfestigkeit aufweisen. Der Auftrag dieser Spezialkunststoffisolierschicht erfolgt durch Tauchen oder Spritzen mit einer anschließenden Aushärtung der Schicht. Wenn in einem derartigen Tauch- oder Spritzvorgang die Kontaktmittel, beispielsweise eine Kontaktfläche, ebenfalls isoliert worden sind, müssen sie nach dem Aushärten mechanisch beispielsweise durch Schleifen

oder Fräsen wieder freigelegt werden. Wenn wegen hoher Anforderungen an die Festigkeit der Isolierung eine dickere Schicht aufgetragen wird, ist eine Wiederholung des Tauch- oder Spritzvorgangs mit jeweils nachfolgendem Aushärten erforderlich.

- 5 Damit diese aufgetragene Isolierschicht auf der Stromzuführung fest haftet, muss die Stromzuführung vor der Beschichtung gründlich gereinigt und oft einer Zusatzbehandlung wie beispielsweise Schleifen oder Sandstrahlen unterzogen werden, um die Haftfähigkeit zu verbessern.
- 10 Trotz dieser aufwändigen Bearbeitung und des Einsatzes von hochwertigen Spezialkunststoffen wie beispielsweise HalarTM werden derartige Isolierschichten durch scharfkantiges Behandlungsgut besonders beim Einsatz von automatischen Beschickungseinrichtungen für Galvanisierungsvorrichtungen immer wieder beschädigt. An diesen Beschädigungsstellen wird die Isolierung durchbrochen, und es wird Metall
- 15 abgeschieden. Dieses Metall kann oft schon nach kurzer Zeit nicht mehr durch eine kostengünstige elektrolytische Entmetallisierung entfernt werden, weil bei diesem Verfahren häufig die leitende Verbindung an der meist relativ kleinflächigen Beschädigungsstelle unterbrochen wird, bevor alles abgeschiedene Metall in Lösung gehen kann. In diesem Fall müssen die betroffenen Stromzuführungen ausgebaut und chemisch entmetallisiert werden.
- 20 Falls dies in zu kurzen Abständen erfolgen muss, wird die Stromzuführung durch eine neue ersetzt. Wurde für die Stromzuführung ein teures Metall verwendet, kommt eine aufwändige Aufarbeitung in Frage, bei der die nicht leitende Kunststoff-Isolierschicht durch Abschmelzen, Abbrennen oder mechanische Bearbeitung entfernt, die Metalloberfläche wieder aufbereitet und die Stromzuführung erneut mit einer Kunststoff-Isolierschicht beschichtet wird. Alle diese
- 25 Arbeitsschritte sind aufwändig und sehr kostenintensiv.

Ein Beispiel für eine derartige Stromzuführung ist in Figur 8 dargestellt. Dabei enden eine obere Stromzuführung 2 und eine untere Stromzuführung 3 jeweils in Kontaktelementen 12. Die untere Stromzuführung 3 ist beispielsweise an einer in einem Elektrolytbad umlaufenden

30 Kette oder an einem Zahnriemen befestigt und bewegt sich durch einen entsprechenden Antrieb in die Zeichenebene hinein oder aus dieser heraus. Die obere Stromzuführung 2 ist in vertikaler Richtung beweglich gelagert, wie durch einen Pfeil angedeutet, und wird mittels einer Druckfeder nach unten gepresst. Durch die Stromzuführungen 2 und 3 wird somit eine Klammer gebildet, wobei die obere Stromzuführung 2 ein Klammeroberteil und die untere

Stromzuführung 3 ein Klammerunterteil darstellt. Somit kann ein Behandlungsgut 1 zwischen die beiden Kontakte 12 eingeklemmt werden.

Über einen nicht dargestellten Hubklotz an der oberen Stromzuführung 2 kann über eine
5 schiefe Ebene an einer oberen Führung der Stromzuführung die so gebildete Klammer beim Einlauf in eine Galvanisierungszone geschlossen und beim Verlassen dieser Zone wieder geöffnet werden. Beim Schließen ergreift die Klammer somit das Behandlungsgut 1 und stellt die elektrische Verbindung zu dem entsprechenden Pol der Stromversorgung her. Beim Verlassen der Galvanisierungszone wird die Stromzuführung wieder geöffnet, und das
10 Behandlungsgut 1 wird mittels einer Rollenbahn weitertransportiert.

Um zu vermeiden, dass die metallischen oberen und unteren Stromzuführungen 2, 3 nicht galvanisiert werden und als Raubkathode wirken, sind diese wie oben beschrieben zumindest bis über den Flüssigkeitsspiegel 21 des Galvanisierungsbad mit der oben
15 beschriebenen dünnen Kunststoff-Isolierschicht versehen. Diese Isolierungsschicht reicht bis an die Seitenfläche der Kontakte 12 heran.

Ein alternativer Lösungsansatz ist aus der DE 197 36 352 C1 bekannt. Hierbei werden Stromzuführungen aus blankem leitfähigem Material ohne eine Kunststoff-Isolierschicht
20 verwendet. Um einen übermäßigen Niederschlag von Metall auf der Stromzuführung zu vermeiden, sind Blenden vorgesehen, die großflächig längs einer gesamten Galvanisierungszelle, in welcher die Stromzuführung eingesetzt wird, angeordnet sind. Die Befestigung der Blenden erfolgt dabei starr an einem Gehäuse der Galvanisierungszelle oder an den Anoden. Die Blenden sind zumindest an ihrer Oberfläche aus einem elektrisch
25 isolierenden Material gefertigt und so angeordnet, dass nur eine geringe Wanderung der in dem Elektrolyten enthaltenen Ionen, insbesondere der Metallionen bei einem Galvanisieren, zu den Stromzuführungen hin stattfinden kann, da diese Ionen die elektrisch isolierenden Blenden nicht durchdringen können und kein Stromfluss durch diese hindurch stattfinden kann. Die Ionen nehmen vielmehr den Weg mit dem geringsten Widerstand, in diesem Fall
30 den gewünschten Weg hin zum Behandlungsgut. In diesem Zusammenhang wird auch von einer Abschirmung der Feldlinien in dem Elektrolyten durch die Blenden gesprochen.

Eine Lücke in den Blenden muss dabei so angeordnet sein, dass ein Behandlungsgut mit einer maximalen Dicke, für welche die Vorrichtung ausgelegt ist, durch diese Lücke passt,
35 ohne die Blenden zu berühren.

Wenn in der Anlage dünnes Behandlungsgut, d. h. mit einer Dicke kleiner der maximalen Dicke, behandelt wird, entsteht ein größerer Spalt zwischen dem Behandlungsgut und den Blenden. Dabei kann eine so große Ionenmenge zu den Kontaktelementen wandern, dass in der Nähe der Lücke trotz der Blenden relativ dicke Metallschichten von bis zu 0,1 mm Dicke und mehr pro Durchlauf an den Stromzuführungen abgeschieden werden können. Diese Metallschichten können dann bei einer nachfolgenden elektrolytischen Entmetallisierung wie oben erwähnt in der zur Verfügung stehenden Zeit bis zum nächsten Durchlauf nicht mehr entfernt werden.

10

Ein problemloses Entfernen einer solchen unerwünschten Metallschicht an oder bei den Kontaktelementen während dem Betrieb ist bei horizontalen Galvanisieranlagen zum Verkupfern von Leiterplatten bis etwa 0,04 mm Dicke problemlos möglich. Ab etwa 0,05 mm bis 0,1 mm Schichtdicke der unerwünschten Metallschicht kann die Schicht je nach Anlagenauslegung nicht mehr sicher von allen Stellen des Kontaktelementes entfernt werden. Die Schichten addieren sich bei den nachfolgenden Durchläufen und müssen in Betriebspausen aufwändig entfernt werden. Bei einer Schichtdicke dieser Schicht über 0,1 mm pro Durchlauf ist mit Störungen der Produktion zu rechnen.

20 Zudem ist bei dieser Ausführung nachteilig, dass sich die Blenden bei wie in Figur 8 angeordneten Stromzuführungen nicht mit den Greifbewegungen der Stromzuführungen zueinander mitbewegen können.

In der WO99/29931 ist eine klammerartige Haltevorrichtung zum lösbaren Halten von mittels Tauchgalvanisierung zu galvanisierenden Gegenständen wie Leiterplatten offenbart. Die Haltevorrichtung umfasst einen ersten Schenkel, einen zweiten Schenkel und einander zugewandte Kontaktstifte zum Kontaktieren und Einklemmen der Leiterplatten an unteren Endbereichen des ersten und zweiten Schenkels. An jedem der Kontaktstifte ist eine in Axialrichtung der Kontaktstifte elastisch verformbare Hülse, beispielsweise in Form eines Faltenbalges, fixiert, welche im entspannten Zustand über eine Kontaktfläche des Kontaktstiftes hervorsteht. Wenn die Klammer eine Leiterplatte einklemmt, legen sich die freien Enden der Hülsen dichtend an die Oberfläche der Leiterplatte an und verhindern somit, dass die Kontaktflächen mit dem galvanischen Bad in Berührung kommen, um so metallische Abscheidungen an den Kontaktflächen zu verhindern.

30

Die DE 42 11 253 A1 offenbart eine Galvanisiereinrichtung, wobei die zu galvanisierenden Werkstücke im horizontalen Durchlauf durch einen Elektrolyten transportiert werden. Die katodische Kontaktierung der durchlaufenden Werkstücke erfolgt dabei durch drehbare Kontaktieräder, wobei auf Stirnseiten der Kontaktieräder Abdeckungen aus isolierendem Material aufgebracht sind, um unerwünschte Metallabscheidungen auf den Stirnseiten zu verhindern.

In der DE 100 43 815 C2 ist ebenfalls eine Galvanisiereinrichtung offenbart. Dabei wird das Behandlungsgut von streifenförmigen Kontaktelementen kontaktiert. Es wird ein beispielsweise anvulkanisierter elektrisch isolierender Werkstoff verwendet, um ein unerwünschtes Metallisieren einer Kontaktleiste mit den Kontaktelementen zu vermeiden.

Auch in der DE 100 65 643 C2 werden Kontaktstreifen zum Kontaktieren von Behandlungsgut verwendet, wobei die Kontaktstreifen Kontaktisolierungen umfassen, welche die Kontaktstreifen bis auf eine eigentliche Kontaktfläche vollständig abdeckt.

In der WO 03/071009 A1 ist eine weitere Galvanisiereinrichtung offenbart, bei welcher eine elastische Kontaktleiste in einen elektrisch isolierenden Schaft eingebaut ist, wobei der isolierende Schaft die Kontaktleiste vor unerwünschter Metallisierung schützt.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Stromversorgungseinrichtung für Behandlungsgut in einer Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung desselben bereitzustellen, bei der die Stromzuführungen möglichst effektiv vor dem Niederschlag von Metall geschützt sind, welche zudem einfach herzustellen und einfach und kostengünstig zu warten ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1. Die Unteransprüche definieren bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird eine Stromversorgungseinrichtung mit mindestens einer Stromzuführung aus einem zumindest teilweise blankliegenden elektrisch leitfähigen Material, wobei an einem Ende der mindestens einen Stromzuführung Kontaktmittel zum elektrischen Kontaktieren eines Behandlungsgutes vorgesehen sind, bereitgestellt, wobei die Stromversorgungseinrichtung mindestens eine abnehmbare Schale umfasst, welche die mindestens eine Stromzuführung ausgehend von den Kontaktmitteln derart umschließt, dass

bei einem Eintauchen der Stromzuführung in eine Flüssigkeit bei der elektrochemischen Behandlung beim Metallniederschlag von mehr als 0,04 mm an dem blankliegenden elektrisch leitfähigen Material entsteht.

- 5 Dabei wird ausgenutzt, dass sich Metallionen in einem Elektrolyten sehr langsam bewegen. Deswegen müssen in galvanischen Hochleistungsbädern durch eine starke Elektrolytströmung ständig Metallionen an das Behandlungsgut herangebracht werden. Unterbleibt dies, verarmt der Elektrolyt an Metallionen und es findet keine oder nur noch eine geringe Metallabscheidung statt. Der elektrische Strom erzeugt stattdessen Wasserstoff an
10 der Kathode.

- Dies bedeutet, dass zum Verhindern einer Metallbeschichtung der Stromzuführungen während eines Galvanisierungsprozesses nicht unbedingt eine absolut flüssigkeitsdichte Ummantelung erforderlich ist. Es müssen lediglich die Metallionen am Nachwandern zu dem
15 blankliegenden Material gehindert werden.

- In anderen Worten benutzt die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung eine in etwa formschlüssige Schale um die Stromzuführung herum, welche die Metallionen an einem Nachwandern zu dem blankliegenden elektrisch leitfähigen Material hindert.
20

- Diese Schale kann separat von den Stromzuführungen gefertigt werden und an diesen mit Befestigungsmitteln wie z. B. Schrauben oder durch Einklipsen befestigt werden. Dies bedingt zum einen eine einfachere Herstellung, zum anderen können beschädigte Schalen leicht ausgetauscht werden. Die mindestens eine Schale wird dabei bevorzugt durch
25 Spritzguss, Tiefziehen in vorgefertigte Formen, automatisches Formfräsen oder selektives Lasersintern eines Kunststoffs mit einer Wandstärke von 0,2 mm bis 8 mm gefertigt.

- Die mindestens eine Schale kann dabei aus mehreren Teilen gebildet sein, welche mittels einer Dichtung oder mittels ineinander greifender Abschnitte miteinander verbunden werden.
30 Dadurch wird eine hinreichende Behinderung einer Nachwanderung von Ionen im Elektrolyten und somit ein Verhindern des unerwünschten und störenden Metallniederschlags von mehr als 0,04 mm Dicke erreicht. Eine derartige Schale kann insbesondere für mechanisch beanspruchte Abschnitte der mindestens einen Stromzuführung verwendet werden, während nicht mechanisch beanspruchte Teile auch mit
35 einer isolierenden Beschichtung versehen sein können. Die Stromversorgungseinrichtung

kann insbesondere zwei bevorzugt starre und/oder L-förmige Stromzuführungen umfassen, welche relativ zueinander bewegbar sind und somit als Klammer zum Festhalten eines Behandlungsguts dienen können. Hierfür kann ein Federmechanismus vorhanden sein.

- 5 Die Stromzuführungen selbst sind dabei bevorzugt aus Titan oder Edelstahl gefertigt, da diese Metalle gegen die bei Galvanisierungsverfahren üblicherweise eingesetzten Chemikalien beständig sind. Bei entsprechenden Elektrolyten kann jedoch auch besser leitendes Material wie Kupfer als Material für die Stromzuführung verwendet werden. Der Abstand der Schale zu der Stromzuführung liegt dabei bevorzugt im Bereich 0,1 bis 4 mm, damit sich möglichst wenig Elektrolyt zwischen der Stromzuführung und der Schale ansammeln kann.

- Versuche mit einer erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung haben gezeigt, dass der Metallniederschlag an dem blankliegenden elektrisch leitfähigen Material ohne Verwendung von zusätzlichen Kunststoffdichtungen im Bereich des Behandlungsgutes im Durchschnitt bei nur noch 0,005 mm pro Durchlauf lag, also weit unterhalb der Grenze von 0,04 mm. Eine Verringerung der Metallschicht am Behandlungsgut durch den bereits in der Einleitung beschriebenen Raubkathodeneffekt konnte nicht festgestellt werden.

- 20 Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung mit zwei Schalenteilen,

- 25 Figur 2 die Stromversorgungseinrichtung von Figur 1 in einer um 90° gedrehten Ansicht,

Figuren 3a-3c eine bevorzugte Ausführungsform eines Schalenteils aus den Figuren 1 und 2 am Ausschnitt A der Figur 1 von vorne, seitlich und als Schnitt von oben,

- 30 Figuren 4a-4c eine bevorzugte Ausführungsform eines anderen Schalenteils aus Figur 1 in denselben Ansichten wie Figuren 3a-3c,

Figuren 5a-5d die Schalenteile aus Figuren 4a-4c und 5a-5c in Kombination miteinander,

Figur 6 ausschnittsweise einen Warenträger einer vertikal arbeitenden Galvanisierungsanlage, bei welcher erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtungen verwendet werden können,

- 5 Figur 7 eine vergrößerte Darstellung von erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtungen an langgestreckten Stromzuführungen der Figur 6, und

Figur 8 eine Stromversorgungseinrichtung gemäß dem Stand der Technik.

- 10 In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung in der gleichen Ansicht wie in der in der Beschreibungseinleitung beschriebenen Figur 8 dargestellt. Für einander entsprechende Elemente werden die gleichen Bezugszeichen verwendet. Ein Behandlungsgut 1 wird durch eine Klammer, welche aus einer oberen Stromzuführung oder einem Klammeroberteil 2 und einer unteren Stromzuführung oder einem Klammerunterteil 3 gebildet ist, gehalten und elektrisch
- 15 kontaktiert, wobei das Klammeroberteil 2 und das Klammerunterteil 3 jeweils aus einem gut leitfähigen blanken Material bestehen. Am Klammeroberteil 2 ist ein Führungsklotz 4 starr befestigt, in welchem eine Federführung 11 in einer Bohrung in vertikaler Richtung beweglich gelagert ist. Das Klammerunterteil 3 weist einen starr befestigten Federklotz 5 auf, in
- 20 welchen die Federführung 11 fest eingespannt ist. Zwischen den beiden Klötzen 4 und 5 ist eine Feder auf der Federführung 11 angeordnet und drückt das Klammeroberteil 2 gegen das Klammerunterteil 3. An einem vorderen Ende des Klammeroberteils 2 und des Klammerunterteils 3 sind Kontaktmittel oder Kontaktelemente 12 elektrisch leitfähig mit dem Klammerober- bzw. -unterteil leitend verbunden. Das Behandlungsgut 1 wird zwischen
- 25 diesen Kontaktelementen 12 eingespannt, und elektrischer Strom kann von dem Klammeroberteil 2 und dem Klammerunterteil 3 auf das Behandlungsgut 1 übertragen werden. Das Einspannen des Behandlungsguts 1 kann auch dazu dienen, es zu transportieren.
- 30 Ausgehend von dem Kontaktelement 12 ist ein Schalenteil 8, welche das Klammerunterteil 3 mit geringem Abstand umgibt, an diesem befestigt. Das Schalenteil 8 ist dabei so ausgelegt, dass es in einer Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung zumindest über einen Flüssigkeitsspiegel 21 eines Elektrolyten reicht. Eine Befestigung des Schalenteils 8 an dem Klammerunterteil 3 kann beispielsweise mittels einer Schraube aus Kunststoff oder mit an
- 35 dem Schalenteil 8 ausgebildeten Klipps 10 erfolgen, welche hinter einer Innenkante des

Klammerunterteils 3 einrasten. Das Schalenteil 8 verhindert ein Nachwandern von Metallionen aus dem das Klammerunterteil 3 umgebenden Elektrolyten zu einer Außenseite des Klammerunterteils 3, was, wie in der Beschreibungseinleitung dargelegt, gleichzeitig zu einer Abschirmung von zwischen einer (nicht gezeigten) Anode und dem Behandlungsgut
5 bzw. den Stromzuführungen ausgebildeten elektrischen Feldlinien führt. Im vorliegenden Beispiel ist das Schalenteil 8 auf der dem Klammeroberenteil zugewandten Seite offen. Prinzipiell ist aber auch eine geschlossene Ausführung, welche das Klammerunterteil 3 vollständig umgibt, denkbar.

10 In gleicher Weise ist am Klammeroberenteil 2 ein Schalenteil 7 angebracht, welches zumindest auf der Außenseite, d. h. auf der dem Klammerunterteil 3 abgewandten Seite, eng am Klammeroberenteil 2 anliegt, um eine mögliche Ansammlung des Elektrolyten zwischen dem Schalenteil 7 und dem Klammeroberenteil 2 möglichst gering zu halten. Der Schalenteil 7 ist in diesem Beispiel mittels der Kunststoffschraube 9 am Klammeroberenteil befestigt. Wenn die
15 Schale hinreichend eng anliegt, ist die Befestigung mit einer einzelnen Kunststoffschraube 9 ausreichend.

Das Schalenteil 7 ist – ähnlich dem Schalenteil 8 – in dem dem Klammerunterteil 3 zugewandten Bereich offen.

20

An den Berührungsstellen der Schalenteile 7 und 8 ausgebildete Gleitflächen 22 gleiten beim Öffnen und Schließen der durch das Klammeroberenteil 2 und das Klammerunterteil 3 gebildeten Klammer schlüssig aneinander, so dass hier eine gute elektrische Isolierung, eine Flüssigkeitsdichtung, die ein Nachwandern der Metallionen verhindert, und auch eine gute
25 Abschirmung der elektrischen Feldlinien gewährleistet ist. Die waagerechten Abschnitte, an denen die Schalenteile 7 und 8 aufeinander treffen, sind als Schließflächen 23 ausgebildet. Diese Schließflächen 23 sind im vorderen Teil, in dem Bereich, wo das Behandlungsgut 1 festgehalten und kontaktiert wird, soweit wie erforderlich ausgespart, um eine gute Befestigung und Kontaktierung des Behandlungsgutes 1 zu ermöglichen. Die ausgesparten
30 Flächen der Schalenteile 7, 8 liegen im geschlossenen Zustand der Klammer nahe Behandlungsgut 1, ohne dieses zu berühren, so dass auch hier eine relativ gute Abdichtung gegeben ist. Bei Bedarf kann der noch vorhandene kleine Spalt beispielsweise durch eine Weichkunststoffdichtung wie weiter unten beschrieben zusätzlich abgedichtet werden. Das gleiche gilt für die übrigen, dem Behandlungsgut zugewandten Flächen der Schalenteile 7
35 und 8, um dort vorhandene Zwischenräume abzudichten.

Somit bilden die Schalenteile 7 und 8 eine Schale, welche die Stromzuführungen 2 und 3 ausgehend von den Kontaktelementen 12 derart umgibt, dass das Nachwandern von Metallionen aus dem außerhalb der Schale befindlichen Elektrolyten im Wesentlichen
5 verhindert wird.

In Figur 1 ist die Stromversorgungseinrichtung von Figur 1 in einer um 90° horizontal nach links gedrehten Ansicht gezeigt, wobei die durch das Klammeroberteil 2 und das Klammerunterteil 3 gebildete Klammer ebenfalls in einem geschlossenen Zustand ist und
10 das Behandlungsgut 1, beispielsweise eine Leiterplatte, festhält. Das Behandlungsgut 1 ist mittels der Kontaktelemente 12 zwischen dem Klammeroberteil 2 und dem Klammerunterteil 3 mittels der Druckfeder 6 mit einer guten elektrischen Verbindung eingeklemmt. In Figur 2 ist deutlich zu sehen, dass am vorderen Ende eine Aussparung, wie oben bereits erläutert, in mindestens einer der Schalenteile 7, 8 vorgesehen ist, damit das Behandlungsgut 1
15 festgehalten werden kann. Da die Schalenteile 7, 8 an den Klammerteilen 2, 3 befestigt sind, bewegen sie sich beim Öffnen und Schließen mit den Klammerteilen mit. Dadurch ist der kleine Abstand der Aussparungsflächen zum Behandlungsgut, welcher ca. 0,05 – 0,3 mm beträgt, immer gleich, unabhängig von der Dicke des Behandlungsgutes 1.

20 Wie oben erläutert, liegen die Gleitflächen 22 und die Schließflächen 23 möglichst aneinander an, um eine gute Abdichtung zu gewährleisten. Im Folgenden werden Möglichkeiten dargestellt, diese Abdichtung noch zu verbessern.

Dabei zeigt die Figur 3 eine mögliche Ausgestaltung des Schalenteils 7, die Figur 4 eine
25 mögliche Ausgestaltung des Schalenteils 8 und die Figur 5 das Zusammenwirken der derart ausgestalteten Schalenteile 7 und 8. Die Figuren 3a, 4a und 5a zeigen dabei den Ausschnitt A aus Figur 2 in der dort dargestellten Blickrichtung, d. h. in die Zeichenebene von Figur 2 hinein. Die Figuren 3b, 4b und 5b zeigen eine entsprechende Seitenansicht und die Figuren 3c, 4c und 5c eine Schnittansicht entlang der jeweiligen Linie B-B' der jeweils zugehörigen
30 Figur a, d. h. eine Draufsicht. Wie in den Figuren dargestellt, weist beispielsweise der Schalenteil 7 eine Nut 18 und der Schalenteil 8 einen Steg 19 auf. Selbstverständlich können diese Ausgestaltungen auch umgedreht sein. Wie in Figur 5c gezeigt, greift der Steg 19 des Schalenteils 8 in die Nut 18 des Schalenteils 7. Im Bereich der Gleitflächen 22 ist dieses Ineinandergreifen ständig gegeben. Bei Anwendung dieser Ausgestaltung auf die
35 Schließflächen 23 werden beim Schließen der Klammer der Steg 19 und die Nut 18

ineinander geschoben und beim Öffnen wieder auseinander gezogen. Durch eine derartige Ausgestaltung wird eine noch bessere Abdichtung zwischen den Schalteilen 7 und 8 erreicht. Somit kann kaum Elektrolyt zu dem Klammeroberteil 2 oder dem Klammerunterteil 3 vordringen.

5

Unmittelbar im Bereich der Kontaktelemente 12 ist eine derartige Ausgestaltung nicht möglich, weil hier das Behandlungsgut 1 eingespannt wird. Hier kann eine Abdichtung beispielsweise wie in Figur 5d gezeigt erfolgen. Dabei weisen sowohl der Schalenteil 7 als auch der Schalenteil 8 eine Nut 18 auf, in welche ein Dichtkunststoffstreifen 20 eingeklemmt, 10 eingelegt oder eingeklebt ist. Ist die Klammer geschlossen, drücken die Dichtkunststoffstreifen 20 gegen das Behandlungsgut 1 und dichten somit die Berührungsflächen in diesem Bereich ab, ohne die sichere elektrische Kontaktierung des Behandlungsgutes 1 wesentlich zu beeinflussen. Für eine derartige Dichtung sind Weichkunststoffe, Weichgummi oder Schaumstoffe geeignet. Es ist darauf zu achten, dass 15 eine Beständigkeit gegenüber im Elektrolyten vorhandenen Chemikalien gewährleistet ist.

Alternativ können im Berührungsbereich der Schalenteile 7 und 8 Flach- oder Runddichtungen vorgesehen sein, welche für eine möglichst gute Abdichtung bzw. Abschirmung sorgen.

20

Oft erfolgt der Schließvorgang der Klammer erst, wenn die Klammer bereits in den Elektrolyten eingetaucht ist. Somit ist der Innenraum der Schalen mit Elektrolyt gefüllt. Dies führt wegen der relativ guten Abschirmung der Feldlinien und der Abdichtung und dem daraus folgenden geringen Nachwandern von Metallionen nur zu einem geringen 25 Metallniederschlag, welcher auf einfache Weise elektrochemisch entfernt werden kann.

Prinzipiell kann die durch die Schalenteile 7 und 8 gebildete Schale auch nur in einem Bereich vorhanden sein, in welchem Beschädigungen der Schalenteile beispielsweise beim Be- oder Entladen des Behandlungsguts 1 zu erwarten sind. In anderen Bereichen, in denen 30 keine Beschädigung stattfinden kann, kann ein herkömmlicher Kunststoffüberzug vorgesehen sein.

Im Folgenden wird nun ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert.

Figur 6 zeigt ausschnittsweise einen Warenträger mit einer Warenträgerschiene 17 und langgestreckten Gestellstäben 15, wie sie zur Galvanisierung von flachem Behandlungsgut 1 in so genannten vertikalen Taubadgalvanisieranlagen Verwendung finden. Die Gestellstäbe 15 sind aus einem leitenden Material und allseitig mit einer isolierenden Schicht zumindest
5 bis über den Flüssigkeitsspiegel 21 des Elektrolytbades nach oben reichend versehen.

An jedem Gestellstab 15 sind mit dem metallischen Gestellstab 15 gut leitend verbundene Klemmfedern 14 angebracht. Figur 7a zeigt eine Ausschnittsvergrößerung des gestrichelten Kreises C aus Figur 6. Wie zu sehen ist, besteht eine Klemmfeder 14 aus einem rechtwinklig
10 geformten Blech, welches am Gestellstab 15 angeschraubt, angeschweißt oder vernietet ist. Jeweils zwei dieser Federelemente 14 sind genau gegenüberliegend am Gestellstab 15 befestigt und können somit das Behandlungsgut 1 an seinem Rand 16 einklemmen. In diesem Beispiel bilden die Warenträgerschiene 17, der Gestellstab 15 und die Klemmfedern 14 eine Stromzuführung zum Behandlungsgut. Herkömmlich sind diese Klemmfedern
15 ebenfalls mit einem Kunststoffüberzug versehen, und nur ein kleiner Bereich der Klemmstelle bleibt für die Stromübertragung blank. Dies führt wiederum zu den in der Beschreibungseinleitung dargelegten Nachteilen.

Figur 7c zeigt einen Schnitt des Gestellstabes entlang einer Linie D-D' von Figur 7a. Wiederum sind entsprechend der vorliegenden Erfindung Schalenteile 7 und 8 zumindest im
20 Bereich der Klemmfedern 14 vorhanden. Die Abdichtung der Schalenteile 7 und 8 zueinander und zu dem Behandlungsgut 1 kann wie in den Figuren 3-5 beschrieben erfolgen.

In diesem Ausführungsbeispiel entsprechen also die Kontaktstellen der Klemmfeder 14 den Kontaktelementen 12 des Ausführungsbeispiels der Figuren 1-5, und der Rest der Klemmfeder 14 entspricht den Stromzuführungen 2 und 3.

Da die Gestellstäbe 15 meist eine Länge von mehr als 600 mm aufweisen, kann es hier
30 vorteilhaft sein, die Schalenteile 7, 8 mehrteilig zu fertigen und die Fügstellen in der vorbeschriebenen Art zu gestalten. Die Befestigung kann wiederum mit Schrauben 9 aus nicht leitendem Material erfolgen.

Selbstverständlich ist die Anwendung der Erfindung nicht auf die hier dargestellten
35 Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere können verschiedene Formen und Arten

von Stromzuführungen auf die erfindungsgemäße Weise vor Niederschlag geschützt werden.

Die Erfindung wurde vorstehend am Beispiel von Galvanisierungsvorrichtungen beschrieben.

- 5 Der Einsatz einer erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung ist aber auch für andere Arten elektrochemischer Behandlung wie das eingangs beschriebene Ätzen möglich.

BEZUGSZEICHEN:

	1	Behandlungsgut
	2	Obere Stromzuführung bzw. Klammeroberteil
5	3	Untere Stromzuführung bzw. Klammeroberteil
	4	Führungsklotzoberteil
	5	Federklotzunterteil
	6	Druckfeder
	7	Schalenteil
10	8	Schalenteil
	9	Befestigungsschraube
	10	Klipp
	11	Federführung
	12	Kontaktelement
15	14	Klemmfeder
	15	Gestellstab
	16	Rand
	17	Wagenträgerschiene
	18	Nut
20	19	Steg
	20	Dichtung
	21	Flüssigkeitsspiegel
	22	Gleitflächen
	23	Schließflächen

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Stromversorgungseinrichtung für Behandlungsgut (1) in einer Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung desselben,
mit mindestens einer Stromzuführung (2, 3; 14) aus einem zumindest teilweise
blankliegenden elektrisch leitfähigen Material,
wobei an einem Ende der mindestens einen Stromzuführung (2, 3; 14) Kontaktmittel
10 (12; 14) zum elektrischen Kontaktieren des Behandlungsguts (1) vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stromversorgungseinrichtung mindestens eine elektrisch isolierende
abnehmbare Schale (7, 8) umfasst, welche die mindestens eine Stromzuführung
(2, 3; 14) ausgehend von den Kontaktmitteln (12; 14) für eine bestimmte Länge derart
15 umschließt, dass bei einem Eintauchen der Stromzuführung (2, 3; 14) in eine Flüssigkeit
bis zu dieser bestimmten Länge bei der elektrochemischen Behandlung des
Behandlungsgutes (1) kein Metallniederschlag von mehr als 0,04 mm an den
blankliegenden Teilen des elektrisch leitfähigen Materials entsteht.
- 20 2. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Schale (7, 8) die mindestens eine Stromzuführung (2, 3; 14)
derart umschließt,
dass bei einem Eintauchen der Stromzuführung in eine elektrolytische Flüssigkeit und
25 Anlegen einer Spannung an die Stromzuführung (2, 3; 14) keine wesentliche
Wanderung von Ionen von außerhalb der Schale zu den blankliegenden Teilen des
elektrisch leitfähigen Materials stattfindet.
- 30 3. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass Befestigungsmittel (9, 10) zum Befestigen der mindestens einen Schale an der
mindestens einen Stromzuführung (2, 3; 14) vorgesehen sind.
- 35 4. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass die mindestens eine Schale (7, 8) an der mindestens einen Stromzuführung (2, 3; 14) im Wesentlichen formschlüssig anliegt.

5. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die mindestens eine Schale (7, 8) eine Wandstärke von 0,2 mm bis 5 mm aufweist.
6. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass ein Abstand der Schale (7, 8) zu den Stromzuführungen (2, 3) zwischen 0,1 und 4 mm liegt.
7. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die mindestens eine Schale (7, 8) durch Spritzguss, Tiefziehen in vorgefertigte Formen, automatisches Formfräsen oder selektives Lasersintern gefertigt ist.
8. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die mindestens eine Schale (7, 8) aus einem Kunststoffmaterial gefertigt ist.
9. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Schale (7, 8) aus mindestens zwei Teilen (7, 8) gebildet ist.
25
10. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Verbindung zwischen den mindestens zwei Teilen (7, 8) mittels einer Dichtung erfolgt.
30
11. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Verbindung zwischen den mindestens zwei Teilen (7, 8) mittels ineinandergreifender Abschnitte der mindestens zwei Teile erfolgt.
35

12. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Schale (7, 8) keine wesentliche Flexibilität aufweist.
- 5 13. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Schale (7, 8) mechanisch beanspruchte Abschnitte der
mindestens einen Stromzuführung (2, 3; 14) umschließt, während nicht mechanisch
beanspruchte Teile der mindestens einen Stromzuführung (2, 3; 15) mit einer
10 isolierenden Beschichtung versehen sind.
14. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Stromzuführung (2,3) L-förmig ausgebildet ist.
- 15 15. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der mindestens einen Schale (7, 8) in einem Abschnitt, an dem die Kontaktmittel
(12) mit der mindestens einen Stromzuführung verbunden sind, eine Dichtung (20) zum
20 flüssigkeitsdichten Abdichten eines Zwischenraums zwischen der mindestens einen
Schale (7, 8) und dem von den Kontaktmitteln (12) kontaktiertem Behandlungsgut (1)
angeordnet ist.
- 25 16. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Stromzuführung (2, 3) eine erste Stromzuführung (2) mit
ersten Kontaktmitteln (12) und eine zweite Stromzuführung (3) mit zweiten
Kontaktmitteln (12) umfasst,
wobei die erste (2) und die zweite (3) Stromzuführung relativ zueinander bewegbar sind,
30 womit das Behandlungsgut (1) zwischen den ersten und den zweiten Kontaktmitteln (12)
festgehalten werden kann.
17. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Stromzuführung (2) und die zweite Stromzuführung (3) durch einen Federmechanismus(4, 5, 6, 11) relativ zueinander bewegbar sind.

18. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die mindestens eine Stromzuführung (2, 3; 14) aus Titan, Edelstahl oder Kupfer gefertigt ist.
19. Stromzuführungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die mindestens eine Stromzuführung (2, 3) keine wesentliche Flexibilität aufweist.
20. Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung von Behandlungsgut,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Vorrichtung eine Stromversorgungseinrichtung für das Behandlungsgut (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 umfasst.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Vorrichtung zum Galvanisieren des Behandlungsguts (1) ausgestaltet ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Vorrichtung zur kontinuierlichen Behandlung des Behandlungsguts ausgestaltet ist.

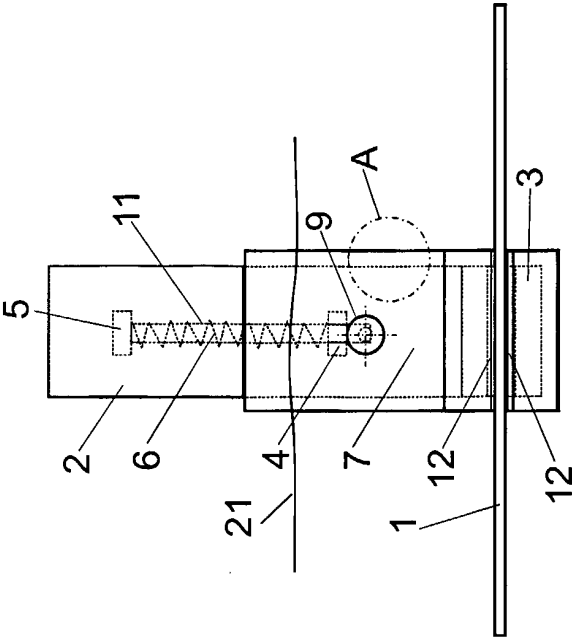


Fig. 1

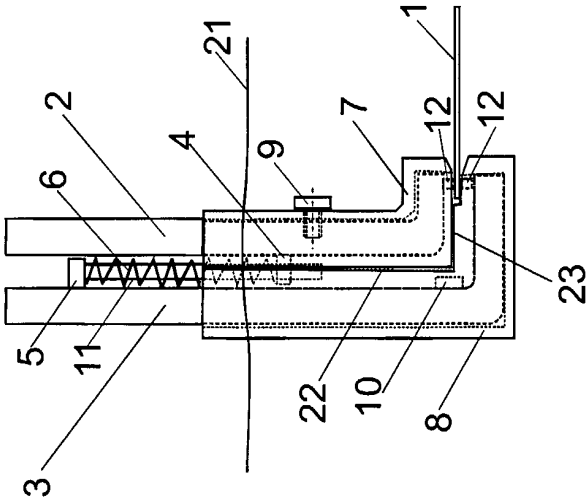


Fig. 2

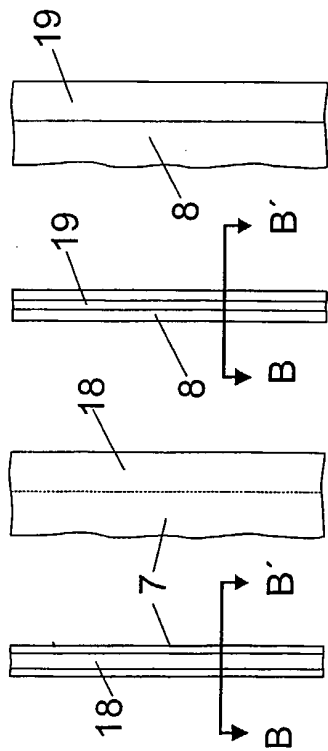


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 4a

Fig. 4b

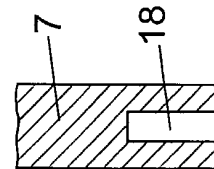


Fig. 3c

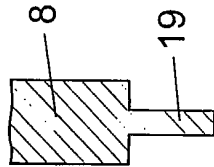


Fig. 4c

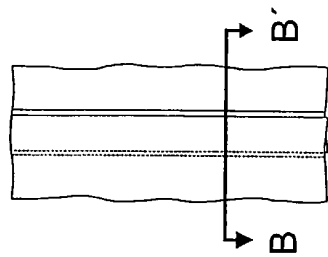


Fig. 5a

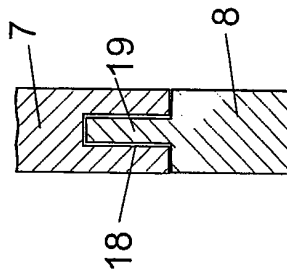


Fig. 5c

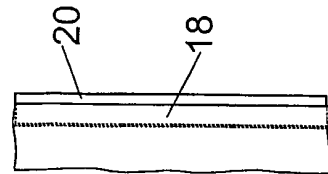


Fig. 5b

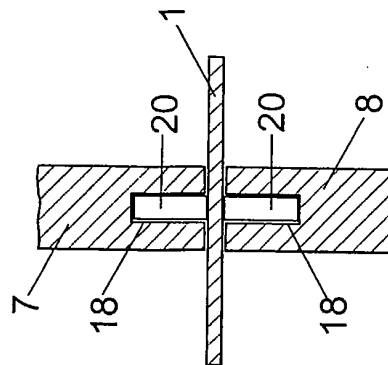


Fig. 5d

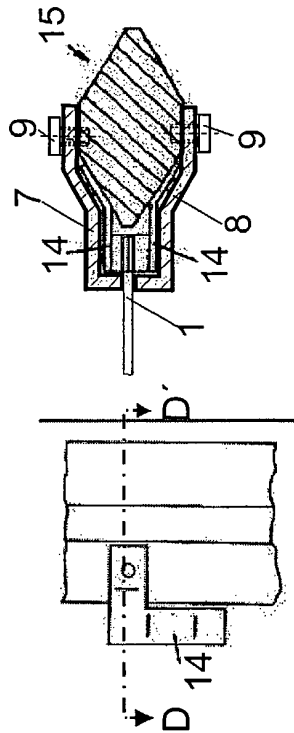
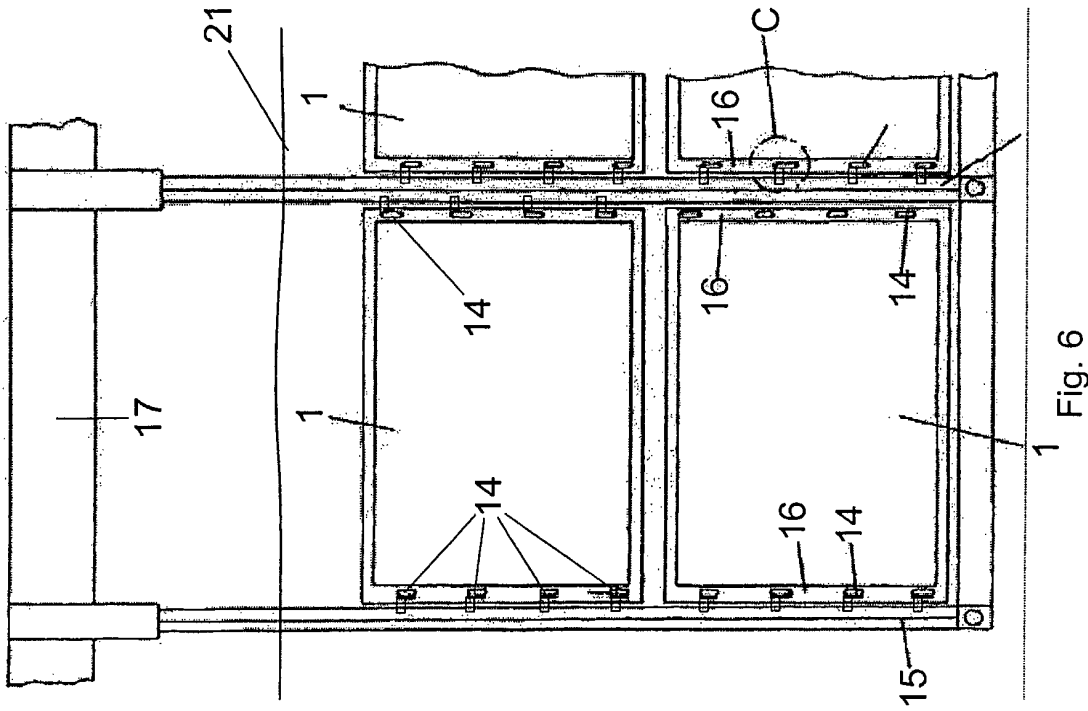
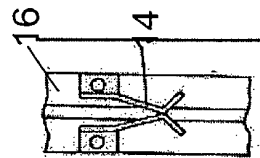


Fig. 7c



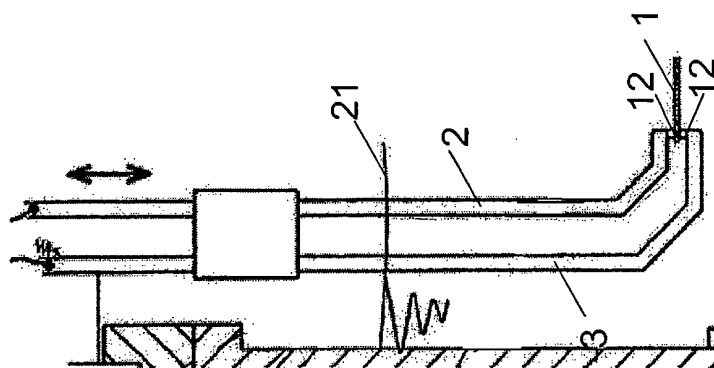


Fig. 8