

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 244 626
A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87104615.7**

(51) Int. Cl.⁴: **B01D 13/02** , **E04B 1/70** ,
C25B 11/04

(22) Anmeldetag: **27.03.87**

(30) Priorität: **27.03.86 DE 3610388**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.87 Patentblatt 87/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Wessling, Bernhard**
Schlossstrasse 17
D-2071 Tremsbüttel(DE)

(72) Erfinder: **Wessling, Bernhard**
Schlossstrasse 17
D-2071 Tremsbüttel(DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**
Patentanwälte
Beselerstrasse 4
D-2000 Hamburg 52(DE)

(54) **Elektrode sowie deren Verwendung.**

(57) Stabile Elektroden für elektrolytische Zwecke bestehend aus

A. einem thermoplastischen polaren Polymer, Polykondensat oder Polyaddukt oder deren Gemischen und

B. einer Mischung im Gewichtsverhältnis von 1:4 bis 4:1 aus

a) Leitruß mit einer Oberfläche von mehr als 600 m²/g und/oder Kohlefasern und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer und

b) Ruß mit einer Oberfläche von weniger als 600 m²/g und/oder Graphit und/oder Metalloxiden und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer. Die Elektroden eignen sich insbesondere zur Verwendung bei der Trocknung von Mauerwerk.

EP 0 244 626 A1

Elektrode sowie deren Verwendung

Die Erfindung betrifft Elektroden auf der Basis von thermoplastischen makromolekularen Werkstoffen und leitfähigen nichtmetallischen Zusätzen sowie deren Verwendung.

Elektroden werden für verschiedene elektrochemische Zwecke, insbesondere in wässrigen Medien verwendet, z.B. zur elektrochemischen Synthese von Stoffen, zur Elektrolyse, zu Meßzwecken bzw. als
5 Sensoren oder in galvanischen Zellen zur Speicherung elektrischer Energie.

Sofern man keine Metalle als Elektrodenmaterial verwendet, werden meist Graphitelektroden eingesetzt. In neuerer Zeit diskutiert man auch die Anwendung von intrinsisch leitfähigen Polymeren in komplexierter (dotierter), reiner Form, z.B. Elektroden aus Polyacetylen, Polypyrrol, Polyanilin, Polyphenylenen, Polyphenylensulfiden, Polyphthalocyaninen, Polythiophenen und auch aus Polymeren mit konjugierten π -Elektronensystemen, die aber bisher nur als Elektroden in wiederaufladbaren Batterien eingesetzt werden konnten
10 (vergl. A.J. Heeger, A.G. McDiarmid u.a., Phys. Rev. Lett. 39, 1089 (1977); P.J. Nigrey u.a., J. Elektrochem. Soc. 128, 1651 (1981)).

Es sind keine Elektroden bekannt, die mit thermoplastischen Verarbeitungsverfahren (z.B. Extrusion oder Spritzguß) aus Mischungen thermoplastischer makromolekularer Werkstoffe mit leitfähigen nichtmetallischen Zusätzen hergestellt werden können und unter Elektrolysebedingungen stabil sind (vergl. z.B.
15 D. Kyriakon und D. Jannakondakis, "Electrocatalysis for Organic Synthesis", New York 1986). Eine besonders interessante Anwendung für solche Elektroden unter komplexen elektrolytischen Bedingungen stellen elektrische Verfahren zur Entfernung von Kapillarfeuchte in Mauerwerk dar. Die Kapillarfeuchte und Versalzung von Mauerwerk sowie die Korrosion von Stahlbeton stellt ein ernstes volkswirtschaftliches und konservatorisches Problem dar. Die Sanierung von Bauwerken ist hochkompliziert und offenbar - entgegen
20 den Beteuerungen zahlreicher Hersteller und Vertreiber unterschiedlicher mechanischer, chemischer und elektrokinetischer Verfahren - immer noch nicht gelöst (vergl. z.B. C. Ahrendt, "Trockenlegung", Stuttgart, 1983). Gewissen Erfolgen stehen zahlreiche Mißerfolge gegenüber, unabhängig von der Art der Verfahren.

Die Anwendung von elektrischer Spannung zur Mauertrocknung wird in der allgemeinen und Patentliteratur vielfach beschrieben (vergl. z.B. C. Ahrendt, a.a.O.) und dort meist als elektroosmotisches,
25 elektrokinetisches oder elektrophysikalisches Verfahren bezeichnet.

Offenbar wurden bisher die grundlegenden Probleme der elektrischen Mauertrocknung nicht erkannt:

1. Abgesehen von Modellsystemen können aufgrund des Salzgehaltes im Mauerwerk Trocknungseffekte nur oberhalb der Zersetzungsspannung des Wassers beobachtet werden.
- 30 2. Die dabei auftretenden elektrochemischen Prozesse lassen H_2 an der Kathode und wohl vorrangig Cl_2 (nicht, wie oft behauptet wird, O_2) an der Anode entstehen, welches sich sofort zu OCI^- (Hypochlorit) umsetzt. Die Anode ist daher elektrolytischen, oxidativen und durch Ionentransport offenbar auch mechanischen Abbauvorgängen ausgesetzt.
3. Die Elektroden, vor allem rußgefüllte Kunststoffe Elektroden, bauen ein Gegenpotential von 0,5 bis 2
35 mV und darüber auf, das dem angelegten Potential entgegenwirkt und den Stromfluß stark reduziert. Außerdem scheinen die Elektroden aufgrund dieses Potentials in ihrer Leistungsfähigkeit stark nachzulassen.

Sofern man aus naheliegenden Kostengründen keine Edelmetalle verwenden kann, sind die eingesetzten Metall-oder Kunststoffe Elektroden diesen Prozessen ausgesetzt. Als Gesamtergebnis fällt bei allen diesen
40 Elektroden der Strom rasch ab, die Elektroden zerfallen oder bauen einen sehr hohen Widerstand auf. Die in der Patentliteratur beschriebenen Verfahren lassen diese Probleme unberücksichtigt. Beispielhaft seien hier einige Verfahren und ihre jeweiligen Probleme kurz erwähnt: P. Friese u.a. DE-OS 34 30 449 (elektrolytisch abbauende Metallelektrode); C. Meisel-Crone, DE-AS 14 59 998 (gepreßte Graphitelektrode: sehr instabil); H. Oppitz, EP-OS 100 845 und AT-OS 3101/82 (netzwerkartige, leitfähig beschichtete
45 Kohlefaserelektrode: Netz verliert schnell elektrischen Kontakt zur Elektrode, welche ebenfalls kurzfristig abgebaut wird); M.W. Tenge, DE-OS 27 06 172 sowie 27 06 193, 27 05 814, 27 05 813 und 25 03 670 (rußgefüllte PTFE-Elektrode; mit ≤ 2 V zu niedrige Arbeitsspannung, schlechter Kontakt zum Mauerwerk, sehr niedrige Leitfähigkeit).

Nach allem Anschein ist eine Mauertrocknung auf elektrischem Wege aber immer mit Elektrolyse
50 verbunden, die beobachteten Sanierungseffekte werden durch die Elektrolyse in Gang gesetzt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Elektroden für Elektrolyseverfahren bzw. für Anwendungen, bei denen elektrochemische Umwandlungen erwünscht oder unvermeidbar sind, zu schaffen, die unter den jeweiligen Bedingungen stabil sind.

Obwohl nach Elektrolyseversuchen mit marktgängigen rußgefüllten Thermoplasten und nach der Literatur keinerlei Hinweise vorlagen, wie die beobachteten Abbauprozesse überwunden werden könnten, wurde nunmehr überraschenderweise gefunden, daß dennoch ganz bestimmte Kombinationen von synthetischen makromolekularen Werkstoffen A und leitfähigen Zusätzen B Elektroden ergeben, die unter den jeweiligen elektrochemischen Bedingungen stabil sind. Gegenstand der Erfindung ist eine unter Elektrolysebedingungen stabile, insbesondere zur Trocknung von Mauerwerk geeignete Elektrode auf Basis von leitfähigen Stoffen und makromolekularen Werkstoffen als Bindemittel, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß sie besteht aus

A. einem thermoplastischen polaren Polymer, Polykondensat oder Polyaddukt oder deren Gemischen, die durch das Elektrolysemedium gut benetzbar und gegenüber dem an der jeweiligen Elektrode ablaufenden elektrochemischen Vorgang stabil sind, und

B. einer Mischung im Verhältnis von 1:4 bis 4:1 aus

a) Leitruß mit einer Oberfläche von mehr als 600 m²/g und/oder Kohlefasern und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer und

b) Ruß mit einer Oberfläche von weniger als 600 m²/g und/oder Graphit und/oder Übergangsmetalloxiden und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer.

Dabei ist der synthetische makromolekulare Werkstoff A polar und gegenüber dem Elektrolysemedium stabil, d.h. in wässrigen Medien hydrolyse- und vor allem oxidationsstabil. Der Werkstoff ist thermoplastisch verarbeitbar und kann, muß aber nicht vernetzbar sein. Als makromolekulare Elektrodenkomponente A haben sich polare Stoffe, darunter EVA (Ethylenvinylacetat), CPE (Chloriertes Polyethylen), TPU (Thermoplastisches Polyurethan), insbesondere Polyetherpolyurethan, Hart- und Weich-PVC (Polyvinylchlorid), NBR (Nitrilkautschuk), ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Terpolymer), SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk), Fluorelastomere oder Mischungen solcher Stoffe bewährt. Sie sollen durch das Elektrolysemedium gut benetzt, aber nicht angequollen oder gelöst bzw. (z.B. hydrolytisch) zersetzt werden können.

Die leitfähigen Zusätze B sind nicht-metallisch; sie vermögen einerseits den Werkstoff leitfähig zu modifizieren, andererseits können sie ein Potential während der Anwendung aufbauen (z.B. gemessen gegenüber einer Referenzelektrode vor bzw. nach einer gewissen Betriebsdauer), ohne daß dadurch die Betriebsfähigkeit des Systems wesentlich beeinträchtigt wird. Als leitfähige Zusätze B kommen Mischungen aus a) sog. Leitruß (elektrisch leitfähigem Ruß mit einer Oberfläche von mehr als 600 m²/g) und/oder Kohlefasern und/oder intrinsisch leitfähigen Polymeren mit b) Ruß geringerer Leitfähigkeit mit einer Oberfläche von weniger als 600 m²/g, Graphit, intrinsisch leitfähigen Polymeren (in komplexierter oder kompensierter Form) oder Übergangsmetalloxiden infrage. Als intrinsisch leitfähige Polymere sind z.B. Polyacetylen, Polypyrrol, Polyphenylene, Polyaniline, Polythiophene, Polyphthalocyanine und andere Polymere mit konjugierten π -Elektronensystemen zu nennen. Diese leitfähigen Polymeren können auch allein die Komponente B bilden. Als Metalloxide kommen z.B. Fe(II)/Fe(III)-Mischoxide, MnO₂, V₂O₅, Nb₂O₅ u.a. in Betracht, also solche, bei denen das Übergangsmetall in einem höheren, ebenfalls stabilen Oxidationszustand überführt werden kann.

Die leitfähigen Zusätze B werden in Konzentrationen von 3 bis 75 Gew.%, vorzugsweise 8 bis 55 Gew.%, mit 25 bis 97, vorzugsweise 45 bis 92 Gew.% der Komponente A vermischt. Falls B eine Mischung aus leitfähigen und potentialstabilisierenden Stoffen ist, werden diese in Gewichtsverhältnissen von 1:4 bis 4:1 eingesetzt.

Als stabil wird eine erfindungsgemäße Elektrode angesehen, wenn

a) bei konstanter Gleichspannung ein weitgehend gleichbleibender Strom fließt (dessen Größe natürlich von der Leitfähigkeit der Elektrode und der des Systems abhängig ist), wobei während der notwendigen Betriebsdauer (z.B. in einem Zeitraum von einigen Monaten bis Jahren) die Abnahme der Leistung einen für den jeweiligen Prozeß kritischen Wert nicht unterschreitet;

b) die Elektrode (meistens die Anode) mechanisch stabil bleibt (optischer, einfacher Versprödungstest oder Zugprüfung, kein wesentlicher Gewichtsverlust).

Der für die Anwendung als Elektroden bevorzugte spezifische Widerstand liegt unter 10⁴ Ω cm, vorzugsweise unter 10³ Ω cm, besonders bevorzugterweise unter 2 · 10² Ω cm.

Die Herstellung des Elektrodenmaterials erfolgt auf handelsüblichen Kunststoffverarbeitungsmaschinen wie Doppelschneckenextrudern, Innenmischern oder dergleichen unter Verwendung üblicher Verarbeitungshilfsmittel wie Stabilisatoren, Gleitmitteln, Füllstoffen u.a. Die erhaltene Masse wird granuliert oder direkt in die spätere Elektrodenform (Folien, Platten, Profile u.ä.) umgeformt. Die Elektroden finden in vielfältigen Verfahren Anwendung, z.B. als Sensoren, als Elektroden für die elektrolytische Oxidation oder Reduktion, zur Elektrokatalyse, zur Entwässerung - z.B. von Mauerwerk, Schlämmen, Torf und dergl. - zur Entsalzung oder im Korrosionsschutz.

Die Prüfung der Elektroden wurde mit 6 V Gleichspannung in wässriger NaCl-Lösung durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß der Stromfluß bei Graphitelektroden rasch absinkt, desgleichen bei Kohlefaserelektroden. Metallelektroden werden verbraucht. Rußgefüllte Polymerelektroden aus z.B. vernetztem Polyethylen, die einen Metallkern enthalten, haben offenbar immer Kontaktierungsprobleme und bauen schließlich durch
 5 eine Schwachstelle hindurch den Metallkern ab; die Benetzung durch das Elektrolysemedium ist schlecht.

Die erfindungsgemäßen Elektroden zeigen überraschenderweise ein gänzlich anderes Verhalten: Nach anfänglich konstantem Strom steigt der Stromfluß um bis zu 50% an, fällt dann leicht ab und stabilisiert sich mindestens auf dem Ausgangsniveau, häufig aber zwischen dem Ausgangs- und dem Maximal-Niveau.

Eine Erklärung für die beobachteten Phänomene kann noch nicht gegeben werden. Vor allem der
 10 Mechanismus der potential- und stromstabilisierenden Funktion ist unklar. Zur Verdeutlichung seien aus den zahlreichen Versuchen, welche z.T. in den Beispielen dokumentiert sind, einige Eckwerte herausgehoben.

Tabelle 1

15

	Anfangs- strom (mA)	End- strom (mA)	Anfangs- wider- stand (Ω cm)	Endwider- stand (Anode) (Ω cm)	End- potential (V)
20 Kohlefaser- elektrode	17,6	0,4	9	10^4	1,8
25 erfindungsgem. Elektrode	4,4	5,4	38	$4 \cdot 10^4$	1,95
30 rußgefüllte Polyethylen- +) elektrode 35 mit Metallseele	8,1	1,4	66	10^9	2,0

40

Elektrolyt: 2 g NaCl in 100 ml H₂O

Dauer des Versuches: 14 Tage bei 6 V und Raumtemperatur

Elektrodenoberfläche ca. 25 cm²

45

*) Handelsprodukt der Fa. Raychem

Der Anfangsstrom wird im wesentlichen durch den Widerstand der Elektroden bestimmt und ist deshalb bei der Kohlefaser höher. Bei vergleichbarem Endwiderstand (möglicherweise ist bei der erfindungs-
 50 gemäßen Elektrode nur die äußerste Oberfläche verändert, was durch Kontaktierungsprobleme einen höheren Widerstand vortäuscht, während der innere Widerstand auf ursprünglichem Niveau bleibt) und Endpotential zeigt aber die erfindungsgemäße Elektrode einen mehr als 10-fach höheren Strom, der sogar höher ist als der Ausgangswert. Die nur mit Leitruß gefüllte Elektrode kann ebenfalls den Strom nicht stabilisieren.

55

In der Praxis setzt man die Elektroden in flächiger Form, z.B. in Form von Folien oder Platten ein. Für die Trocknung von Mauern haben sich Folien, die ausgestanzt wurden (zur Erleichterung des Anputzens) bewährt. Die Folien werden durch Leiter mit großem Querschnitt z.B. durch Verschweißen kontaktiert; diese Leiter können innerhalb des Mauerwerks verlaufen, ebenso kann die Kontaktstelle im Mauerwerk (z.B. Putz) liegen; der Kontakt zwischen Spannungsgeber und Leiter muß außerhalb des Mauerwerks mit Schutz vor Feuchtigkeit Zutritt erfolgen.

Zum Betrieb der Elektroden können Gleich- und Wechselspannungen in erforderlicher Größe eingesetzt werden. Zur Mauertrocknung wendet man bevorzugterweise zwischen 4 und 48V an, wobei zur Begrenzung des Stromflusses bei Spannungen von mehr als 6 V gepulste Gleichspannung eingesetzt werden kann.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung sollen nachfolgende Beispiele dienen, auf welche die Erfindung aber nicht beschränkt ist. Alle Mengenangaben beziehen sich auf das Gewicht.

Beispiel 1

In einem Innenmischer werden 80 Teile Ethylen-Vinylacetat (20% VA) mit 9 Teilen Leitruß mit einer Oberfläche von 950 m²/g (Ketjenblack EC) und 11 Teilen Flammruß (Flammruß 101 der Degussa AG) mit einer Oberfläche von 20 m²/g und 3 Teilen Stabilisatoren und Gleitmitteln gemischt, plastifiziert und granuliert (Rezept Nr. 1). Analog wird verfahren mit TPU (Polyethertyp) (Rezept Nr. 2) und Weich-PVC (Nr. 3). Weiterhin wird die Mischung 1 in gleicher Zusammensetzung, aber anstelle des Furnaceruß mit Graphit (Nr. 4), sowie zum Vergleich ohne Furnaceruß (Nr. 5) ausgeführt. Die Granulate werden zu Platten von 2 mm Dicke gepreßt und zu Elektroden von 12,5 mm Länge und 20 mm Breite geschnitten.

Eine weitere Anode bestand aus PVC und 40% Polyanilinhydrochlorid (Nr. 6), die Kathode aus PVC, 40% Polyanilin und 8% Leitruß. Als weitere Vergleichselektrode wird ein Kohlefaserfand (Nr. 7) eingesetzt. Die Elektroden werden in einem Elektrolysegefäß in räumlich getrennten, aber elektrolytisch verbundenen Zylindern angebracht, wobei die wässrige Lösung (2g NaCl/100g H₂O) die Elektroden nur halb bedeckt, so daß die Kontaktierung der Elektroden mit eingeschweißten Metalldrähten außerhalb des Elektrolyse-Mediums erfolgen kann. Die Zylinder haben ein oben angebrachtes Ventil, so daß entstehende Gase während der Elektrolyse periodisch abgelassen werden können.

Bei Betrieb mit 6 V Gleichspannung wurden die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Ergebnisse erhalten. Die nicht erfindungsgemäßen Elektroden sind deutlich unterlegen.

Tabelle 2

5	Nr.	Ausgangsleitfähigkeit (S/cm)	Strom (nach x Stunden) in mA					Potential nach 336 h (V)	Beobachtungen
			0	8	72	240	336		
10	1	0,05	4,2	4,2	4,3	4,4	4,8	1,95	Kathode: gleichbleibende H ₂ -Entwicklung Anode: nach Test optisch unverändert
15	2	0,1	11,5	12,8	6,0	6,1	8,1	2,5	K: gleichbleibende, gleichmäßig verteilte H ₂ -Entw. A: leichte Aufrauung
20	3	0,05	4,4	4,5	6,6	5,3	5,4	1,9	K: wie Nr. 2 A: wie Nr. 1
25	4	0,05	4,0	4,3	3,6	3,6	3,7	2,0	K: wie Nr. 1, später nachlassend A: leichte Aufrauung
30	5	0,03	2,4	2,5	1,6	1,0	0,9	1,5	K: stark nachlassend H ₂ -Entwicklung A: wie Nr. 1
35	6	2	22	26	21	19	17	nicht gemessen	
40	7	0,2	17,6	18,7	3,0	0,9	0,4	1,8	K: zuerst lebhafteste, dann fast auf Null gehende H ₂ -Ent- wicklung A: starker Abbau

Beispiel 2

In einem Vergleichsversuch wurden zwei handelsübliche Elektrodenmaterialien (1: rußgefülltes PE, 2: Kohlefaserband) und eine erfindungsgemäße Elektrodenmasse (Zusammensetzung des Beispiels 1. Nr. 3, welche jedoch als Komponente Bb statt Flammruß ein Fe(II)/Fe(III)-Mischoxid (Eisenoxid-Pigment 130 M der Bayer AG) enthielt, als Anoden in wässriger Elektrolyse (6 V) (2% NaCl-Lösung geschaltet. Dabei sind die Vergleichsmaterialien 1 und 2 elektrisch nach 100 bzw. 60 h, mechanisch (Reißfestigkeit) jeweils nach etwa 60 h zerstört (Fig. 1 und 2). Die erfindungsgemäße Elektrodenmasse arbeitet jedoch auch nach 800 h noch mit nennenswerter Leistung und ist mechanisch noch nicht zerstört (Fig. 3 und 4).

Die Gewichtsänderung beträgt für

-Nr. 1 Anode - 11%/Kathode -8% (Zerstörung durch Oxidation bzw. Reduktion, Materialabtrag)

-Nr. 2 Anode +9%/Kathode +14% (Zerstörung durch Ioneneinlagerung)

-Nr. 3 Anode +1%/Kathode +4% (wesentlich geringere Gewichtsveränderungen bei 8-facher Elektrolysezeit und -leistung)

Beispiel 3

In einem Langzeittest wurden drei erfindungsgemäß zusammengesetzte Elektrodenmassen als Anode und Kathode in einer wässrigen Elektrolyse gemäß Beispiel 2 eingesetzt. Alle Elektroden enthielten Leitruß - (Ketjenblack EC) als Komponente Ba in Weich-PVC. Nr. 1 und Nr. 2 enthielten als Komponente Bb Graphit, Nr. 3 das Mischoxid des Beispiels 2. Der Stromverlauf ist in Fig. 5 dargestellt (nicht auf Elektrodenfläche normiert).

10 Ansprüche

1. Unter Elektrolysebedingungen stabile, insbesondere zur Trocknung von Mauerwerk geeignete Elektrode auf Basis von leitfähigen Stoffen und makromolekularen Werkstoffen als Bindemittel, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus

15 A. einem thermoplastischen polaren Polymer, Polykondensat oder Polyaddukt oder deren Gemischen besteht, die durch das Elektrolysemedium gut benetzbar und gegenüber dem an der jeweiligen Elektrode ablaufenden elektrochemischen Vorgang stabil sind, und

B. einer Mischung im Gewichtsverhältnis von 1:4 bis 4:1 aus

20 a) Leitruß mit einer Oberfläche von mehr als 600 m²/g und/oder Kohlefasern und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer und

b) Ruß mit einer Oberfläche von weniger als 600 m²/g und/oder Graphit und/oder Übergangsmetalloxiden und/oder einem intrinsisch leitfähigen Polymer besteht.

2. Elektrode, vorzugsweise Anode, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Komponente B nur intrinsisch leitfähige Polymere enthält.

3. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Komponente A Polyvinylchlorid und/oder chloriertes Polyethylen enthält.

4. Elektrode nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten A und B in einem Gewichtsverhältnis zwischen 97:3 und 25:75 vorliegen.

30 5. Verwendung der Elektrode nach den Ansprüchen 1 bis 4 in Elektrolyseverfahren, insbesondere zur Entsalzung und Trocknung von Mauerwerk, zur Entfernung von Kapillarfeuchte aus Torfen oder Schlämmen, zum Korrosionsschutz, zur Bodenbewässerung, in der Elektrosynthese oder -katalyse und als Sensoren.

6. Verwendung nach Anspruch 5 zur Mauerentsalzung und -trocknung, dadurch gekennzeichnet, daß als Anode eine Elektrode nach den Ansprüchen 1 bis 4 eingesetzt wird und Spannungen von 4 bis 48 V
35 angelegt werden.

7. Verwendung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden einen spezifischen Widerstand von weniger als 10⁴ Ω cm aufweisen.

8. Verwendung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden in großflächiger Form mit dem Mauerwerk kontaktiert werden, wobei die in Form von Folien oder Bahnen
40 vorliegenden Elektroden zur Erleichterung der Anbringung mit Ausstanzungen versehen werden.

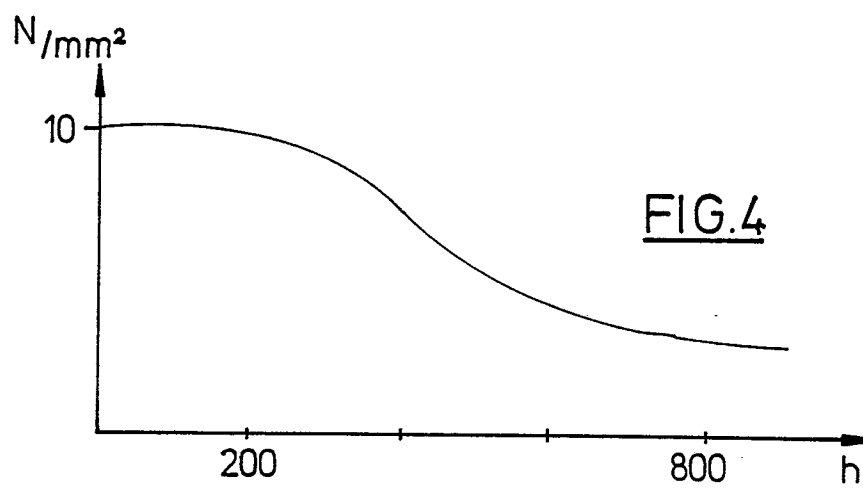
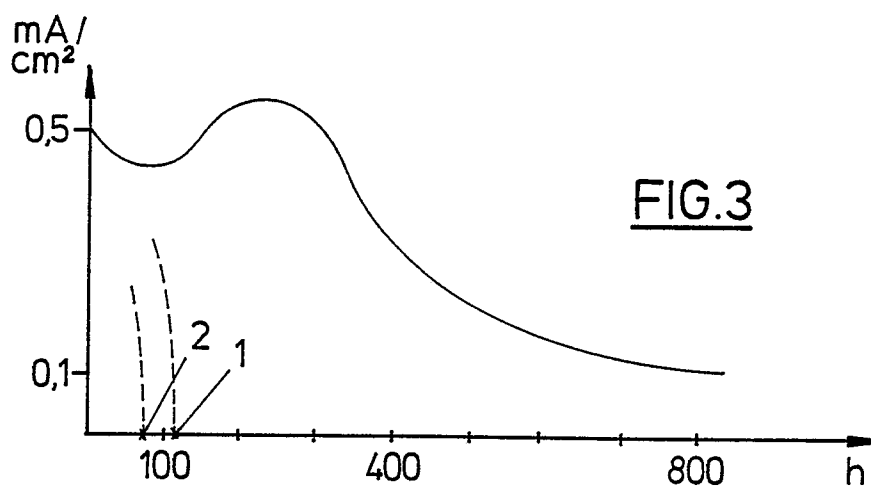
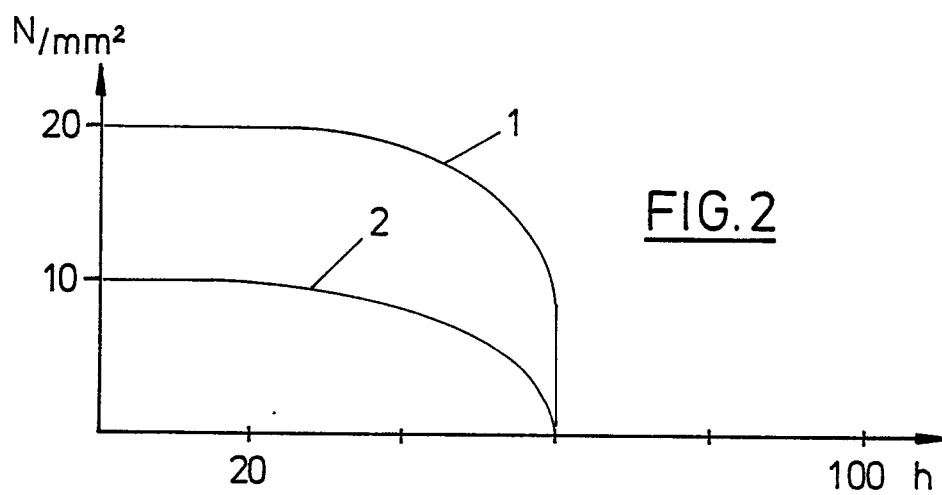
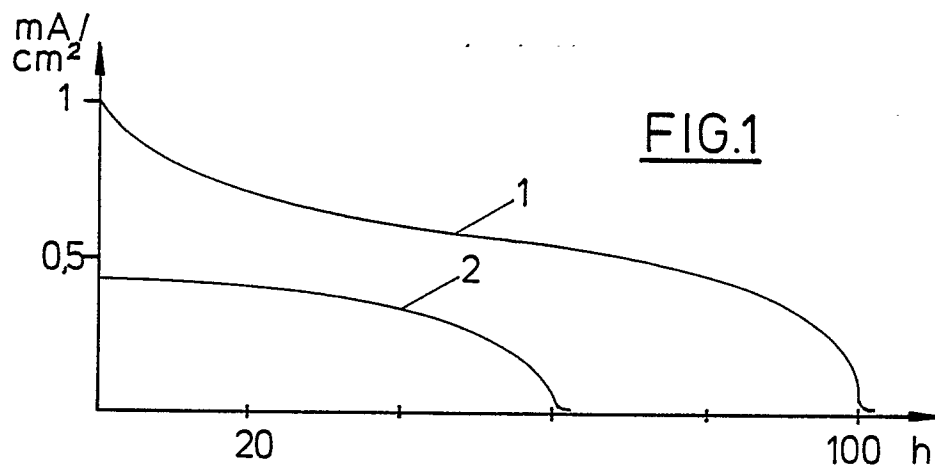
9. Verwendung der Elektroden zur Mauerentsalzung und -trocknung nach den Ansprüchen 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung von einem Spannungsgeber, der außerhalb der Mauer angeordnet ist, über Leiter mit großem Querschnitt aus dem gleichen Material wie die verwendeten Elektroden an die Elektroden angelegt wird.

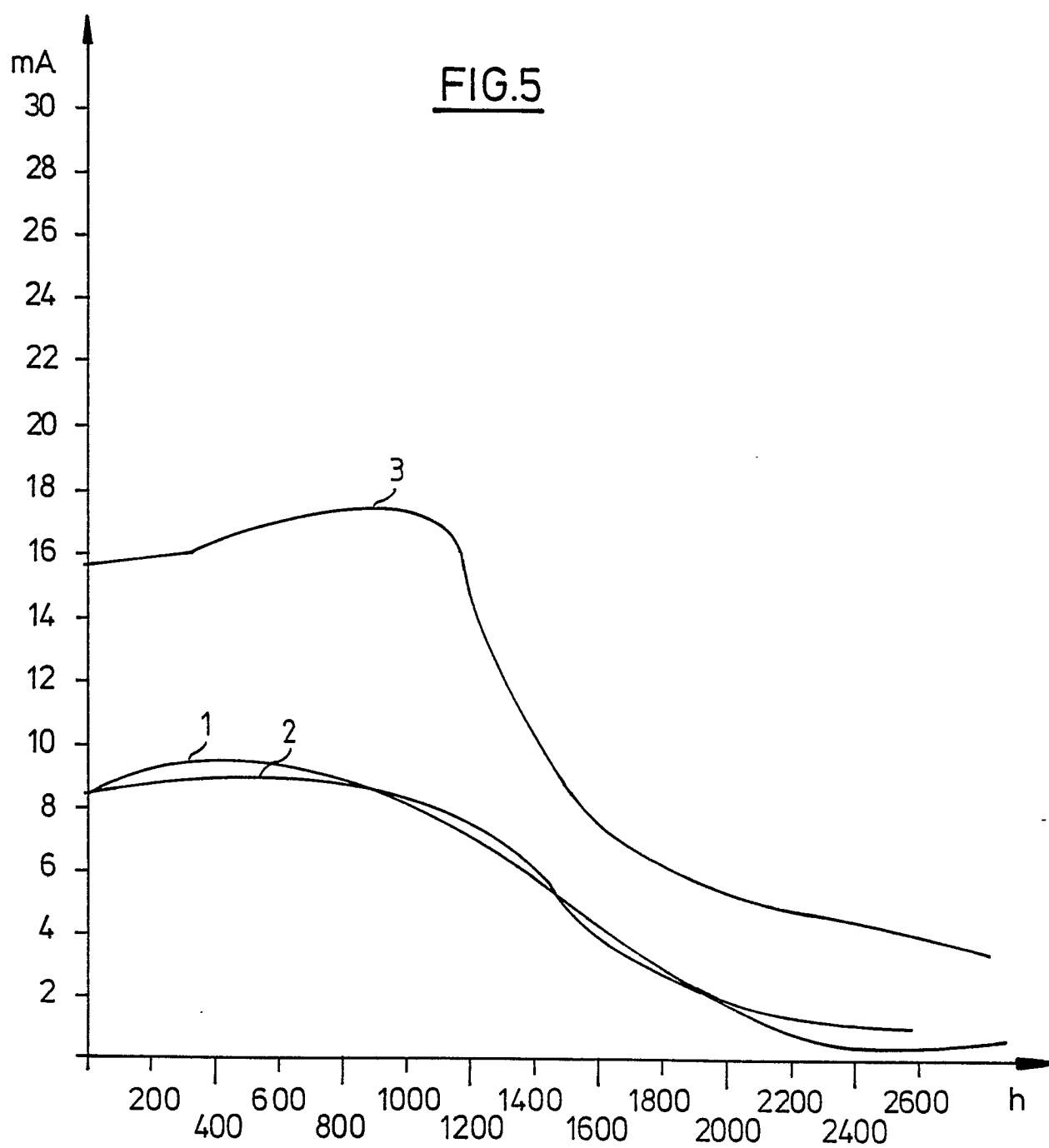
45 10. Verwendung der Elektroden zur Mauerentsalzung und -trocknung nach den Ansprüchen 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine gepulste Gleichspannung angelegt wird.

11. Verwendung der Elektroden zur Mauerentsalzung und -trocknung nach den Ansprüchen 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden mit einem Putz, der besonders reich an Calciumhydroxid und/oder -carbonat ist, an das zu trocknende bzw. zu entsalzende Mauerwerk angebracht werden.

50

55







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	US-A-4 265 727 (BECKLEY) * Ansprüche *	1, 4	B 01 D 13/02 E 04 B 1/70 C 25 B 11/04
A	DE-A-2 549 083 (MEIER) * Ansprüche *	2	
A	FR-A-1 229 318 (SOUTH AFRICAN COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH) * Beispiel 2 *	9	
A	DE-A-2 722 985 (INCERC)		
A	CHEMICAL ABSTRACTS, Band 92, Nr. 12, 24. März 1980, Seite 278, Zusammenfassung Nr. 98602v, Columbus, Ohio, US; & PL-A-99 115 (POLITECHNIKA WROCLAWSKA) 30-10-1978		
A	US-A-4 447 505 (BLANCHART)		
A	DE-A-3 413 303 (BBC)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-08-1987	Prüfer VAN LEEUWEN R.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			