

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

②① Anmeldenummer: **88116003.0**

⑤① Int. Cl. 4: **G21F 9/00**

②② Anmeldetag: **28.09.88**

③③ Priorität: **02.10.87 CH 3846/87**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.05.89 Patentblatt 89/18

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL SE

⑦① Anmelder: **ABB Reaktor GmbH**
Dudenstrasse 44
D-6800 Mannheim 1(DE)

Anmelder: **PAUL SCHERRER INSTITUT**

CH-5303 Würenlingen(CH)

⑦② Erfinder: **Schenker, Erhard**
Erlenweg 3
CH-5416 Kirchdorf(CH)

⑦④ Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft
Zentralbereich Patente Postfach 100351
D-6800 Mannheim 1(DE)

⑤④ **Verfahren zur Dekontamination von Oberflächen.**

⑤⑦ Bei diesem Dekontaminationsverfahren werden die mit radioaktiven Substanzen kontaminierten Oberflächen, insbesondere an Bestandteilen von Kühlkreisläufen von Kernreaktoren, in einem ersten Behandlungsschritt mit einer Chromsäure und Permangansäure enthaltenden wässrigen Dekontaminationslösung bei einer Temperatur im Bereich von 270 bis 350 K, insbesondere bei üblicher Raumtemperatur behandelt. Dabei werden die kontaminierten Oberflächenschichten mittels der Permangansäure oxidiert, während die Chromsäure bewirkt, dass die modifizierten Oberflächenschichten nicht fest haften. In einem zweiten Behandlungsschritt werden die so modifizierten Oberflächenschichten durch eine chemische Behandlung im gleichen Temperaturbereich durch Auflösen entfernt oder/und durch mechanische oder hydraulische Einwirkung abgetragen. Für die chemische Behandlung im zweiten Behandlungsschritt eignen sich wässrige Lösungen von organischen Säuren, wobei zweckmässig auch Reduktionsmittel und Komplexbildner und/oder Korrosionsinhibitoren zugesetzt werden können.

EP 0 313 843 A1

Verfahren zur Dekontamination von Oberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dekontamination von Oberflächen, insbesondere an Bestandteilen von Kühlkreisläufen von Kernreaktoren, durch Behandlung der radioaktiv kontaminierten Oberflächenschichten mit einer wässrigen, säurehaltigen Dekontaminationslösung.

In den Kühlkreisläufen von Kernreaktoren werden auf den Oberflächen der Kühlkreislauf-Bestandteile Schichten gebildet, in welche radioaktive Verunreinigungen, wie z.B. aktivierte Korrosionsprodukte, aber auch Spaltprodukte, eingelagert sind. Dies führt mit zunehmendem Alter der Kernkraftwerke zu einer Zunahme der Aktivität, wobei insbesondere der Anteil an längerlebigen Nukleiden steigt. Mit zunehmendem Alter der Kernkraftwerke müssen aber auch vermehrt Wartungsarbeiten und Reparaturen durchgeführt sowie Nachrüstungen vorgenommen werden, so dass die Strahlenbelastung des Personals wächst. Um Arbeiten an radioaktiv kontaminierten Anlagen zu erleichtern oder erst zu ermöglichen, sind Dekontaminationen erforderlich. Dabei sind die kontaminierten Oberflächenschichten möglichst weitgehend zu entfernen, wobei jedoch die Grundwerkstoffe der Kühlkreislauf-Bestandteile zu schonen sind.

Die Zusammensetzung der Oberflächenschichten muss nicht mit derjenigen der Werkstoffe der Kühlkreislauf-Bestandteile übereinstimmen. Physikalische Bedingungen und die Wasserchemie bestimmen die Korrosion der Werkstoffe sowie den Transport und die Ablagerung der entstehenden Korrosionsprodukte und damit die Zusammensetzung und Struktur der Oberflächenschichten. Zum Beispiel unter den Bedingungen eines Druckwasserreaktors (Pressurized Water Reactor PWR) entstehen bei einer Temperatur von etwa 570 K in Kühlwasser mit einem Borsäure- und Lithiumhydroxid-Gehalt stark chromhaltige Oxidschichten mit spinellartigen Mischoxiden, die sich in Säuren nur äusserst langsam lösen.

Daher umfassen alle bekannten Verfahren zur Dekontamination der Oberflächen von Bestandteilen von Druckwasserreaktoren zwei oder mehr Behandlungsschritte, wobei in einem ersten Schritt das unlösliche Cr-III-Oxid in einer oxidierenden Phase zu löslichem 6-wertigem Chrom umgewandelt und dabei die ganze Oxidschicht aufgelockert wird. In einem zweiten Behandlungsschritt wird dann, meistens nach einer Zwischenspülung, die gelockerte Oxidschicht in einer sauren, reduzierenden und komplexbildenden Lösung aufgelöst und entfernt.

Für den ersten, d.h. den oxidativen Behandlungsschritt sind eine Reihe von Verfahren ge-

bräuchlich, so z.B. die sogenannten "AP"-Verfahren, die in einer Behandlung mit alkalischer Permanganatlösung bestehen, oder die "NP"-Verfahren, bei denen salpetersaure Lösungen zur Oxidation verwendet werden. Weitere bekannte Verfahren sehen die Verwendung von Permangansäure, Wasserstoffperoxid, Cer-IV-Salzen oder anderen Oxidationsmitteln vor. Der gegenwärtige Stand der Technik ist z.B. in den folgenden zwei Publikationen ausführlich beschrieben:

(1) "Decontamination of Nuclear Facilities to Permit Operation, Inspection, Maintenance, Modification or Plant Decommissioning", Technical Reports Series No. 249, International Atomic Energy Agency, Vienna 1985;

(2) Morell W., Bertold H.O., Operschall H., Fröhlich K.: "Dekontamination - Stand der Technik und aktuelle Entwicklungsziele", VGB Kraftwerkstechnik 66 (1986) 579-588.

Allen bekannten Verfahren ist gemeinsam, dass sie bei verhältnismässig hohen Temperaturen, meistens zwischen 350 und 400 K, eingesetzt werden müssen. Dies ist mit verschiedenen schwerwiegenden Nachteilen verbunden, wie die Notwendigkeit von verhältnismässig kostspieligen und umständlichen Hilfseinrichtungen, Erhöhung der Korrosivität, Druckaufbau durch Wasserdampf bei Behandlungstemperaturen über 370 K, und andere.

Daher wurde schon verschiedentlich versucht, Oxidationsbehandlungen zu entwickeln, die bei tieferen Temperaturen, vorzugsweise bei der üblichen Raumtemperatur, zufriedenstellend arbeiten. Als Beispiel sei hier ein schwedisches Verfahren erwähnt, in welchem mittels ozonhaltiger Salpetersäure oxidiert wird. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass die Steuerung eines Prozesses mit einer gashaltigen Flüssigkeit als Reagens schwierig ist und dass Ozon nicht einfach zu handhaben und ausserdem giftig ist und überdies zu Explosionen führen kann.

Ein weiterer schwerwiegender Nachteil aller erwähnten Verfahren ist der Einsatz von Chemikalien, welche Elemente enthalten, die weder in den Werkstoffen der zu dekontaminierenden Bauteile noch im Kühlmittel vorkommen. Da komplizierte Bauteile oder ganze Kühlkreisläufe von Kernreaktoren nur sehr schwer und mit erheblichem Aufwand vollständig gespült und somit nach der Dekontamination von allen Resten der eingebrachten Chemikalien gereinigt werden können, ist es in der Praxis nicht vermeidbar, dass Rückstände solcher Chemikalien in den Kreisläufen verbleiben und unter Umständen den weiteren Betrieb der Kernreaktoren nachhaltig stören, sei dies durch Ablagerungen,

lokale Korrosion oder durch Aktivierung.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein die geschilderten Nachteile bekannter Verfahren vermeidendes Dekontaminationsverfahren zu schaffen, das bei tieferen Temperaturen, sogar bei der üblichen Raumtemperatur, wirksam ist und mit verhältnismässig harmlosen Chemikalien auskommt, deren Elemente nicht "reaktorfremd" sind, sondern auch im Kühlmittel und in den Werkstoffen der Kühlkreislauf-Bestandteile üblicherweise enthalten sind.

Diese Aufgabe ist durch das Verfahren gemäss Patentanspruch 1 gelöst.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren enthält die im ersten Behandlungsschritt eingesetzte Dekontaminationslösung Chromsäure (Chrom-VI-Oxid) und Permangansäure. Sowohl Chrom als auch Mangan sind in allen im Reaktorbau üblicherweise verwendeten Stählen als Begleit- oder Legierungselemente vorhanden. Diese Chemikalien sind nicht nur preisgünstig, sondern in den eingesetzten Konzentrationen auch verhältnismässig ungiftig und leicht zu handhaben.

Die Permangansäure kann vorzugsweise hergestellt werden, indem eine wässrige Lösung eines Alkali- oder Erdalkalipermanganats über einen Kationenaustauscher geleitet und so die freie Säure gebildet wird, die nach Zugabe von Chromsäure als Dekontaminationsmittel eingesetzt wird. Es sind auch Lösungen von Chromsäure und Salzen der Permangansäure als Dekontaminationsmittel geeignet; dabei werden allerdings durch das zusätzlich eingeführte Kation mit den radioaktiven Abfällen etwas höhere Salzfrachten anfallen. Charakterisierend für die Wirksamkeit des Dekontaminationsmittels sind der pH-Wert und das Redoxpotential der Lösung. Daher kann mittels dieser leicht erfassbaren Messgrössen der erste Behandlungsschritt überwacht und gesteuert werden.

Durch Reaktion der Permangansäure mit Bestandteilen der kontaminierten Oxidschichten und durch spontane Zersetzung der Permangansäure entsteht selbst bei üblichen Raumtemperaturen unlösliches Mangandioxid ("Braunstein"), das sich auf den Oberflächen niederschlägt. Die Verfärbung zeigt visuell überprüfbar die Wirksamkeit der Dekontaminationslösung an. Wegen der Anwesenheit von Chromsäure in der Dekontaminationslösung bilden sich keine fest haftenden Schichten, die sich anschliessend nur schwer entfernen lassen würden. Durch den oxidativen ersten Behandlungsschritt lassen sich die Oberflächen der Kühlkreislauf-Bestandteile noch nicht vollständig von radioaktiven Stoffen befreien, weshalb zusätzlich ein zweiter Behandlungsschritt zur Entfernung der durch die oxidative Behandlung modifizierten Oberflächenschichten nötig ist.

Der zweite Behandlungsschritt kann chemi-

scher oder physikalischer Art sein. Es hat sich gezeigt, dass die im ersten Behandlungsschritt modifizierten Oberflächenschichten z.B. von Kohlenstoffstählen, nichtrostenden Chromstählen, Nickellegierungen und anderen im Reaktorbau gebräuchlichen Werkstoffen allein durch mechanische und/oder hydraulische Einwirkung, z.B. mittels eines Hochdruckwasserstrahls, abgetragen oder chemisch aufgelöst werden können, um eine einwandfreie Dekontamination zu erzielen. Das chemische Auflösen der Oberflächenschichten kann mit stark verdünnten Lösungen organischer Säuren, z.B. Oxalsäure, Citronensäure, Ascorbinsäure, bei üblicher Raumtemperatur erfolgen, wobei den Lösungen auch noch Komplexbildner und Korrosionsinhibitoren zugesetzt werden können.

Um die Volumina der als flüssige radioaktive Abfälle zu betrachtenden verbrauchten Dekontaminationsmittel möglichst gering zu halten, kann es vorteilhaft sein, der im ersten Behandlungsschritt eingesetzten Dekontaminationslösung nachher weitere Substanzen zuzusetzen, welche die Lösung für den Einsatz im zweiten Behandlungsschritt geeignet machen. Als solche weitere Substanzen kommen Reduktionsmittel, wie Oxalsäure, Ascorbinsäure, Ameisensäure usw., in Betracht. Die Reduktionsmittel bewirken, dass die Chromsäure sowie die Permangansäure und deren Zersetzungsprodukte, also auch der Braunstein, in lösliche Chrom-III- bzw. Mangan-II-Salze umgewandelt werden.

Der Erfolg des zweiten Behandlungsschrittes ist ebenfalls visuell überprüfbar, da die bräunlich-rotviolett gefärbten Oberflächenschichten von den dekontaminierten Oberflächen verschwinden.

Die Wirkung der im ersten Behandlungsschritt eingesetzten Dekontaminationslösung lässt sich durch Umpumpen, Rühren oder durch Anwendung von Ultraschall beträchtlich erhöhen. Durch die gleichen Massnahmen kann auch die chemische Entfernung der modifizierten Oberflächenschichten im zweiten Behandlungsschritt beschleunigt werden.

Damit die Menge der jeweils benötigten Lösung möglichst klein gehalten werden kann, ist es zweckmässig, sie während des ersten Behandlungsschrittes wie gegebenenfalls auch während des zweiten Behandlungsschrittes auf die zu behandelnden Oberflächenschichten zu spritzen oder zu sprühen. Auch ist es möglich, die Lösung als Schaum oder tyxotrope Phase auf die zu behandelnden Oberflächen aufzutragen. Schliesslich kann die Lösung auch mit einem Verdickungsmittel versetzt und dann als Anstrich unmittelbar auf die zu behandelnden Oberflächenschichten aufgetragen werden.

Es ist klar, dass die im ersten und gegebenenfalls im zweiten Behandlungsschritt verbrauchten chemischen Lösungen radioaktive Bestandteile ent-

halten und dementsprechend schadlos entsorgt werden müssen. Lösungen, welche Chromsäure und Permangansäure bzw. deren Zersetzungsprodukte enthalten, lassen sich auf verschiedene Weise entsorgen, wobei die Wahl des jeweils besten Weges abhängig ist einerseits von den gegebenenfalls weiteren Behandlungen der dekontaminierten Bauteile und andererseits aber auch von den im Kernkraftwerk vorhandenen Einrichtungen für die Behandlung radioaktiver Abfälle. Wenn die Chrom- und Permangansäure enthaltende Dekontaminationslösung nur für den oxidativen ersten Behandlungsschritt verwendet wurde, werden zur Entsorgung vorteilhaft die höheren Oxidationsstufen des Chroms und des Mangans durch Zugabe von Oxalsäure zu Chrom-III-Salzen bzw. Mangan-II-Salzen reduziert. Wenn die im oxidativen ersten Behandlungsschritt verwendete Lösung anschliessend auch für den zweiten Behandlungsschritt verwendet werden soll, so wird die Oxalsäure direkt in die Behandlungslösung zugegeben, wonach anschliessend weitere Chemikalien, z.B. organische Säuren, Komplexbildner, Korrosionsinhibitoren usw. hinzugefügt werden, um die Dekontaminationsbehandlung abzuschliessen. Aus den so reduzierten Lösungen lassen sich die Chrom-III-Salze und Mangan-II-Salze durch chemische Fällungen abtrennen oder durch Eindampfen und anschliessendes Zementieren zu endlagerfähigen Produkten verfestigen.

Die Wirksamkeit des beschriebenen, erfindungsgemässen Verfahrens wurde an umfangreichem Probenmaterial aus dem Primärteil schweizerischer und ausländischer Druckwasserreaktoren getestet. Es standen vor allem radioaktiv kontaminierte Proben aus folgenden Werkstoffen zur Verfügung:

- a) Platten aus ferritischem Chromstahl (Werkstoff Nr. 1.4001 nach DIN) aus der Dichtung des Mannlochdeckels von Dampferzeugern;
- b) Platten und Rohre aus austenitischen rostfreien Stählen;
- c) Dampferzeugerrohre aus Eisen-Nickel-Chrom-Legierungen der Handelsbezeichnung INCOLOY 800 und aus Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen der Handelsbezeichnung INCONEL 600. (INCOLOY und INCONEL sind eingetragene Warenzeichen der Firma International Nickel Company.)

Diese Proben a), b) und c) waren hauptsächlich durch das Kobaltisotop Co-60 kontaminiert.

Beispiel 1:

Die Proben a) aus ferritischem Chromstahl wurden bei Raumtemperatur (290 bis 295 K) während

16 Stunden mit einer Lösung von je 0,05 mol Chrom- und Permangansäure behandelt. Nach einer Zwischenspülung wurde ein Dekontaminationsfaktor (Verhältnis von gemessener Aktivität vor und nach der Behandlung) von 2 ermittelt. Eine weitere Behandlung bei Raumtemperatur in einer wässrigen 0,1 mol Lösung von Oxalsäure unter Einwirkung von Ultraschall führte nach 15 Minuten zu einem Dekontaminationsfaktor von etwa 20 und nach 6 Stunden zu einem Dekontaminationsfaktor von über 100. Nach der Behandlung waren die dekontaminierten Oberflächen der Proben metallisch blank und weder makroskopisch noch mikroskopisch erkennbar angegriffen.

Beispiel 2:

Proben c) aus Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen der Handelsbezeichnung INCONEL 600 wurden bei Raumtemperatur während 16 Stunden mit einer Lösung von 0,1 mol Chromsäure und 0,004 mol Kaliumpermanganat behandelt. Nach einer Zwischenspülung wurde ein Dekontaminationsfaktor von lediglich 1,2 festgestellt. Nach einer weiteren Behandlung bei Raumtemperatur mit einer wässrigen Lösung von 0,1 mol Oxalsäure während 6 Stunden mit Ultraschalleinwirkung wurde ein Dekontaminationsfaktor von 12 ermittelt.

Beispiel 3:

Proben a) aus ferritischem Chromstahl, Proben b) aus austenitischen rostfreien Stählen sowie Proben c) aus INCOLOY 800 und aus INCONEL 600 wurden je während 16 Stunden bei Raumtemperatur in wässrigen Lösungen mit 0,01 bis 0,1 mol Chromsäure und 0,001 bis 0,05 mol Permangansäure behandelt, wobei das Verhältnis Chromsäure zu Permangansäure zwischen 1:10 und 25:1 lag. Anschliessend wurden die Proben je während 6 Stunden bei Raumtemperatur in einer wässrigen Lösung mit 0,1 mol Oxalsäure unter Ultraschalleinwirkung weiter behandelt. Schliesslich wurden an allen Proben, abhängig von der oxidativen Behandlung und vom Probenmaterial, Dekontaminationsfaktoren zwischen 10 und 1000 gemessen.

Beispiel 4:

Proben a) aus ferritischem Chromstahl und Proben c) aus INCONEL 600 wurden je während 16 Stunden bei Raumtemperatur in einer Lösung mit 0,1 mol Chromsäure und 0,05 mol Permangansäure behandelt. Nach einer anschliessenden Behandlung mit einem Wasserstrahl von 2,4 kbar (240

Pa) Druck bei einer Behandlungsgeschwindigkeit von 3,6 m²/Stunde wurden an den Proben a) aus ferritischem Chromstahl Dekontaminationsfaktoren von etwa 30 und an den Proben c) aus INCONEL 600 Dekontaminationsfaktoren von über 100 gemessen. Umfangreiche Nachuntersuchungen zeigten, dass durch diese Behandlungen die Oberflächen der Grundwerkstoffe nicht angegriffen wurden.

Beispiel 5:

Proben c) aus INCONEL 600 wurden während 16 Stunden bei Raumtemperatur mit einer Lösung von 0,05 mol Chromsäure und 0,002 mol Permangansäure besprüht. Nach einer anschließenden weiteren Behandlung mit einem Wasserstrahl, wie im Beispiel 4, wurden Dekontaminationsfaktoren zwischen 20 und 80 ermittelt.

Beispiel 6:

Aus einer wässrigen Lösung von 0,4 mol Chromsäure und 0,1 mol Permangansäure wurde durch Zugabe eines Verdickungsmittels, das unter der Handelsbezeichnung AEROSIL (eingetragenes Warenzeichen der Firma Degussa) auf dem Markt erhältlich ist, eine Paste hergestellt. Die kontaminierten Oberflächen von Proben a) aus ferritischem Chromstahl wurden mit dieser Paste bestrichen. Nach einer Einwirkungszeit von 16 Stunden wurden die Proben mit einem Wasserstrahl, wie im Beispiel 4, behandelt. Es resultierten Dekontaminationsfaktoren zwischen 5 und 15.

Die beispielsweise beschriebenen Versuche und weitere umfangreiche Untersuchungen zeigten, dass die im Reaktorbau üblicherweise für die Kühlkreisläufe verwendeten Werkstoffe durch die Behandlungen nach dem erfindungsgemässen Verfahren nicht geschädigt werden, gleichgültig ob die so dekontaminierten Bauteile gealtert, wärmebehandelt, geschweisst oder verformt sind.

Ansprüche

1. Verfahren zur Dekontamination von Oberflächen, insbesondere an Bestandteilen von Kühlkreisläufen von Kernreaktoren, durch Behandlung der radioaktiv kontaminierten Oberflächenschichten mit einer wässrigen, säurehaltigen Dekontaminationslösung, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Behandlungsschritt die kontaminierten Oberflächenschichten mit einer Chromsäure und Permangansäure oder deren Salze enthaltenden wässrigen Dekontaminationslösung bei einer Tem-

peratur im Bereich von 270 bis 350 K behandelt werden und in einem zweiten Behandlungsschritt die behandelten Oberflächenschichten durch eine chemische Behandlung im gleichen Temperaturbereich oder/und durch eine physikalische Behandlung abgetragen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Behandlungsschritt die Dekontaminationslösung 0,01 bis 0,5 mol Chromsäure und 0,001 bis 0,1 mol Permangansäure enthält, wobei das Verhältnis von Chromsäure zu Mangansäure im Bereich von 1:10 bis 25:1 liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Behandlungsschritt während 1 bis 20 Stunden, vorzugsweise während etwa 10 Stunden, durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Behandlungsschritt die Dekontaminationslösung während der Behandlung auf die zu behandelnden Oberflächenschichten gespritzt oder gesprüht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Behandlungsschritt die Dekontaminationslösung als Schaum oder tyxotrope Phase auf die zu behandelnden Oberflächenschichten aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Behandlungsschritt die Dekontaminationslösung mit einem Verdickungsmittel versetzt und als Anstrich auf die zu behandelnden Oberflächenschichten aufgetragen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die im ersten Behandlungsschritt verwendete Dekontaminationslösung aus Chromsäure und Permanganaten zugeeignet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt die Oberflächenschichten mittels einer wässrigen Lösung mindestens einer organischen Säure behandelt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die im zweiten Behandlungsschritt verwendete Lösung etwa 0,1 mol Oxalsäure enthält.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der im zweiten Behandlungsschritt verwendeten sauren Lösung Reduktionsmittel und gegebenenfalls weitere Komponenten, wie Komplexbildner und/oder Korrosionsinhibitoren, zugesetzt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt der im ersten Behandlungsschritt verwendeten Dekontaminationslösung Reduktions-

mittel zugesetzt werden, um die höheren Oxidationsstufen des Mangans und des Chroms zu reduzieren.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der mit den Reduktionsmitteln versetzten Dekontaminationslösung weitere Komponenten, vorzugsweise organische Säuren und/oder Komplexbildner, zugesetzt werden, um die Oberflächenschichten zu entfernen. 5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass während des zweiten Behandlungsschrittes die Lösung mittels eines Kationenaustauschers laufend oder intermittierend gereinigt wird. 10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass anschliessend an den zweiten Behandlungsschritt die Lösung im Kreislauf über einen Ionenaustauscher geleitet wird und dabei die behandelten Oberflächen gespült werden. 15 20

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Behandlungsschritt während 15 Minuten bis 8 Stunden durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt die Lösung auf die Oberflächenschichten gespritzt oder gesprüht wird. 25

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt die Lösung als Schaum oder tyxotrope Phase auf die Oberflächen aufgebracht wird. 30

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt die Lösung mit einem Verdickungsmittel versetzt und als Anstrich auf die Oberflächenschichten aufgetragen wird. 35

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Behandlungsschritt die Oberflächenschichten mechanisch oder hydraulisch abgetragen werden. 40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 6003

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	WO-A-8 403 170 (STUDSVIK) * Ansprüche 1,2,4,5,9; Beispiel, Seiten 8-9 *	1,3,7,8 ,11,15	G 21 F 9/00
A	EP-A-0 071 336 (CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BAND) * Ansprüche 1,3,4,9,10 *	1,8,9, 13,14	
A	EP-A-0 160 831 (SIEMENS) * Ansprüche 1,5,9 *	1,8,9, 13,14	
A	DE-A-2 004 600 (UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION) * Ansprüche 1,2,3,4 *	1,5,7,8 ,17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			G 21 F C 23 G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-01-1989	Prüfer NICOLAS H.J.F.
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	