



12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer : **92250017.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **E04B 1/92, E04B 1/70**

22 Anmeldetag : **22.01.92**

30 Priorität : **25.01.91 DE 4102612**

72 Erfinder : **Friese, Peter, Dr. rer. nat.**  
**Grottewitzstrasse 47**  
**O-1183 Berlin (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**29.07.92 Patentblatt 92/31**

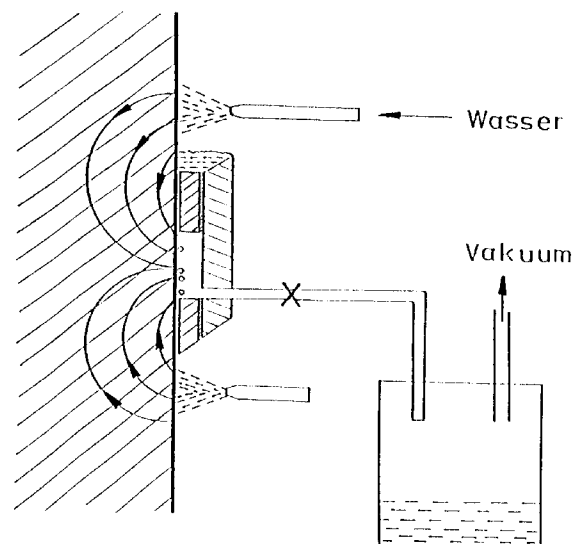
74 Vertreter : **Hannig, Wolf-Dieter, Dipl.-Ing.**  
**Andreasstrasse 71-73**  
**O-1017 Berlin (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DK ES FR GB GR IT LI NL PT**

71 Anmelder : **Friese, Peter, Dr. rer. nat.**  
**Grottewitzstrasse 47**  
**O-1183 Berlin (DE)**

54 **Verfahren zur Entsalzung von Mauerwerk und anderen porösen Körpern über konvektiven Wassertransport durch das poröse Medium.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entsalzung von Mauerwerk und anderen porösen Körpern über eine gerichtete Wasserströmung durch das poröse Medium, mit der die löslichen Salze ausgewaschen werden. Dazu werden an das zu entsalzende Mauerwerk in einem bestimmten Raster schalenförmige Sauggefäße angebracht, die durch Anlegen eines Vakuums ohne andere mechanische Hilfsmittel an dem Mauerwerk haften. Auf die nicht mit Sauggefäßen belegten Stellen des Mauerwerkes wird anschließend Wasser aufgegeben, das durch das Mauerwerk in die Auffanggefäße gesaugt wird. Die Größe und Geometrie der Sauggefäße wird den Bestandteilen des Mauerwerkes, z.B. den verwendeten Steinformaten angepaßt. Die Sauggefäße sind so ausgebildet, daß sich am Mauerwerk herunterlaufendes Wasser im oberen Teil des Sauggefäßes aufstauen kann und im unteren Teil direkt an das Mauerwerk herangeführt wird (Figur).



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung löslicher, d.h. bauschädlicher Salze aus dem Mauerwerk mit Hilfe einer erzwungenen Wasserströmung durch die porösen Baustoffe.

Die Erfindung ist besonders geeignet, um historische Bauten und Kunstgegenstände aus porösen Materialien zu entsalzen, um auf diese Weise ihre Lebensdauer erheblich zu vergrößern.

5 Lösliche Salze in porösen Baustoffen sind oft als Ursachen für zahlreiche Schäden und eine fortschreitende Zerstörung des Mauerwerkes von historischen Bauwerken anzusehen. Auch Wandmalereien, Statuen, Terrakotten und andere Kunstgegenstände aus porösen Materialien können bei Anwesenheit löslicher Salze starken Schädigungen unterliegen.

10 In der restauratorischen Praxis wird oft versucht, die Salze mit Hilfe von feuchten Kompressen aus den porösen Materialien "herauszulösen". Dies ist eine sehr aufwendige Arbeit, und es kann Monate dauern, bis durch mehrmaliges Anlegen von Kompressen und anschließendes Trocknen der Salzgehalt auf ein erträgliches Maß reduziert wird.

Zur Entsalzung von Mauerwerk kann ein elektrochemisches Verfahren eingesetzt werden, bei dem Elektroden in das Mauerwerk eingesetzt werden und gegen Erderstäbe oder andere Erdungssysteme eine Gleichspannung angelegt wird (DD-Patent Nr. 246 334).

15 Hier wird die Elektromigration der An- und Kationen zu den entsprechenden Elektroden für eine Entsalzung ausgenutzt. Voraussetzung ist jedoch, daß das Mauerwerk eine bestimmte Eigenfeuchtigkeit hat, damit die Salze in gelöster Form vorliegen können. Ist dies nicht der Fall, so muß das Mauerwerk angefeuchtet werden. Die elektrochemische Entsalzung erfordert ebenfalls Zeiten von mehreren Monaten, in denen die entsprechenden Anlagen ständig gewartet und kontrolliert werden müssen.

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur schnellen und zerstörungsfreien Entsalzung poröser Körper anzugeben, bei dem eine nahezu vollständige Entsalzung innerhalb weniger Stunden erreicht werden kann.

20 Erfindungsgemäß wird das mit einem Verfahren erreicht, bei dem ein konvektiver Wassertransport von einem Teil der Oberfläche des porösen Körpers ausgehend durch den Körper hindurch zu einem anderen Teil der Oberfläche realisiert wird. In dem Wasser, das den porösen Körper durchströmt, werden die Salze gelöst und anschließend aus dem porösen Medium ausgetragen. Die dazu notwendige Druckdifferenz wird durch Andrücken von schalenförmigen Sauggefäßen, in denen nach dem Andruck an den porösen Körper ein Vakuum aufgebaut wird, erreicht. Durch den Unterdruck haften die Sauggefäße ohne zusätzliche mechanische Hilfsmittel an dem zu entsalzenden Körper. Mehrere Sauggefäße werden auf diese Art in einem bestimmten Raster, dessen Geometrie von der Entsalzungstiefe, dem Salzgehalt, dem Porenvolumen, der Porengrößenverteilung und im Fall der Entsalzung von Mauerwerk auch von der Größe der einzelnen Steine oder Ziegel abhängig ist, an den zu entsalzenden Körper angesetzt.

30 Auf die nicht von Saugnäpfen belegten Flächen des zu entsalzenden Körpers wird reines Wasser aufgesprüht, das entsprechend der Druckverteilung im porösen Körper diesen durchströmt und in den Sauggefäßen wieder austritt. Von dort fließt es in ein Auffanggefäß, das ebenfalls unter Vakuum steht.

Die Entsalzungstiefe kann über die Geometrie der Sauggefäße beeinflusst werden. Insbesondere die Breite der Dichtungstreifen zwischen dem zu entsalzenden Körper und dem Sauggefäß bestimmt die Entsalzungstiefe. Je breiter der Dichtungstreifen ist, um so größer ist die Entsalzungstiefe und umgekehrt. Die Dichtungstreifen müssen aus einem möglichst weichen elastischen Material bestehen.

40 Wenn der zu entsalzende Körper sehr feinporig ist, besteht die Gefahr, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in den Kapillaren so klein ist, daß das Wasser an der Austrittsstelle, d.h. an der Fläche des porösen Körpers, die von dem Sauggefäß bedeckt ist, verdunstet oder im Vakuum verdampft. In diesem Fall würden die Salze an der Oberfläche auskristallisieren und wären dann nur schwer zu entfernen. Um dies zu vermeiden, wird vorher eine Schicht eines feinporigen Materials auf den zu entsalzenden Körper aufgetragen, in der die Salze auskristallisieren können. Diese Schicht wird nach Abschluß der Entsalzung wieder entfernt. Eine andere Möglichkeit, das Auskristallisieren von Salzen an der Oberfläche des zu entsalzenden Körpers zu verhindern, besteht darin, daß in bestimmten Zeitintervallen innerhalb der Sauggefäße aus einer Düse Wasser auf die Oberfläche des Körpers gesprüht wird, in dem sich die Salze wieder auflösen können und das über die Auffanggefäße in ein Vorratsgefäß abfließt.

50 Weitere Vorteile, Einzelheiten und erfindungswesentliche Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung ineinerer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Prinzipszeichnung.

#### Ausführungsbeispiel 1

55 Ein ehemaliger Viehstall aus Ziegelmauerwerk soll als Wohnraum umgenutzt werden. Analysen von Mauerwerksproben ergeben ein Gehalt von etwa 5% löslichen, d.h. bauschädlichen Salzen. Die Salze sind zu 95% in der äußeren Schicht bis zu einer Tiefe von 5 cm angereichert. Ein Mauerwerksaustausch ist aus statischen Gründen nicht möglich.

Die Entsalzung wird schrittweise vorgenommen, wobei verschiedene Flächen nacheinander entsalzt werden. Dazu wird innerhalb einer Fläche an jedem Ziegel ein rechteckiges Sauggefäß, wie es in der Figur dargestellt ist, angebracht. Die Grundfläche des Sauggefäßes ist etwas kleiner als die Sichtfläche des Ziegels. Der obere Teil des Sauggefäßes ist so ausgebildet, daß sich am Mauerwerk herunterlaufendes Wasser dort aufstauen kann. Der untere Teil des Sauggefäßes ist spitzwinklig, wobei die Spitze am Mauerwerk anliegt. Am Sauggefäß herunterlaufendes Wasser fließt dadurch an das Mauerwerk heran, ohne vorher abzutropfen. Dieses Sauggefäß ist über ein Ventil, einen Verteilerschlauch und ein Auffanggefäß mit einer Vakuumpumpe verbunden. Zum Anbringen des Sauggefäßes an das Mauerwerk wird dieses an einen Ziegel angedrückt und das Ventil zur Vakuumpumpe geöffnet. Durch den Unterdruck hält das Sauggefäß ohne zusätzliche mechanische Einrichtungen an dem Ziegel.

Wenn an allen Ziegeln der zu entsalzenden Fläche Sauggefäße angebracht worden sind, wird über einen Sprühschlauch Wasser in dem Maße auf die noch freien Flächen des Mauerwerkes aufgesprüht, wie dieses Wasser vom Mauerwerk aufgenommen wird. Das Wasser dringt vorzugsweise über die Fugen in das Mauerwerk ein und wird über die Ziegel in das Sauggefäß und von dort in das Auffanggefäß gesaugt. Mit dieser Wasserströmung werden die löslichen Salze aus dem Mauerwerk ausgewaschen. Nach der Wasseraufgabe werden die Sauggefäße noch einige Zeit unter Vakuum am Mauerwerk belassen und das Mauerwerk durch den sich nun einstellenden Luftstrom durch das poröse Medium getrocknet.

#### Ausführungsbeispiel 2

Es besteht die Aufgabe, Mauerwerk aus feinporigem Sandstein zu entsalzen. Dazu wird zunächst textiles Material mit einer Beschichtung aus feinporigem Material auf die zu entsalzende Fläche aufgebracht. Anschließend werden unter Berücksichtigung der Steingröße Saugnapfe in einem bestimmten Raster an das Mauerwerk angebracht und durch Aufsprühen von Wasser auf die noch freien Flächen des Mauerwerkes eine Wasserströmung durch das poröse Medium realisiert. Ein Teil der Salze kristallisiert dabei in dem textilen Material aus. Dieses wird nach der Trocknung des Mauerwerkes entfernt.

#### Ausführungsbeispiel 3

Zur Entsalzung von feinporigen Sandstein werden Saugnapfe an das Mauerwerk angebracht, in denen Dübel angeordnet sind, über die in bestimmten Zeitintervallen Wasser auf die Flächen des Mauerwerkes gesprüht werden kann, die von den Saugnapfen eingeschlossen sind.

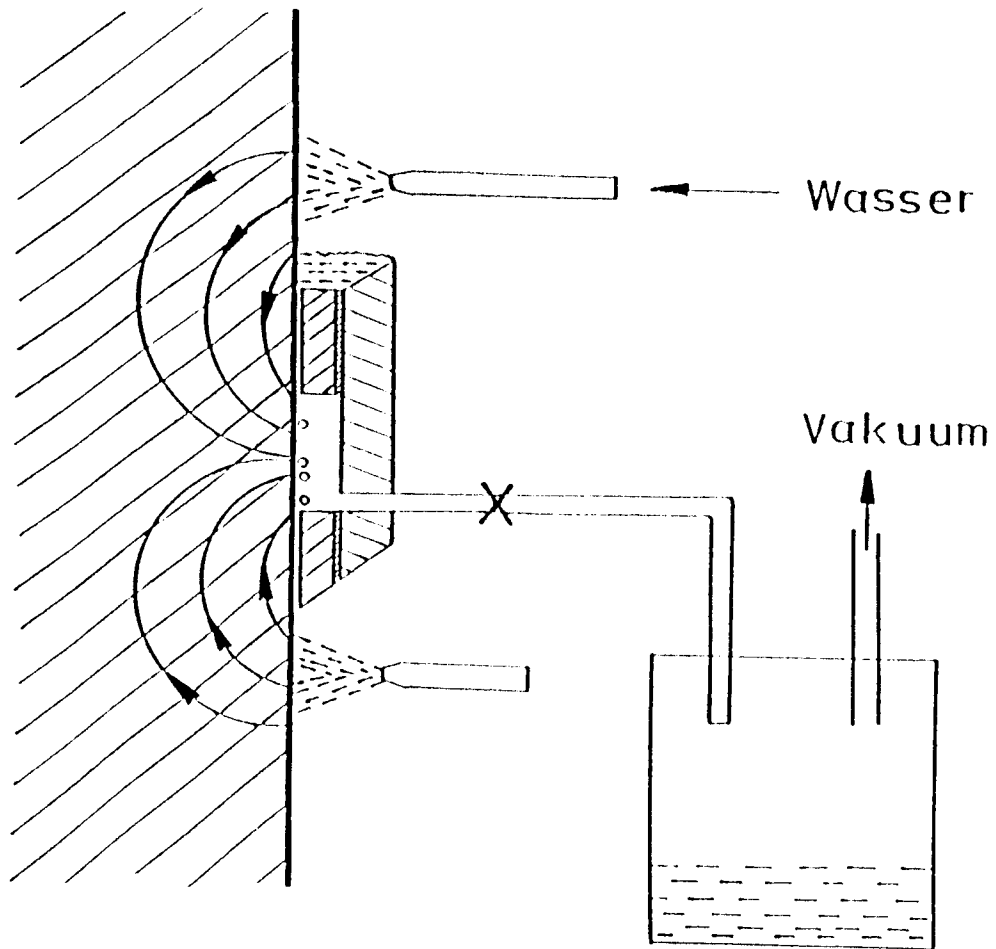
Nach dem Anbringen dieser Saugnapfe wird Wasser auf die nicht von den Saugnapfen bedeckten Flächen des Mauerwerkes gesprüht, das durch das Mauerwerk strömt und zu einem großen Teil an der Oberfläche des Sandsteines innerhalb des Sauggefäßes verdunstet bzw. verdampft. Die dabei an der Oberfläche des Sandsteines auskristallisierenden Salze werden durch kurzzeitiges Aufsprühen von Wasser in bestimmten Intervallen aufgesprüht.

#### 40 Patentansprüche

1. Verfahren zur Entsalzung von Mauerwerk, **dadurch gekennzeichnet**, daß an das Mauerwerk schalenförmige Sauggefäße angesetzt werden, deren Geometrie und Anordnung am Mauerwerk aus vorher zu bestimmenden Daten wie Versalzungsgrad, Versalzungstiefe und Porenvolumen des Baustoffes berechnet wird und durch Anlegen eines Vakuums im inneren Teil der Sauggefäße sowie gleichzeitiges Aufsprühen oder Aufgießen von Wasser auf die Flächen des Mauerwerkes, die zwischen den Sauggefäßen liegen, eine Wasserströmung durch das poröse Material in die Sauggefäße und von dort in die Auffanggefäße erzwungen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Ansetzen der Sauggefäße an das Mauerwerk die Oberfläche des Mauerwerkes mit einer dünnen Schicht eines feinporösen Materials überzogen wird, und die aufgetragene Schicht nach abgeschlossener Entsalzung wieder entfernt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Intervallen aus Düsen, die innerhalb der Sauggefäße liegen, Wasser auf die Flächen des Mauerwerkes gespritzt wird, die von den Sauggefäßen eingeschlossen sind.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Geometrie der Sauggefäße der Größe

der Bestandteile des Mauerwerkes angepaßt sind.

- 5
- 6
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entsalzungstiefe über die Breite des Dichtungstreifens des Sauggefäßes reguliert wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sauggefäße zum Anbringen an das Mauerwerk manuell an die zu entsalzende Stelle angedrückt werden, und dann durch Öffnen eines Ventils zwischen Sauggefäß und Auffanggefäß ein Unterdruck im Inneren des Sauggefäßes hergestellt wird, durch den das Sauggefäß ohne zusätzliche mechanische Einrichtungen an dem Mauerwerk haftet.
  7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der obere Teil der Sauggefäße so ausgebildet ist, daß sich am Mauerwerk herunterlaufendes Wasser dort anstauen kann.
  8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der untere Teil der Auffanggefäße so ausgebildet ist, daß an den Auffanggefäßen herunterlaufendes Wasser an das Mauerwerk herangeführt wird.





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 25 0017

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	WORLD PATENTS INDEX Section PQ, Week 7901, 24. März 1978 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P13, AN 79-A1409B & SU-A-592 397 (BOBCHENKO) 15. Februar 1978 * Zusammenfassung *	1	E04B1/92 E04B1/70
A	DE-A-2 919 106 (TENGE) * Seite 33, Zeile 15 - Zeile 35 * * Seite 34, Zeile 24 - Seite 36, Zeile 1 * * Abbildungen 1-3 *	1	
A	DD-A-250 349 (PETERMANN & AL.) * das ganze Dokument *	2	
D,A	DD-A-246 334 (FRIESE & AL.)		
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)</b>
			E04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16 APRIL 1992	Prüfer PORWOLL H. P.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 (03.92) (P0401)