



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

2003 987

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) E 04 B 1/70

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP E 04 B/ 2336 153

(22) 28.09.81

(44) 04.05.83

(71) ADW DER DDR/DD:

(72) FRIESE, PETER, DR.RER.NAT, DIPL.-CHEM., DD

(73) siehe (72)

(74) ADW DER DDR ZI F. PHYSIKALISCHE CHEMIE, PATENTBUERO 1199 BERLIN RUDOWER  
CHAUSSEE 5

(54) VERFAHREN ZUR ELEKTROOSMOTISCHEN TROCKNUNG UND ENTSALZUNG VON MAUERWERK

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektroosmotischen Trocknung von feuchtem Mauerwerk bei gleichzeitiger Entfernung löslicher Salze aus dem Mauerwerk. Erfindungsgemäß wird das mit einer elektroosmotischen Anlage mit Chlor- und säurefesten Anoden erreicht, die so in das Mauerwerk eingebettet werden, daß sich unterhalb der Anoden ein Hohlraum mit Verbindung zur Außenluft und eine flüssigkeitsundurchlässige Rinne befindet. Die Entsalzung erfolgt durch elektrische Entladung der Chlorionen — die im elektrischen Feld zur Anode wandern — zu elementarem Chlor und durch Ausfließen von Calciumchloridlösung aus dem Mauerwerk. Das Verfahren ist zur Trocknung von feuchtem Mauerwerk geeignet, besonders dann, wenn das Mauerwerk relativ große Mengen löslicher Salze enthielt und die üblichen elektroosmotischen Verfahren versagen. Figur

233615 3

1

Berlin, den 16. 9. 1981

251/4377/111

Erfinder

Dr. Peter Friese

Verfahren zur elektroosmotischen Trocknung und Entsalzung  
von Mauerwerk

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trocknung von feuchtem Mauerwerk mit Hilfe der Elektroosmose. Es ist besonders geeignet, um Mauerwerk mit relativ großem Gehalt an löslichen Salzen zu trocknen und dabei gleichzeitig die löslichen und meist hygroskopischen Salze aus dem Mauerwerk zu entfernen. Insbesondere bei der Sanierung von historisch wertvollen Bauten könnte dieses Verfahren von großem Nutzen sein.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Verfahren zur elektroosmotischen Trocknung von Torf, Holz u.a. sind seit langem bekannt. Seit etwa 50 Jahren ist wiederholt versucht worden, die Elektroosmose auch zur Trocknung von feuchtem Mauerwerk einzusetzen.

Zur Anwendung kamen bisher:

1. Das sogenannte Erdungsverfahren, bei dem ohne Anlegen einer äußeren Spannung ein Potentialausgleich zwischen dem Mauerwerk und der Erde durch metallische Leiter geschaffen wird.

2. Das sogenannte Galvanische Verfahren, bei dem Metall-elektroden mit unterschiedlichen Elektrodenpotentialen im Mauerwerk eingesetzt werden.
3. Das sogenannte aktive Verfahren, bei dem zwischen im Mauerwerk eingesetzten Elektroden und der Erde eine Gleichspannung angelegt wird. Die Elektroden müssen hier nach Möglichkeit aus einem Material gefertigt werden, das anodisch nicht in Lösung geht. Aus der Literatur ist bekannt, daß dafür z. B. platiniierte Titanstäbe, elektrisch leitende Kunststoffe und Graphit verwendet werden.

In der Literatur zu Problemen des Bautenschutzes findet man häufig kritische Bemerkungen zur Anwendbarkeit der Elektroosmose bei der Trocknung von Mauerwerk. Es wird berichtet, daß elektroosmotische Anlagen keinen dauerhaften Erfolg bei der Austrocknung von Mauerwerk haben und daß in einigen Fällen eine Trocknung unmöglich war. Ein großes Problem scheint dabei die Korrosionsfestigkeit der Elektrodenmaterialien zu sein. An anderen Stellen wird empfohlen, die Elektroosmose nur dort einzusetzen, wo der Chloridgehalt des Mauerwerks bestimmte Grenzwerte nicht überschreitet.

Tatsächlich stellt die Anwesenheit löslicher Salze im Mauerwerk für die Anwendbarkeit der Elektroosmose zur Trocknung das größte Problem dar. Diese Salze werden aus dem Erdreich mit dem aufsteigenden Wasser ins Mauerwerk transportiert und reichern sich dort an, deutlich sichtbar an den salzartigen Ausblühungen, die am Mauerwerk zahlreicher alter Gebäude zu finden sind. Die Zusammensetzung der löslichen Anteile im Mauerwerk ist unterschiedlich und abhängig von der Beschaffenheit des Baugrundes.

Diese Salze stören die elektroosmotische Trocknung durch folgende Mechanismen:

1. Die löslichen Salze im Mauerwerk sind zum größten Teil stark hygroskopisch. Dadurch wird vom Mauerwerk selbst bei nachträglich eingezogener Horizontalsperrung immer wieder Luftfeuchtigkeit angezogen, so daß die Wände feucht bleiben. Die Salze lassen sich bei den üblichen elektroosmotischen Verfahren nicht aus dem Mauerwerk entfernen.
2. Die Geschwindigkeit einer elektroosmotischen Trocknung ist bei vorgegebener Spannung dem elektrokinetischen Potential proportional. Dieses Potential wird mit zunehmendem Elektrolytgehalt, d. h. mit zunehmendem Gehalt an löslichen Salzen kleiner.
3. Die Anionen- insbesondere Chlorid- und Sulfationen - wandern zur Anode, werden dort angereichert und verursachen eine starke Korrosion der Elektroden.

Werden die Elektroden im Mauerwerk einzementiert und Spannungen angelegt, die ausreichend sind, an der Anode elementares Chlor abzuscheiden, so diffundiert das Chlor ins Mauerwerk und bildet mit den dort vorhandenen Calciumsalzen Calciumchlorid und Calciumhypochlorid. Die Anionen dieser Salze wandern wieder zur Anode. Es bildet sich ein Kreislauf aus, der u. a. zur Folge hat, daß die Umgebung der als Anode geschalteten Elektroden ständig feucht ist durch die hygroskopische Wirkung des Calciumchlorids.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zur elektroosmotischen Trocknung von Mauerwerk, das auch dann anwendbar ist, wenn das Mauerwerk relativ große Mengen an löslichen Salzen enthält.

#### Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einem Arbeitsgang lösliche Salze aus dem Mauerwerk zu entfernen und das Mauerwerk elektroosmotisch zu trocknen.

### Merkmale der Erfindung

Erfindungsgemäß wird das mit einer elektroosmotischen Anlage erreicht, deren Anoden aus einem korrosionsfesten Material, z. B. Graphit oder platiniierte Titanstäbe, bestehen. Die Anoden werden dabei so in das Mauerwerk eingebracht, daß sich unterhalb der Anoden ein Hohlraum befindet, der direkten Zugang zur Außenluft hat. Dieser Hohlraum wird nach unten durch eine flüssigkeitsundurchlässige Rinne begrenzt, die so geneigt ist, daß Flüssigkeit in dieser Rinne nach außen abfließen kann. Nach oben und zu den Seiten sind die Anoden in einen Zementmörtel eingebettet, der möglichst große Anteile an Calciumhydroxid oder Calciumkarbonat enthält. Die angelegte Spannung zwischen Erde und den im Mauerwerk befindlichen Anoden muß so groß sein, daß bei Anwesenheit von Chloriden im Mauerwerk elementares Chlor abgeschieden wird. Im Mauerwerk spielen sich folgende Vorgänge ab:

1. Durch den elektroosmotischen Effekt setzt eine Wasserströmung in Richtung Erde zur Katode ein.
2. Die Anionen der löslichen Salze wandern im elektrischen Feld zur Anode, werden dort entladen oder angereichert.

Die Chloridionen werden zu elementarem Chlor entladen, das durch den Hohlraum unterhalb der Anode in die Luft abfließen kann. Ein Teil der an der Anode angereicherten Chloridionen bildet mit den Calciumsalzen des die Anode einhüllenden Zementmörtels Calciumchlorid. Dieses Calciumchlorid ist stark hygroskopisch, zieht aus der Luft und dem umgebenen Mauerwerk Wasser an und fließt über die unterhalb der Anode angebrachten Rinne nach außen ab. Hier kann die Calciumchloridlösung mit geeigneten Gefäßen aufgefangen werden, um zu verhindern, daß sie wieder ins Mauerwerk gelangt.

Auf diese Weise kann der Gehalt an Chloridionen im Mauerwerk auf ein annehmbares Maß vermindert werden. Ist das Mauerwerk nahezu frei von Chloridionen und durch Elektroosmose getrocknet, so kann die Spannung auf Werte unterhalb der

Zersetzungsspannung von Wasser eingeregelt werden, um ein erneutes Aufsteigen von Wasser zu verhindern.

Dabei kann so verfahren werden, daß für die Trocknung und Entsalzung wiederverwendbare Elektroden, z. B. platinier- te Metallstäbe, benutzt werden, die nach abgeschlossener Trocknung und Entsalzung durch andere Elektroden ersetzt werden.

#### Ausführungsbeispiel

Es soll Mauerwerk eines Gebäudes trockengelegt werden, das mehrere Jahrzehnte aufsteigender Feuchtigkeit ausgesetzt war und das relativ große Anteile an Chloriden enthält.

Dazu werden in das Mauerwerk in einem Abstand von etwa 50 cm Graphitstäbe 1 so eingesetzt, wie es in der Figur dargestellt ist. Unterhalb der Graphitstäbe befindet sich ein Hohlraum 2, der nach unten durch eine flüssigkeitsundurchlässige Rinne 3 aus Kunststoff begrenzt wird. Seitlich und nach oben sind die Graphitstäbe 1 in eine 1 bis 2 cm dicke Schicht von Zementmörtel 4 eingebettet. Dieser Zementmörtel hat zweckmäßigerweise folgende Zusammensetzung:

10 % Zement, 10% Kies, 40% Kalk, 40 % Kalksteine.

Die Graphitstäbe 1 sind mit einer Isolation 5 versehen und an eine Gleichspannungsquelle 6 angeschlossen. Zwischen Erderstab 7 und Graphitelektroden 1 wird eine Spannung von etwa 15 V angelegt. Die Graphitelektroden 1 werden an den Pluspol angeschlossen. Nach 2 bis 3 Tagen ist an den Graphitstäben 1 Chlorigeruch wahrnehmbar, und bei hohen Chloridgehalten fließt an der Rinne 3 Calciumchloridlösung aus, die in einem Gefäß 8 aufgefangen wird. Nach 4 bis 6 Wochen ist das Mauerwerk durch Elektroosmose stark abgetrocknet und der größte Teil der Chloridionen aus dem Mauerwerk entfernt. Das äußert sich derart, daß an den Graphitstäben 1 kein Chlorigeruch mehr wahrnehmbar ist, daß keine Calciumchloridlösung ausfließt und die Stromstärke bei konstanter Spannung stark abgesunken ist. Jetzt werden das Gefäß 8

und die Rinne 3 entfernt, der Hohlraum 2 mit Zementmörtel verfüllt und eine Spannung von etwa 1 V angelegt. Wenn keine zusätzliche Horizontalsperrung durch Einziehen von Isoliermaterialien oder geeigneten Injektagen erfolgt, muß diese Sperrspannung von 1 V aufrecht erhalten werden um zu verhindern, daß erneut Feuchtigkeit aufsteigt.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur elektroosmotischen Trocknung von Mauerwerk bei gleichzeitiger Entfernung löslicher Salze aus dem Mauerwerk, gekennzeichnet dadurch, daß chlor- und säurebeständige Elektroden (1) mit Zementmörtel (4), der große Anteile von Calciumhydroxid oder Calciumkarbonat enthält, so in das Mauerwerk eingesetzt werden, daß sich unterhalb der Elektroden (1) ein Hohlraum (2) mit Verbindung zur Außenluft befindet, der durch eine flüssigkeitsundurchlässige Rinne (3) nach unten begrenzt wird, wobei zwischen den Elektroden (1) im Mauerwerk und der Erde eine Gleichspannung von etwa 2 bis 50 V so angelegt wird, daß die Elektroden (1) im Mauerwerk als Anoden geschaltet sind.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß für Trocknung und Entsalzung wiederverwendbare Elektroden (1) benutzt werden, die nach Abschluß der Trocknung und Entsalzung durch billigere und nicht so korrosionsfeste Elektroden (1) ersetzt werden

Hierzu 1 Seite Zeichnungen



