



Versuche zur Mauertrocknung durch Elektroosmose

von F. H. Wiltmann, S. Madra und C. Ferraris

ZUSAMMENFASSUNG

In der Praxis wird heute das Prinzip der Elektroosmose immer noch zum Trocknen von feuchtem Mauerwerk angewendet. Die damit erzielten Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig. Deshalb haben wir im Labor Messungen an Mauerelementen durchgeführt. Unter allen gewählten Messbedingungen war das Ergebnis negativ. An den Elementen des Mauerwerks d. h. dem Mörtel und dem Stein (gebrannter Ziegel und Naturstein), wurde ebenfalls der elektroosmotische Durchfluss bestimmt. Es zeigt sich, dass die Flussrichtungen im Mörtel und im Stein entgegengesetzt sind. An den Mauerelementen sowie an Mörtel und Steinproben wurde zusätzlich die kapillare Saugfähigkeit bestimmt. Zwei wichtige Folgerungen können aus den vorliegenden Ergebnissen gezogen werden: 1. Der elektroosmotische Durchfluss für einen einzelnen Ziegel ist klein wenn nicht gar vernachlässigbar im Vergleich zur kapillaren Saugfähigkeit. 2. Der durch Elektroosmose hervorgerufene Wassertransport im Mörtel und im Ziegel wird sich im Mauerwerk näherungsweise aufheben.

1. EINFÜHRUNG: ALLGEMEINES

Unter unseren Klimabedingungen ist es der Faktor Feuchtigkeit, der eine Minderung der Haltbarkeit der Bauwerke bestimmt. Wasser ist in allen Arten von Mauerwerk vorhanden. Wenn zwischen Fundamenten und Mauerwerk keine wirksame Wassersperre eingebaut wurde oder wenn sie beschädigt ist, steigt die Bodenfeuchtigkeit infolge Kapillarkapillarwirkung in die Mauer auf. Das Auftreten von Wasser in der Mauer kann aber auch noch durch andere Erscheinungen hervorgerufen werden, wie z. B. Kapillarkondensation, Luftfeuchtigkeit, Regen, usw.

Die stärkste Verwitterung aber zeigt sich nach mehreren Frost-Tauwechseln. Dieser Vorgang wirkt hochgradig zerstörend, sobald die Feuchtigkeit in der Mauer ein gewisses Niveau erreicht. Das Vorhandensein von Feuchtigkeit in den Mauern kann zudem noch folgende Probleme hervorrufen:

- Auftreten von Ausblühungen;
- Abreißen von Putz und Tapeten;
- Abblättern von Anstrichen;
- sehr starkes Nachlassen des Wärmeisoliationsvermögens;
- Erleichterung der Bildung von Mikroorganismen und Schimmelsatz, usw.

Von jeher war der Kampf gegen die Mauerwerksfeuchtigkeit ein bedeutendes Problem, das der Baufachmann zu meistern hatte, mit mühseligen Lösungen und teuer dazu.

Es bestehen eine ganze Reihe mehr oder weniger konventionellen Mauertrocknungsverfahren. Jenes, das auf den ersten Blick wegen seiner Einfachheit und Eleganz besonders besticht, ist zweifelsohne die Mauerentfeuchtung durch Elektroosmose [2] und was ihre Anwendung betrifft, so gibt es verschiedene Patente dazu.

2. DIE ELEKTROOSMOSE

Die elektrokinetischen Eigentümlichkeiten, die für alle kolloidalen Medien charakteristisch sind [3], basieren auf der Oberfläche kleiner Partikel vorhandener elektrischer Ladung. Die Elektroosmose ist ein Sonderfall unter den vier elektrokinetischen Erscheinungen: Elektroosmose, Elektrophorese, Strömungspotential und Fallpotential (Tafel I) [1]:

- Elektroosmose: die Anwendung eines Potentialunterschiedes führt zu einer Flüssigkeitsverlagerung (Abb. 1a) (Reuss 1807);
- Elektrophorese: die Anwendung eines Potentialunterschiedes führt zu einer Verlagerung der kolloidalen Partikel (Abb. 1b);
- Strömungspotential: die erzwungene Verlagerung einer Flüssigkeit erzeugt ein elektrisches Feld (Abb. 1c);
- Fallpotential: die erzwungene Verlagerung kolloidaler Partikel erzeugt ein elektrisches Feld (Abb. 1d).

Die Elektroosmose ist das einzige in Frage kommende Verfahren zur Trocknung von Mauerwerk. Die aufsteigende kapillare Feuchtigkeit kann ein Strömungspotential herbeiführen.

Eine Untersuchung dieser Eigentümlichkeiten erlaubt eine numerische Bestimmung des elektrokinetischen «Zeta»-Potentials. Eine praktische Anwendung der Elektroosmose gab es zuerst in der Bodenmechanik, was dann zur

Trockenlegung von Grundstücken führte. Versuche an Bauwerken wurden erst viel später durchgeführt.

Folgende Verfahren werden allgemein bei der Mauertrocknung durch Elektroosmose eingesetzt [4, 5, 6]:

Das Verfahren der passiven Elektroosmose:

Es arbeitet ohne von aussen zugeführten elektrischen Strom. Dieses Verfahren beruht auf dem Einsetzen von Metallelektroden in das Mauerwerk, wobei alle Elektroden mit einem Metallband verbunden und an eine Erdung angeschlossen werden und somit der elektrische Stromkreis Bauwerk - Erde geschlossen wird (Abb. 2).

Werden bei den Elektroden zwei verschiedene Metalle verwendet, wird bei der passiven Elektroosmose ein galvanisches Potential gebildet.

Das Verfahren der aktiven Elektroosmose:

Hierbei wird ein Gleichstrom in den Stromkreis Bauwerk - Erde eingeführt, um den Wasserablauf zu aktivieren (Abb. 3). Die Stromspannung kann zwischen 1 V und 40 V variieren.

Das Mischverfahren:

In diesem Falle wird zu Beginn der Behandlung [7] die aktive Elektroosmose eingesetzt und anschliessend, um einen reduzierten Feuchtigkeitsgehalt beizubehalten, das passive Verfahren.

Viele Unternehmer und Techniker haben dieses Verfahren unter den verschiedensten Umständen und einer Vielzahl von Varianten eingesetzt. Die Technologie ist durch die Art und Weise des Elektrodeneinsatzes sehr abwechslungsreich. Das ist systembedingt und hängt dazu von der Zusammensetzung des Mörtels an, in dem die Elektroden eingebettet werden. Hier ist deshalb auch der hauptsächlichste Unterschied zwischen den verschiedenen Patenten zu finden. Der Spezialmörtel ermöglicht einen guten elektrischen Kontakt zwischen Mauerwerk und Elektroden. Er muss deshalb eine sehr gute Leitfähigkeit und gleichzeitig eine depolarisierende Eigenschaft aufweisen und fernerhin die Elektroden vor Korrosionseinfluss schützen.

Jede Art Elektrode hat ihre eigene spezifische depolarisierende Mischung.

Tafel I. Die vier elektrokinetischen Prozesse [1].

	Ein elektrisches Potential induziert eine Verschiebung	Eine Verschiebung induziert ein elektrisches Potential
Flüssigkeitstransport	Elektroosmose (siehe Abb. 1a)	Strömungspotential (siehe Abb. 1c)
Partikeltransport	Elektrophorese (siehe Abb. 1b)	Fallpotential (siehe Abb. 1d)