

Anwendung von Elektrosmose gegen aufsteigende Mauerfeuchtigkeit

Autor(en): **Anderegg, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 39: **SIA-Heft, Nr. 7/1972: Schäden im Grundbau**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85317>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ren der SADE, die ganze Gruppe der staatlichen Aufsichtskommission und den Vorsteher des Wasserbaulabors in Padua: Die Anklage lautete: fahrlässige Tötung, Nichtbeachtung der öffentlichen Sicherheit, weil schuldhaft eine Überschwemmung erzeugt und weil unterlassen wurde, die Bevölkerung rechtzeitig zu evakuieren. Zu letzterem Punkt ist immerhin zu bemerken, dass Evakuierungsanordnungen getroffen wurden für Heimstätten in unmittelbarer Nähe des Sees.

Das erstinstanzliche Urteil folgte der Anklage in keiner Weise, weder in der Argumentation noch in den Schlussfolgerungen, noch im Urteil. In einer schriftlichen, eingehenden Begründung mit über mehr als 1000 Seiten wurden 8 der 11 Angeklagten freigesprochen, wesentlich aus der Überlegung heraus, dass die Überflutung unvorsehbar gewesen sei. Nur jene drei Herren, die in der Schlussphase noch an verantwortlicher Stelle beteiligt waren und die Evakuierung von Longarone nicht veranlassten, sollten bestraft werden.

Das zweitinstanzliche Gericht urteilte anders und verurteilte den Direktor der SADE sowie den Vertreter der staatlichen Oberaufsichtsbehörde (servizio dighe). Das Kassationsgericht in Rom als letzte Instanz kam in seinem Urteil vom 26. März 1971 wiederum zu einer juristisch anderen Auslegung. Sein Urteil aber betraf dieselben 2 Personen: der Ingenieur und Direktor der SADE erhielt 2 Jahre, der staatliche Chefbeamte 8 Monate unbedingt, die übrigen Angeklagten wurden freigesprochen. Der Prozess hat gezeigt, wie viel einerseits von dem vom Gericht eingeholten Gutachten,

d. h. von der Beurteilung durch Fachleute, abhängt, die aber auch nur Menschen sind mit ihren Vorzügen und Schwächen, ihren Kenntnissen und ihren Erfahrungen, und andererseits, wie sehr das Gesetz im konkreten Fall verschieden ausgelegt werden kann.

Zu Bedenken ist aber auch, was die Angeklagten während der Jahre der Prozessvorbereitung und der zwei Jahre dauernden Prozessführung durchgestanden haben an geistiger, seelischer und moralischer Belastung. Kein Wunder, dass am Tage vor dem Beginn des Prozesses einer der Angeklagten unter diesem Druck zusammenbrach und aus dem Leben schied.

Wie soll sich in Zukunft ein Ingenieur vor ähnlich schwierigen, nicht unbedingt ähnlich spektakulären Problemen verhalten? Dies ist wohl die Frage, die sich jeder selbst zu stellen und gemäss seinem eigenen Temperament und Urteilsvermögen zu beantworten hat.

Literaturverzeichnis

- [1] Müller, Leopold: The Rock Slide in the Vajont Valley. «Felsmechanik und Ingenieurgeologie» 1964, Vol II/3—4, S. 148—212. Diese Veröffentlichung enthält einen sehr umfangreichen Literaturnachweis
- [2] Müller, Leopold: New Considerations on the Vajont Slide. «Felsmechanik und Ingenieurgeologie» 1968, Vol. VI/1—2, S. 1—91. Ebenfalls mit ausführlichem Literaturverzeichnis
- [3] Weber, Eugen: Die Katastrophe von Vajont in Oberitalien. «Energie- und Wasserwirtschaft» 56 (1964) H. 2/3, S. 61—69

Adresse des Verfassers: Prof. Gerold Schnitter, dipl. Bauing. ETH, Erbstrasse 14, 8700 Küsnacht

Anwendung von Elektrosmose gegen aufsteigende Mauerfeuchtigkeit

Von Max Anderegg, Goldach

DK 699.82:624.138.5

Ursachen der Mauerfeuchtigkeit

Im folgenden wird nur die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit behandelt. Unberücksichtigt bleiben daher die weiteren Ursachen von Mauerfeuchtigkeit, nämlich die Baufeuchte infolge überschüssigen Anmachwassers im Mörtel oder Beton, Schäden und Mängel an Dach und Installationen, Konstruktionsfehler, Einwirkungen von Schlagregen und Kondensation von Luftfeuchtigkeit, obwohl uns die Folgen auch dieser Ursachen auf Schritt und Tritt begegnen.

Die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit hat ihre Hauptursache in der Kapillarwirkung der Mauerwerkporen und der elektrosmotischen Flüssigkeitsbewegung, wodurch das Was-

ser in der Mauer mehrere Meter hoch steigen kann. Das Wasser steigt so hoch, bis die an der Maueroberfläche verdunstende Wassermenge mit der aufsteigenden Wassermenge in einem Gleichgewicht steht. Die mittlere Steighöhe der Mauerfeuchtigkeit liegt bei 1 bis 2 m über dem Boden. Wird die Verdunstung teilweise oder gänzlich behindert, so steigt die Feuchtigkeit entsprechend höher. Grössere Poren, welche die kapillaren Kanäle unterbrechen, können durch Dampfdiffusion überwunden werden.

Untersuchungen im In- und Ausland, so besonders auch in der UdSSR, Ungarn, der Tschechoslowakei und in Deutschland haben weitere wichtige Erkenntnisse gebracht. Es wurde festgestellt, dass die Gefahr der Durchfeuchtung von Mauern in den letzten Jahrzehnten in steigendem Masse angewachsen ist. Dies kann nur durch die Veränderung verschiedener Umweltbedingungen erklärt werden. Es änderte sich die chemische Zusammensetzung des Bodenwassers und der Luft; aber auch die zunehmende Elektrifizierung blieb nicht ohne Einfluss, und es wird sogar vermutet, dass auch die Radiowellen dabei einen Einfluss haben könnten.

Neubau/Altbau

Im Neubau wird heute als Schutz gegen aufsteigende Bodenfeuchte ins Fundament und/oder auch knapp über Boden eine wasserdichte Horizontalisolierung neben der senkrechten Sperrschicht (Schutzanstrich) eingebaut. Wird dabei genügend sorgfältig vorgegangen, so wird dieser Schutz auf Lebensdauer des Bauwerkes ausreichen (Bild 1).

Bei Altbauten ist die ursprüngliche Horizontalisolierung oft zerstört, oder es besteht — namentlich bei sehr alten Bauwerken — überhaupt keine Abdichtung.

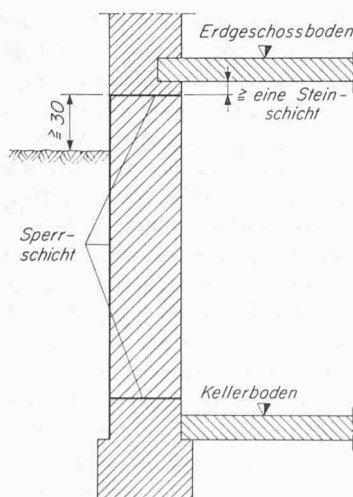


Bild 1. Sperrschichten bei unterkellerten Bauten nach Karl Lufsky, Berlin)

Schäden infolge Mauerfeuchtigkeit

Die durch Mauerfeuchtigkeit verursachten Schäden sind mannigfaltig; sie treten zumeist kombiniert auf und bedingen einander.

Schäden ästhetischer und bautechnischer Art umfassen das hässliche Aussehen, die Fleckenbildung infolge von Pilzen, Frostschäden, Absanden und Krustenbildung, Ausblühungen, kristalline Sprengungen, Gefährdung der Standfestigkeit, Verminderung der Wärmedämmung sowie Holzschäden infolge Hausschwamm und Fäulnis.

Die Folgen hygienischer und gesundheitlicher Art sind unwohnliches Raumklima, Schimmelbildung, Krankheiten.

Zu den Folgeschäden zählen die Kosten für die Beseitigung der Feuchtigkeit, insbesondere der gewaltige Aufwand, der jährlich für untaugliche Methoden gegen Mauerfeuchtigkeit erbracht wird, womit teils gar nichts erreicht, teils sogar der Zustand verschlimmert wird. So schreibt A. Kieslinger [1]: «... je besser die chemisch-physikalische Sperrwirkung solcher Präparate (wasserdichte Anstriche, dichtmachende Mörtelzusätze, verkieselnde Chemikalien usw.) ist, desto verheerender ist die Auswirkung ihrer Anwendung am falschen Platz...»

Messmethoden

Die in der Mauer vorkommenden Baustoffe enthalten eine gewisse Wassermenge, die im Gleichgewicht zur umgebenden Luft steht. Diese «Gleichgewichtsfeuchte» ist Schwankungen unterworfen, die vor allem von Klima und Wetter, aber auch von der Art und Benutzung der Räume, von Beheizung und Lüftung abhängig sind. Der «normale» Feuchtigkeitsgehalt von Mauern, bei dessen Überschreiten Schäden zu erwarten sind, ist nicht einheitlich definiert und liegt nach verschiedenen Autoren zwischen 2 und 5 Gewichtsprozenten.

Zur Ermittlung der Mauerfeuchtigkeit kommen in der Praxis zwei zuverlässige Messverfahren in Betracht:

1. Die Darrprobe: Dabei wird aus der Mauer eine Bohrprobe entnommen und luftdicht verpackt. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes erfolgt im Laboratorium durch Abwägen, Trocknen und abermaliges Wägen.
2. Die Karbidmethode: Das CM-Gerät ermöglicht es, an Ort und Stelle die Feuchtigkeits-Gewichtsprozente zu ermitteln.

Als weitere Messung ist zu erwähnen:

3. Zum Nachweis des Erfolges einer Trockenlegung schliesslich gibt die Messung des Ohmschen Widerstandes zwischen eingebauten Mauerelektroden (Prüfsonden) ein Bild über die Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes. Gewöhnliches Mauerwerk ist in trockenem Zustand ein schlechter elektrischer Leiter, die Leitfähigkeit steigt mit zunehmendem Wassergehalt.

Physikalische, insbesondere elektrokinetische Vorgänge im Mauerwerk

Ursachen der Mauerfeuchtigkeit sind sowohl Wasser (Grundwasser, Bodenfeuchtigkeit usw.) wie auch Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit). An den Wasserbewegungen in der Mauer sind verschiedene Kräfte beteiligt: Gravitationskraft, Adsorptions- und Osmosekräfte, Kapillarkräfte, elektroosmotische und iontophoretische Kräfte. Die Mauerfeuchtigkeit hängt vom Zusammenspiel dieser Kräfte (im Boden wie in der Mauer selbst) ab. Als Randbedingungen treten auf: Kapillarität des Mauerwerks und des Bodens, Adsorptionsfähigkeit der Porenwände, Lage des Grundwasserspiegels.

Ist die Mauer infolge bestimmter Salzanreicherungen hygroscopisch, so saugt sie das Wasser aus dem Boden und aus der Luft an. An der Maueroberfläche bilden sich Krusten, die von Zeit zu Zeit abblättern und wieder neu entstehen. Es kommt

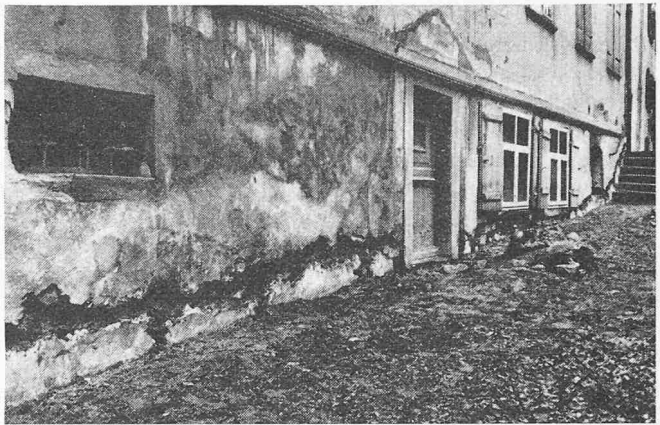


Bild 2. Mauerwerk mit starker Durchnässung. Aufnahme während des Einbaues der Elektroosmose-Entfeuchtungsanlage. Vergleiche auch Bild 8

zu einem gewissen Rhythmus dieser Vorgänge. Diese Entwicklung strebt der völligen Zerstörung des Mauerwerkes zu.

Das Wasser im Boden wie auch in den Mauerporen enthält immer etwas gelöste Salze und ist deshalb ein Elektrolyt. Sowohl der Boden wie auch die Mauer wirken zum Teil als Membrane, oft als selektive Membrane. Als Folge davon tritt Osmose ein, die die Konzentrationsunterschiede auszugleichen sucht. Als Folge der Wasserbewegungen entstehen Strömungspotentiale und die diesen entsprechenden elektrischen Felder. Eine Folge der Diffusions- und Membranpotentialfelder ist die Elektroosmose.

Im folgenden soll versucht werden, einzelne der genannten Erscheinungen etwas näher zu erläutern.

Die kapillare Steighöhe

In den Kapillaren steigt das Wasser – entgegen der Schwerkraft –, bis sich zwischen Kapillarkräften und Schwerkraft ein Gleichgewicht einstellt. Die Kapillarkräfte haben ihre Ursache in der Oberflächenspannung des Wassers. Die Steighöhe h lässt sich nach der folgenden, vereinfachten Formel berechnen:

$$h = \frac{2 \delta \cos \beta}{\rho r g}$$

Hierin bedeuten

δ = Oberflächenspannung des Wassers

β = Randwinkel zwischen Flüssigkeitsoberfläche und Porenwand

$2r$ = Durchmesser der Pore

ρ = Dichte des Wassers

g = Erdbeschleunigung

Die kapillare Steighöhe ist demnach direkt proportional der Oberflächenspannung und umgekehrt proportional dem Durchmesser der am Aufsteigen des Wassers beteiligten Poren. Je kleiner die Poren sind, desto grösser ist die Steighöhe.

Unter der Annahme, dass es in der Mauer keine Verdunstung gibt und die Kapillaren lang genug sind, berechnet sich für Wasser mit der Dichte $\rho = 1$ und einer Oberflächenspannung $\delta = 0,0765$ g/cm aus der vorstehenden Formel die Steighöhe für den Fall, dass $\beta = 0$ und damit $\cos \beta = 1$ wird:

$$h = \frac{0,153}{r} \text{ (cm)}$$

Das bedeutet bei Ziegelmauerwerk mit einem Porendurchmesser $2r = 0,01$ bis $0,02$ mm eine Steighöhe von

$$h = 0,76 \text{ bis } 1,53 \text{ (m)}$$

Die Steighöhe hängt aber nicht nur vom Durchmesser der Poren, sondern auch von der Geschwindigkeit ab, mit der das Wasser nach oben in die Verdunstungszone steigen kann. Die Steiggeschwindigkeit wiederum ist abhängig von der Viskosität, Temperatur und Oberflächenspannung der Flüssigkeit. Während sich die Oberflächenspannung im Bereich der praktisch vorkommenden Temperaturen kaum ändert, nimmt die Viskosität mit steigender Temperatur ab, das heisst, die Flüssigkeit wird leichter beweglich. Dadurch erhöht sich die Steiggeschwindigkeit bei einer Erwärmung um 30°C auf das Doppelte. Mit steigender Salzkonzentration vergrössert sich die Oberflächenspannung, und die Zähigkeit nimmt zu. Besonders stark wirken sich hier organische Stoffe aus. Enthält das Wasser organische Stoffe, so bewegt es sich schneller und steigt höher.

Nicht alle Poren gestatten dem Wasser den ungehinderten Durchtritt. Mindestens 15 bis 30% der Poren sind so eng, dass sie nur sogenanntes Haftwasser aufnehmen können. Dieses Haftwasser besitzt eine grössere Zähigkeit und fliesst daher langsamer als das freie Wasser. In grösseren Poren bildet es einen nur schwer beweglichen Oberflächenfilm.

Das aus dem Boden aufsteigende Wasser führt meist gelöste Salze, es kann auch Kohlensäure und Schwefelsäure aus der Luft aufnehmen, welche nun ihrerseits lösend auf Bestandteile der Mauer einwirken. Die gelösten Salze werden mit dem Wasser zur Maueroberfläche transportiert und kristallisieren dort beim Verdunsten des Wassers aus. Es kommt zu den Ausblühungen auf der Maueroberfläche. Aber auch im Mauerinnern, in der Verdunstungszone (Obergrenze der Feuchtigkeit) sammeln sich wasserlösliche Salze an, und es entstehen Konzentrationsunterschiede in der Salzlösung zwischen dem oberen und dem unteren Teil der Mauer wie auch zwischen Mauer und Boden. Das setzt die Osmose in Gang, welche die Tendenz hat, die Unterschiede wieder auszugleichen. Gleichzeitig entsteht dabei ein elektrisches Feld.

Die Wände der Mauerporen können nur selten als elektrisch neutral betrachtet werden. Zwischen Porenoberfläche und dem Wasser besteht ein elektrischer Potentialunterschied, das sogenannte Zeta-Potential (ζ). Bei Berührung zweier Nichtleiter (Dielektriken) lädt derjenige mit der grösseren Dielektrizitätskonstante sich dem anderen gegenüber positiv auf.

Schon im Jahre 1809 wurde entdeckt, dass an der Grenzfläche zwischen einer Flüssigkeit und einer festen Wand unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes die Flüssigkeit gegenüber der Wand in Bewegung gerät. Diese Bewegungsvorgänge an elektrischen Nichtleitern wurden als *elektrokinetische Erscheinungen* bezeichnet. Die in diesem Zusammenhang besonders interessierende Erscheinung ist die Elektroosmose.

Elektroosmose

Unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes tritt eine Bewegung von Flüssigkeit gegen eine feste Wand auf. Man erklärt dies damit, dass sich an der Grenzfläche zwischen der festen Wand und der Flüssigkeit eine elektrische Doppelschicht ausbildet, die man als Kondensator betrachten kann. Während die eine Kondensatorplatte die feste Wand darstellt, also unbeweglich ist, bewegt sich die zweite Kondensatorplatte, die Grenzschicht der Flüssigkeit. Letztere trägt gewöhnlich eine positive Ladung und bewegt sich zum negativen Pol des äusseren Feldes.

Ausser der elektroosmotischen Wasserbewegung gibt es noch die *elektrolytische Wasserbewegung*. Wir finden meist eine Kombination beider Wasserbewegungen; bei niedriger Lösungskonzentration überwiegt die elektroosmotische, bei erhöhter Konzentration die elektrolytische Wasserbewegung.

Beim Aufsteigen des Wassers in den Kapillaren der Mauer (infolge der Kapillarkräfte) entstehen elektrische Felder, und diese verursachen nun wieder elektroosmotische und elektrolytische Wasserbewegungen, welche meistens gegen die Kapillarkräfte gerichtet sind, manchmal aber auch in Richtung der Kapillarkräfte wirken.

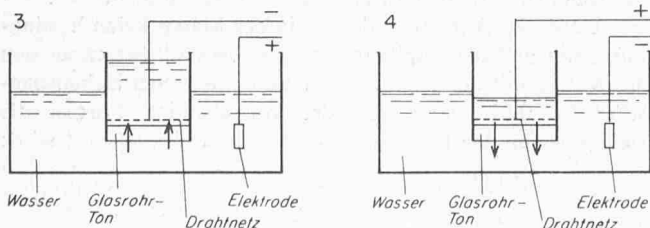
Diese elektrokinetischen Kräfte werden nun seit geraumer Zeit praktisch ausgenützt, um damit das Wasser aus feuchten Mauern nach unten zu verdrängen und dadurch eine Entfeuchtung und Austrocknung der Mauer zu erreichen. Damit eine solche Anlage zur elektroosmotischen Entfeuchtung den gewünschten Erfolg zeitigt, muss sie so angelegt werden, dass die elektrischen Felder dem Aufsteigen des Wassers entgegenwirken.

Prinzip des Elektroosmose-Verfahrens

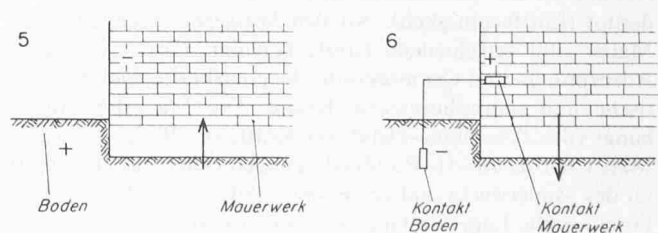
Im Experiment wird eine elektrische Spannung an einen mit Wasser gesättigten porösen Körper (zum Beispiel Backstein) angelegt, worauf sich das Wasser durch die Poren dieses Körpers in Richtung zur Kathode (-) bewegt. Diese Flüssigkeitswanderung durch poröse Stoffe wird Elektroosmose genannt.

Die Richtung der Wasserbewegung kann bestimmt und umgekehrt werden, indem das entsprechende Vorzeichen der Spannung angebracht bzw. umgekehrt wird. Bei Bild 3 steigt das Wasser durch den Tonpfropfen in Richtung zur Kathode. Bei Bild 4 wurde der Stromkreis gewechselt, und das Wasser bewegt sich durch den Tonpfropfen abwärts, wiederum in Richtung zur Kathode.

Analoge Vorgänge finden auch im feuchten Mauerwerk statt. Durch das kapillar aufsteigende Wasser in den engen Porengängen des Mauerwerks wird ein elektrisches Feld aufgebaut. Zwischen zwei Elektroden, die unter- und oberhalb einer feuchten Mauer angeordnet sind, tritt eine messbare elektrische Spannung auf. Diese führt zu Potentialdifferenzen,



Bilder 3 und 4. Elektroosmose im Experiment. In Bild 3 steigt das Wasser (gegen die Gravitation) in Richtung zur Kathode. In Bild 4 wurde der Stromkreis gewechselt, und das Wasser bewegt sich durch den Tonpfropfen abwärts, wiederum Richtung Kathode



Bilder 5 und 6. Elektroosmose im Mauerwerk. Die häufig anzutreffende Potentialdifferenz (Bild 5) zwischen Boden und Mauer bewirkt ein Aufsteigen des Wassers in der Mauer. Durch Kurzschluss Mauer—Boden (Bild 6) wird die Fliessrichtung des Wassers umgekehrt

welche mehrere 100 mV betragen können; im Maximum sind in der Praxis Potentiale bis zu 900 mV gemessen worden. Schon wenige mV genügen jedoch, um die Flüssigkeitswanderung in Richtung zur Anode zu verursachen. Bei Bild 5 ist der normale Feuchtigkeitsaufstieg im Mauerwerk veranschaulicht. Bei Bild 6 dagegen, wo der Stromkreis umgeschaltet worden ist, sinkt die Feuchtigkeit in der Mauer wieder ab.

Bei der heute allgemein verwendeten passiven elektroosmotischen Methode werden durch einen Leitungsgürtel, verbunden mit einem System von Erdungen, die zwei Zonen verschieden hoher Spannung kurzgeschlossen. Diese Umpolung schafft einen elektroosmotischen Impuls, der die Abwärtsbewegung des Wassers bewirkt.

Durchführung der elektroosmotischen Entfeuchtung

Das passive elektroosmotische Verfahren arbeitet ohne Fremdstrom (kein Anschluss an Stromnetz oder Batterie), sondern die im Mauerwerk vorhandenen Felder und das Strömungspotential werden kurzgeschlossen, wodurch dem Wassertransport nach oben entgegengewirkt wird und die natürliche Austrocknung des Mauerwerkes einsetzt.

Die Ausführungsformen variieren je nach den besonderen Verhältnissen (Grad der Durchfeuchtung, Mauerstärke, Baukonstruktion und Baumaterial, Bodenverhältnisse). Das Prinzip bleibt jedoch unverändert:

- In die Mauer werden Schlitze eingebracht, wodurch eine innige Verbindung des Leitungsgürtels mit dem Mauerwerk erreicht wird und von der Anlage nach dem Einbau, wenn die Schlitze wieder zugemauert sind, nichts mehr sichtbar bleibt.
- In den Horizontalschlitzten werden Mauersonden versetzt, durch eine Sammelleitung miteinander verbunden und mittels Bodenelektroden kurzgeschlossen. Bild 7 zeigt schematisch die Anordnung einer Anlage.

Für eine durchgreifende Sanierung ist der alte Verputz bis 50 cm über die Durchfeuchtungsgrenze und/oder Versalzungsgrenze abzuschlagen, mürber Mörtel ist auszukratzen und kranke Steine sind auszuwechseln.

Nach dem Einbau der Entfeuchtungsanlage ist mit dem neuen Verputz so lange zuzuwarten, bis das freigelegte Mauerwerk ausgetrocknet ist. Bevor neu verputzt wird, sollen neuerliche Ausblühungen infolge Verdunstung aus dem Mauerwerk nochmals abgebürstet bzw. abgewaschen werden. Elektrosmose-Anlagen sind nach dem Einbau nicht mehr sichtbar, sie stören also das Aussehen der Fassade nicht.

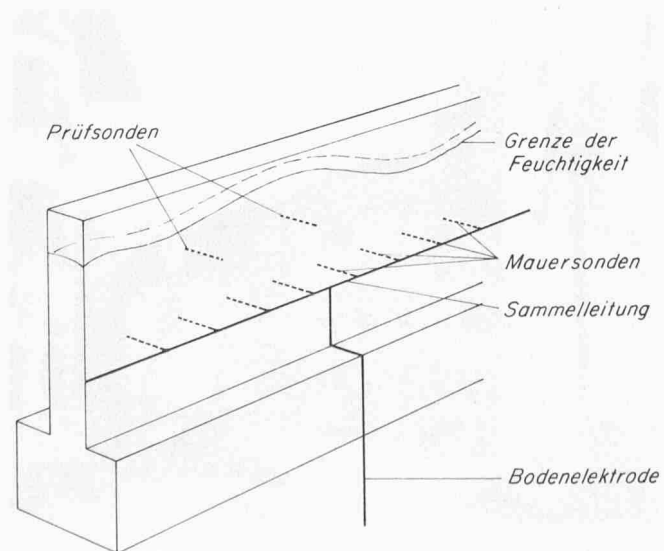


Bild 7. Schema einer pat. elektroosmotischen Entfeuchtungsanlage

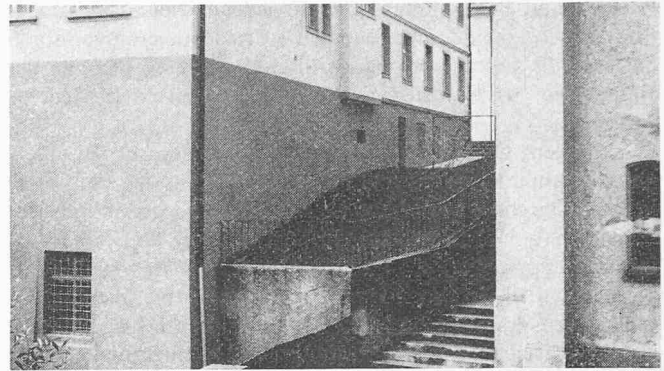
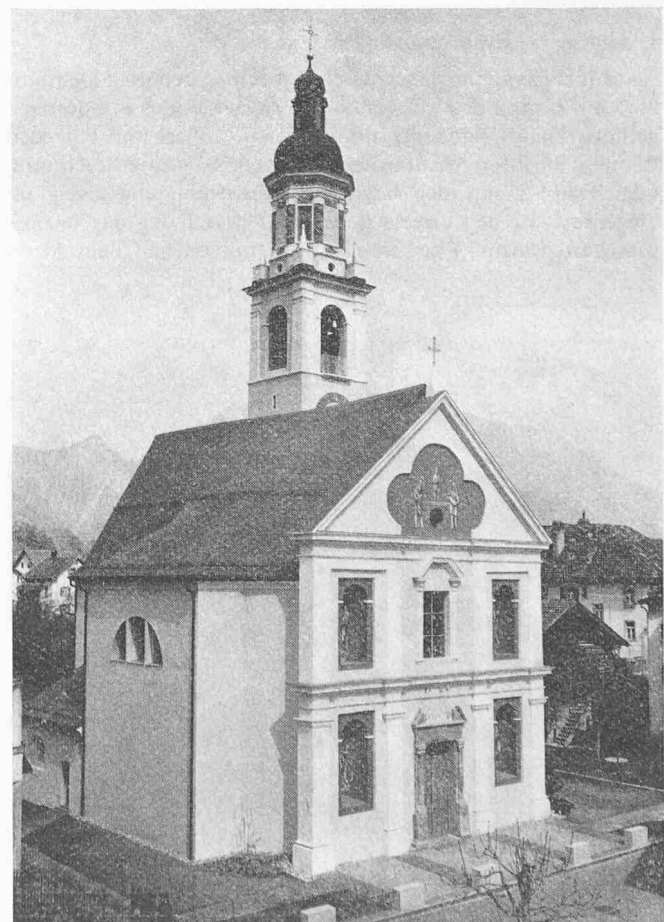


Bild 8. Gleiches Mauerwerk wie Bild 2, durch Elektrosmose saniert. Aufnahme zwölf Jahre nach durchgeführter Entfeuchtung

Elektrosmose im Ausland

Versuche, Forschungsarbeiten und praktische Ausführungen elektroosmotischer Mauerentfeuchtungen sind im Ausland ab etwa 1960 aufgenommen worden. Auf Grund des Schweizer Verfahrens wurden durch Lizenznehmer einige tausend Trockenlegungen in Österreich, Deutschland, Frankreich und Belgien ausgeführt. In Österreich wurde 1961 bis 1965 eine Forschungsarbeit des Österreichischen Instituts für Bauforschung Wien durchgeführt, welche zur Aufgabe hatte, die Verfahren zur Trockenlegung von Mauern, welche von aufsteigender Bodenfeuchtigkeit betroffen sind, zu durchleuchten. Die theoretischen und praktischen Untersuchungen dieses Instituts führten zu folgendem Schluss [2]: «Bei der

Bild 9. Kirche Rhäzüns, Elektrosmose-Mauerentfeuchtung durchgeführt 1968 (Foto C. Guler, Thusis)



Prüfung und Beurteilung der verschiedenen bei aufsteigender Bodenfeuchtigkeit angewendeten Trockenlegungsverfahren hat sich die elektroosmotische Mauerrocknung als eine der einfachsten, wirksamsten und dauerhaftesten Methoden erwiesen.»

In den Oststaaten hat die Elektrosmose besonders grosse Aufmerksamkeit und Anwendung gefunden, vor allem in der Tschechoslowakei, wo im Auftrag des Ministeriums für Bauwesen am Bauforschungsinstitut in Prag seit 1965 eine intensive Forschung auf dem Gebiet der Mauerfeuchtigkeit betrieben wird. Insbesondere versucht man dort, die elektrokinetischen Vorgänge im Mauerwerk zu klären. Ungefähr seit 1960 hat sich die elektroosmotische Entfeuchtung in der Tschechoslowakei lawinenartig verbreitet, und man schätzt, dass dort heute mehr als 10000 Anlagen stehen. In der DDR wird seit mehreren Jahren die Mauerentfeuchtung durch Elektrosmose angewandt. Dr. Ing. *Heinrich Rieck* hatte seine Doktorarbeit über Elektrosmose geschrieben. Durch Gesetz sind in der DDR zwei Ausführungsformen des passiven Verfahrens zwingend vorgeschrieben. In Ungarn wurde das Verfahren abgewandelt, wobei eigentliche Elektrodengitter (Sperrgitter) verwendet werden. In Russland wurden Forschungsarbeiten durch *Matvejev* durchgeführt.

... und in der Schweiz

Die Anwendung der Elektrosmose zur Entfeuchtung und Trockenlegung von Mauerwerk geht zurück auf ein Patent, das 1940 dem Schweizer *Paul Ernst* erteilt wurde. Neuere Forschungen und Weiterentwicklungen durch den Schweizer *Jakob Traber* führten im In- und Ausland zu weiteren Patenten und Schutzrechten, welche eine eigentliche Renaissance des Verfahrens brachten.

In der Schweiz bestehen weit über 1000 Elektrosmose-Anlagen, die sich seit Jahren und Jahrzehnten einwandfrei bewährt haben.

Der vorstehende Aufsatz beruht auf Informationen der EURAFEM Europäische Arbeitsgemeinschaft für Erhaltung und Sanierung von Mauerwerk.

Literaturverzeichnis

- [1] *Kieslinger A*: Feuchtigkeitsschäden an Bauwerken. «Zement und Beton» 9 (1957) 1
- [2] Mitteilungen des Österreichischen Instituts für Bauforschung H. 3/4, November 1963

Adresse des Verfassers: *Max Anderegg*, Tübacherstrasse 13, 9403 Goldach

Flurbereinigungen in Südbayern

DK 626.8 : 352.91

In zweijährigem Turnus führt die Fachgruppe der Kulturingenieure im SIA jeweils eine Exkursion ins Ausland durch. Ziel der diesjährigen Exkursion war Südbayern mit seinen meliorationstechnischen Problemen. Einige Reiseindrücke sollen in diesem Bericht kurz zusammengefasst werden.

1. Allgemeine Rechtsgrundlagen

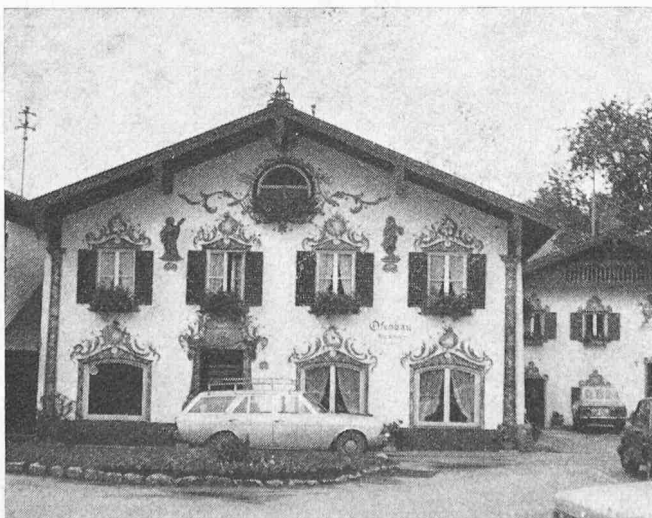
Flurbereinigungen werden in der Bundesrepublik Deutschland auf Grund des Flurbereinigungs-gesetzes des Bundes ausgeführt. Dieses Bundesgesetz ist sehr detailliert und lässt den Ländern in ihrer Ausführungsgesetzgebung wenig Spielraum. Gleichwohl kennt das bayrische Flurbereinigungs-gesetz im Gegensatz zu den Gesetzen der andern Länder das Genossenschaftsprinzip. Flurbereinigungen unterstehen dem Mini-

sterium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, wo der Abt. Flurbereinigung sieben Direktionen untergeordnet sind.

2. Gründe für Flurbereinigungen

Flurbereinigungen haben drei verschiedene Hauptaufgaben zu erfüllen. Dabei ist eine Verschiebung der Gewichte von der ersten über die zweite zur dritten zu erkennen:

1. Durch die Flurbereinigung soll die landwirtschaftliche Produktion gesteigert und sollen die Produktionskosten gesenkt werden. Dieses war das Hauptargument in den agrarischen Kerngebieten zu einer Zeit, als es galt, die Produktivität der Landwirtschaft zu steigern.
2. Durch die Flurbereinigung sind günstige Voraussetzungen zur Schaffung einer allseits befriedigenden Infrastruktur



Bilder 1 und 2. In vielen Gemeinden haben die Bauern nach der Flurbereinigung ihre Wohnhäuser und Ökonomiegebäude renoviert. Sehr schön bemalte Fassaden sahen wir in Neubeuern, Landkreis Rosenheim