



Feuchte im Bauwerk

Ein Leitfaden zur Schadensvermeidung

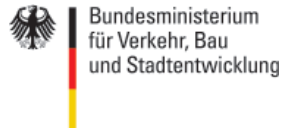


Initiative
kostengünstig
qualitätsbewusst
Bauen
umweltgerecht
innovativ
bezahlbar

Impressum

Herausgeber:

Kompetenzzentrum „Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen“ im



IEMB

Institut für Erhaltung und Modernisierung
von Bauwerken e.V. an der TU Berlin

Salzufer 14

10587 Berlin

Telefon: 030/39921-888

Telefax: 030/39921-889

E-mail: kompetenz@iemb.de

www.kompetenzzentrum-iemb.de



Geschäftsstelle

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Geschäftsstelle

Initiative „Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen“

Deichmanns Aue 31 – 37

53179 Bonn

E-mail: guenstig.bauen@bbr.bund.de

www.bbr.bund.de



Grafik

Institut für Erhaltung und Modernisierung

von Bauwerken e.V. an der TU Berlin, Berlin

Druck

Jäger Medienzentrum, Berlin

Dieser Bericht soll dem breiten Kreis der Wohngebäude- und Wohnungseigentümer Informationen, Tipps und Anregungen geben. Es will und kann Gesetzestexte nicht ersetzen. Bei Rechtsfragen sollten daher immer die zuständigen Behörden oder die allgemein zur Rechtsauskunft befugten Stellen befragt werden. Dort können Sie z.B. auch Ausführungsbestimmungen erfahren, die nicht immer alle dargestellt werden können und die häufig von Bundesland zu Bundesland verschieden sind.

Alle Rechte vorbehalten

Feuchte im Bauwerk

Ein Leitfaden zur Schadensvermeidung

Bearbeitung:

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Andreas Rietz, Architekt BDB

Wissenschaftliche Mitarbeit:

Dipl.-Ing. Claus Asam

Dipl.-Ing. Heidemarie Schütz

Prof. Dr.-Ing. Frank Ulrich Vogdt

Mitarbeit:

Architekt M.A. Alexander Fahro

Doris Meyer

u.a.



Injektionsverfahren

Über Injektionsverfahren wurden in den letzten Jahren – unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse – ausgiebige Erfahrungen gesammelt, die die Erfolgsquote einer nachträglichen dauerhaften Abdichtung deutlich verbessert haben. Diese Erfolge und die Kostenreduzierung der Injektionsprodukte bescherten den Injektionsverfahren nach [12] einen Marktanteil von 70 %. Dies sollte jedoch nicht von der Tatsache ablenken, dass Injektionsverfahren einen sehr hohen Wissen- und Erfahrungsanspruch an den Planenden und Ausführenden stellen. Von Lockangeboten, die die Anwendung von Injektionsprodukten durch den Laien in

Aussicht stellen, wird daher dringend abgeraten. Nur bei sachkundiger Planung und Ausführung kann die Wirksamkeit von Injektionssperren an die Dauerhaftigkeit von z.B. mechanischen Sperren herankommen.

Funktion

Bei Injektionsverfahren wird eine Flüssigkeit über Bohrlöcher – drucklos oder mit Überdruck – in die Wand injiziert. Die Flüssigkeit muss sich über den kompletten Querschnitt verteilen und eine durchgehende Sperrschicht ausbilden. Das Wirkprinzip der Sperrschicht ist unterschiedlich und basiert auf den Komponenten des Injektionsprodukts. Die Produkte, die am Markt angeboten



werden sind vielfältig und deshalb oftmals auch für den Fachmann schwer zu überblicken. Dies liegt auch daran, dass viele Hersteller über Inhalt und Wirkprinzip ihrer Produkte wenig



Bild 4.9: Verstopfung der Kapillaren



Bild 4.10: Verengung der Kapillaren



Bild 4.11: Hydrophobierung der Kapillaren

Information preisgeben. Die Bilder 4.9 bis 4.11 stellen die grundlegenden Wirkmechanismen der Injektionsprodukte dar:

1. Verstopfung der Kapillarporen

Dieser Wirkmechanismus zielt darauf ab, durch die Injektion die Poren zu füllen und dadurch den kapillaren Feuchtetransport zu unterbinden. Die 100-prozentige Verstopfung der Poren ist in der Praxis nur schwer zu erreichen. Einige Poren können ggf. nicht vollständig verstopft, sondern nur verengt werden.

2. Verengung der Kapillarporen

Dieser Mechanismus basiert auf der gezielten Verengung der Kapillarporen, bei der die Sauggeschwindigkeit soweit reduziert wird, dass von einem unterbrochenen Feuchtetransport gesprochen werden kann. Theoretisch kann aber auch durch die Verengung der Poren die kapillare Steighöhe zunehmen. Deshalb werden porenverengende Injektionen in der Praxis mit hydrophobierenden (wasserabweisenden) Substanzen kombiniert, um diesen Effekt auszuschließen.

3. Hydrophobierung der Kapillarporen

Der dritte Mechanismus ist die reine Hydrophobierung der Poren. Dabei kleidet die Injektionsflüssigkeit die Poren aus und bildet einen Film mit erhöhter Oberflächenspannung auf deren Oberfläche, so dass ein wasserabweisender Effekt erzielt wird.

Viele derzeit zu Anwendung kommenden Injektionsverfahren kombinieren die drei grundlegenden Wirkmechanismen.

Tabelle 4.1 auf der folgenden Seite gibt einen Überblick über die derzeit angewendeten Injektionsverfahren. Dabei fällt auf, dass einige Verfahren mehrstufig sind, um je nach Wandaufbau und Baustoff den gewünschten Effekt zu erzielen. Um den Injektionserfolg zu erhöhen und die Menge des Injektionsmittels zu reduzieren, werden vor der Wirkstoffinjektion mit mineralischem Feinmörtel oder Zementsus-

pension evtl. Risse und große Hohlräume, wie sie z.B. in Bruchsteinmauerwerk auftauchen können, verfüllt.

Die Art und der Zustand der Wand bestimmt die Wirksamkeit des Injektionsverfahrens. Entscheidende Größen sind der Feuchtegehalt der Wand – also die Wassersättigung der Kapillarporen –, die Dicke des Mauerwerks und evtl. eingelagerte Salze, etc. Diese Randbedingungen müssen für die Entscheidung des geeigneten Injektionsverfahrens von erfahrenen Fachplanern festgestellt werden. Nur so entsteht mit hoher Wahrscheinlichkeit eine wirksame und dauerhafte Trockenlegung.

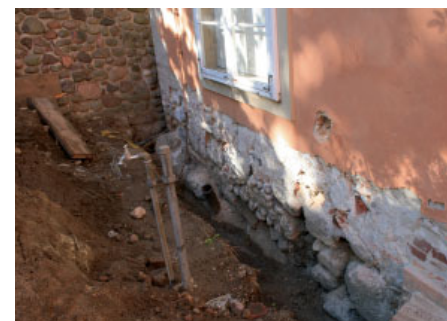


Bild 4.12: Vorbereitung einer Wand für das Injektionsverfahren – Entfernung der losen Stellen

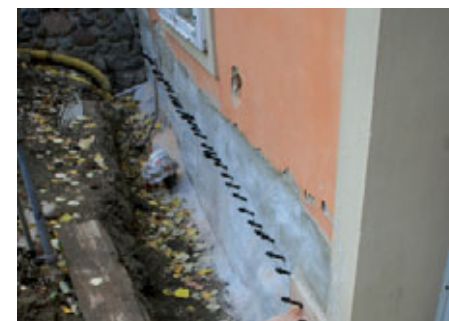


Bild 4.13: Verfüllung von Hohlstellen mit Zementmörtel und Setzen von Injektionsventilen



Bild 4.14: Druckinjektion: Ansetzen eines Injektionsschlauchs an die Ventile



Bild 4.15: Einbringen einer schützenden Dichtschlämme nach Entfernung der Injektionsventile



Komponenten	Wirkprinzip	Eigenschaften
Organische Harze	Porenverstopfung und Hydrophobierung	Harze können in reiner oder gelöster Form injiziert werden. Harze bestehen meist aus einem Zweikomponenten-Wirksystem und härten chemisch aus. Bei der Verwendung besteht die Kunst, die Erstarrungszeit so zu wählen, dass bei der Injektion genügend Zeit für die vollflächige Verteilung bleibt. Harze sind nur bedingt bei stark durchfeuchtetem Mauerwerk geeignet. Eingesetzt werden Epoxidharze, Polyurethanharze, Polyesterharze, Acrylharze, Polymethylmethacrylate (für vertikale Schleierinjektion) und Kombinationen verschiedener Harze.
Silikatlösung <small>früher wurden vorwiegend Natrium-, heute Kaliumsilikate eingesetzt</small>	Porenverengung	Die Lösungen sind als Wasserglas bekannt und werden seit Jahrzehnten zur Injektion eingesetzt. Silikate sind Salze der Kieselsäure. Die Silikate werden als wässrige Lösung injiziert. Nach der Injektion bildet sich ein Kieselgel. Dadurch werden die Poren verengt. Der Vorteil der Wirkkomponente ist die Wasserlöslichkeit. Dadurch lässt sie sich gut injizieren. Nachteil: Für die Reaktion muss Kohlenstoffdioxid (CO ₂ aus der Luft) vorhanden sein. Aus diesem Grund ist nur eine begrenzte Mauerwerksdicke behandelbar. Außerdem entsteht durch die CO ₂ -Reaktion als Nebenprodukt ein bauschädliches Salz, was zur erneuten Durchfeuchtung führen kann. Weiterhin führt die Verdunstung des Lösungswassers nach einiger Zeit zum Schrumpfen der Kapillarverengung. Dadurch können neue Kapillarwege entstehen, die das kapillare Saugen wieder fördern.
Methylsiliconatlösung	Hydrophobierung	Als Ausgangsprodukt wird heute überwiegend Kaliumsalz eingesetzt. Die Produkte reagieren ähnlich wie die o.g. Silikate unter CO ₂ -Aufnahme. Dadurch ist die Injektionstiefe ebenfalls begrenzt (max. 50 cm). Als Reaktionsprodukt entsteht Polymethylkieselsäure, die hydrophobierend wirkt. Als Nebenprodukt entsteht ebenfalls ein bauschädliches Salz.
Kombination aus Silikat- und Methylsiliconatlösung	Porenverengung und Hydrophobierung	Die Kombination beider Komponenten zeigt eine gute Wirksamkeit. Die Porenverengung durch die Silikatkomponente, die mit der Zeit nachlässt, wird mit der Hydrophobierung der Methylsiliconatkomponente ergänzt. Als Nachteil bleibt ein bauschädliches Salz als Nebenprodukt und die CO ₂ -Abhängigkeit der Reaktion.
Propylsiliconatlösung	Porenverengung und Hydrophobierung	Werden statt Methyl- Propylsiliconate eingesetzt entfällt der Nachteil der CO ₂ -Abhängigkeit bei der Reaktion. Dadurch können auch dickere Wände injiziert werden. Nachteilig ist jedoch die schnelle Reaktionszeit, so dass die flächige Injektion problematisch wird. In der Praxis wurden deshalb die Kombinationen aus Silikat-, Methylsiliconat- und Propylsiliconat-Wirkstoffen angewendet. Das bauschädliche Salz als Nebenprodukt bleibt.

Komponenten	Wirkprinzip	Eigenschaften
Silane / Siloxane (Lösungen)	Hydrophobierung	Die Wirkstoffe besitzen gutes Eindringvermögen, auch in stark durch feuchtetes Mauerwerk. Nachteil: Die Komponenten müssen in Lösemittel aufgelöst injiziert werden. Folgen sind hohe Geruchsbelästigung, Gesundheits- und Umweltbelastung (circa 80 % Lösemittel, die nach der Injektage verdampfen).
Siliconmikroemulsion <small>Emulsion: Gemisch aus Öl, Wasser und Emulgator. Der Emulgator sorgt dafür, dass Wasser und Öl in Form von Mikrotröpfchen zusammenbleiben.</small>	Hydrophobierung	Die Technologie ist relativ neu (90er Jahre). Die Komponenten sind zu 100% Wirkstoffe. Es werden spezielle Silikonrohstoffe verwendet. Auch der Emulgator wird zum Wirkstoff. Sehr gutes Injektionsvermögen auch in stark durchfeuchtetem Mauerwerk. Keine Gesundheits- und Umweltgefährdung durch Lösemittel, da Wasser als Mischkomponente verwendet wird.
Bitumen als Schmelze, Emulsion oder Lösung	Porenverstopfung	Reines Bitumen wird im geschmolzenen Zustand eingebracht. Emulsion und Lösungen sind in Lösemitteln gebunden. Es besteht große Unsicherheit über das Eindringvermögen und eine vollflächige Injektion. Bei Sichtmauerwerk kann die starke Verunreinigung der Oberflächen störend wirken.
Paraffinschmelze	Porenverstopfung	Wie bei Reinbitumen wird Paraffin im geschmolzenen Zustand injiziert. Dazu muss auch das Mauerwerk auf 60-80°C aufgeheizt werden. Eine Vortrocknung des Mauerwerks verbessert das Eindringvermögen. Gelingt eine vollflächige Injektion, stellt Paraffin eine sehr dauerhafte Lösung dar.

Tabelle 4.1: Übersicht über derzeit angewendete Injektionsverfahren [12], [13]

Mechanische Verfahren

Die Abdichtung wird bei allen mechanischen Verfahren durch eine Dichtung aus Edelstahlblech oder Bitumen- bzw. Kunststoffbahnen gebildet. Diese Abdichtungen werden in einen vorher herzustellenden Hohlraum eingebracht. **Dadurch bieten die mechanischen Sperren die sehr hohe Sicherheit, dass der komplette Wandquerschnitt abgedichtet ist.** Dem gegenüber steht jedoch der relativ hohe Aufwand für die Ausführung. **Allerdings kommen mechanische Verfahren der Ausführung der horizontalen Abdichtung eines Neubaus am nächsten.**

Mauersägeverfahren

Beim Mauersägeverfahren wird mit einer Ketten- oder Seilsäge abschnittsweise die Wand durchgeschnitten. Der Schnitt wird dabei praktikabler Weise in einer Mörtelfuge geführt. Dies ist jedoch nicht – wie beim Schlitzrüttelverfahren – zwingend erforderlich. Es können prinzipiell alle Materialien mit geeigneten Sägewerkzeugen durchtrennt werden. Je dicker, härter und inhomogener die zu sägende Wand ist, desto teurer wird die Maßnahme. Die Durchtrennung wird abschnittsweise vorgenommen.

7. Ansprechpartner

Bundesarchitektenkammer e.V.

Bundesgemeinschaft der Architektenkammern Deutschlands
Askanischer Platz 4
10963 Berlin
Telefon: 030 / 26 39 44 – 0 ;Telefax: 030 / 26 39 44 – 90
E-Mail: info@bak.de
www.bak.de

Bauherren-Schutzbund e.V.

Kleine Alexanderstr. 9/10
10178 Berlin
Telefon: 030 / 3 12 80 01; Telefax: 030 / 31 50 72 11
E-Mail: office@bsb-ev.de
www.bsb-ev.de

Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V.

Elisabethweg 10
13187 Berlin
Telefon: 030 / 48 49 078 – 55; Telefax: 030 / 48 49 078 – 99
E-Mail: info@altbauerneuerung.de
www.altbauerneuerung.de

Verband Privater Bauherren e.V.

Chausseestraße 8
10115 Berlin
Telefon: 030 / 27 89 01 – 0; Telefax: 030 / 27 89 01 – 1
E-Mail: info@vpb.de
www.vpb.de

Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V.

- Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik -
Fritz-Reuter-Str. 1
50968 Köln
Telefon: 0221 / 39 80 38 – 0; Fax: 0221 / 39 80 38 – 99
E-Mail: zvdh@dachdecker.de
www.dachdecker.de

Zentralverband Deutsches Baugewerbe

Kronenstraße 55 – 58
10117 Berlin
Telefon 030 / 20314 – 0; Telefax 030 / 20314 – 420
E-Mail: Bau@zdb.de
www.zdb.de