

H. M. Künzle

Innendämmung von Natursteinmauern

Problemstellung

Die Umnutzung historischer Gebäude aus Natursteinmauerwerk erfordert aus hygienischen und energetischen Gründen in der Regel eine Wärmedämmung der Außenwände. Soll die Fassade steinsichtig bleiben, so kann nur eine Innendämmung angebracht werden. Da Natursteine meist eine gute kapillare Leitfähigkeit besitzen, sind Tauwasserprobleme in der Wand - dies gilt nicht für die Balkenköpfe eventuell vorhandener Holzdecken - von untergeordneter Bedeutung. Probleme können aber auf der Wetterseite entstehen, da sich die Innendämmung ungünstig auf das Austrocknen von Regenfeuchte auswirkt. Aus diesem Grund wird in [1] von einer Innendämmung stark bewitterter Fachwerkfassaden abgeraten. Ob eine Innendämmung auch bei Natursteinmauerwerk als kritisch anzusehen ist, wird im Folgenden beispielhaft untersucht.

Rechnerische Untersuchung

Das Feuchteverhalten von Natursteinfassaden kann mit Hilfe des PC-Programmes WUFI mit hoher Genauigkeit rechnerisch ermittelt werden [2]. Betrachtet wird eine nach Westen orientierte, 60 cm starke Außenwand aus Natursandstein unter Vernachlässigung der Mörtelfugen. Beispielhaft werden ein Steinmaterial normaler kapillarer Saugfähigkeit (Cottaer Sandstein) und eines mit hoher Saugfähigkeit (Nebraer Sandstein) gewählt. Die am IBP gemessenen Stoffkennwerte beider Steinsorten sind in **Tabelle 1** zusammengefaßt. Die

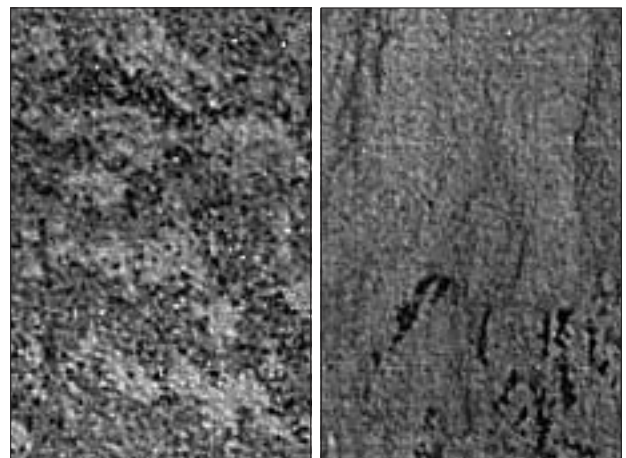


Bild 1: Nahaufnahmen des Nebraer Sandsteins (links) und des Cottaer Sandsteins (rechts).

Stoffeigenschaften beider Sandsteinarten sind sehr ähnlich. Große Unterschiede sind nur beim Wasseraufnahmekoeffizient (w -Wert) zu verzeichnen, der beim grobkörnigen Nebraer Sandstein (**Bild 1**) zehnmal so hoch ist wie beim feinkörnigen Cottaer Sandstein. Als Innendämmung wird alternativ expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) bzw. Mineralwolle mit einer Schichtdicke bis zu 8 cm gewählt. Den raumseitigen Abschluß bildet eine Gipskartonplatte oder ein Gipsputz, wobei im Falle der Mineralwollendämmung als Dampfbremse eine feuchteadaptive Folie vorausgesetzt wird [3].

Das Raumklima bewegt sich zwischen 20 °C, 30 % r.F. im Winter und 22 °C, 60 % r.F. im Sommer. Die Außenklimabedingungen entsprechen denen eines durchschnittlichen Jahres in Holzkirchen, wobei die Schlagregenbelastung zwischen 0 und 500 Ltr./m²a (Normalfall für Holzkirchen etwa 400 Ltr./m²a) variiert wird. Die kurzweilige Strahlungsabsorptionszahl der Sandsteinoberfläche beträgt in beiden Fällen 0,7. Der gleiche Wert wird auch für die Schlagregenabsorptionszahl vorausgesetzt. Für die äußeren und inneren Oberflächenübergangskoeffizienten wird auf die Standardeinstellungen in [2] zurückgegriffen. Die Berechnungen werden in Stundenschritten bis zum Erreichen des eingeschwungenen Zustandes nach etwa fünf Jahren durchgeführt und die Ergebnisse im fünften Jahr ausgewertet.

Tabelle 1: Hygrothermische Stoffkennwerte der untersuchten Natursteine.

Material		Nebraer Sandstein	Cottaer Sandstein
Rohdichte	[kg/m ³]	1950	2050
Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]	1,8	1,8
feuchtebedingte Erhöhung von λ	[%/M.-%]	8	8
μ -Wert	[-]	13	15
w -Wert	[kg/m ² h ^{0.5}]	31	3
Sorptionsfeuchte bei 80 % r.F.	[Vol.-%]	0,8	1,2
freie Wassersättigung	[Vol.-%]	20	18
Porosität	[Vol.-%]	25	22

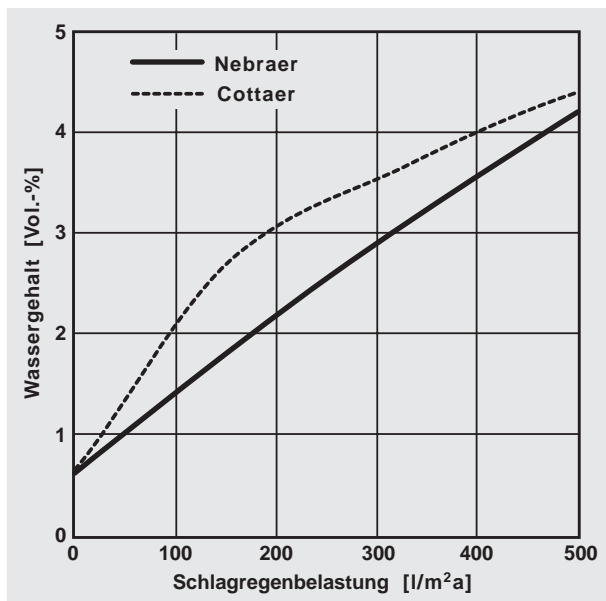


Bild 2: Mittlerer langfristiger Wassergehalt in einer 60 cm starken, nach Westen orientierten ungedämmten Natursteinwand in Abhängigkeit von der jährlichen Schlagregenbelastung.

Ergebnisse

Der mittlere Wassergehalt, der sich aufgrund der Klimawirkungen im ungedämmten Mauerwerk langfristig einstellt, ist in Abhängigkeit von der jährlichen Schlagregenbelastung in Bild 2 dargestellt. Ohne Schlagregen stellt sich in beiden Sandsteinarten langfristig ein Wassergehalt ein, der noch unter der Ausgleichsfeuchte bei 80 % r.F. liegt. Der mittlere Wassergehalt nimmt beim Nebraer Sandstein fast linear mit der Schlagregenbelastung zu, während er beim Cottaer Sandstein zunächst überproportional ansteigt. Bei 500 l/m²a Schlagregen liegen die Wassergehalte beider Sandsteinarten mit etwas über 4 Vol.-% wieder nah beieinander. Am größten ist der Unterschied bei ca. 140 l/m²a. Diese Schlagregenbelastung entspricht etwa dem Übergangsbereich der Beanspruchungsgruppen I und II nach 4108 [4] und ist gleichzeitig die maximal zulässige Beanspruchung von Fachwerkfassaden nach [5]. Die Schlagregenbelastung von 140 l/m²a wird deshalb für die Untersuchung des Einflusses von Innendämmungen zugrunde gelegt. In Bild 3 ist der mittlere Wassergehalt des Natursteinmauerwerks in Abhängigkeit von der Dämmschichtdicke und dem Dämmmaterial für die zwei Sandsteinarten dargestellt. Während eine 2 cm dicke Dämmung beim Nebraer Sandstein eine Feuchtezunahme im Mauerwerk von ca. 1 Vol.-% gegenüber dem ungedämmten Zustand verursacht, sind die Auswirkungen beim Cottaer Sandstein geringer, der auch ohne Dämmung bereits auf einem höheren Feuchteniveau liegt. Eine weitere Erhöhung der Dämmschichtdicke bis auf 8 cm hat jedoch in beiden Fällen nur einen geringen Anstieg des mittleren Wassergehalts auf maximal 3,5 Vol.-% zur Folge. Dies entspricht 20 % der freien Sättigung beider Sandsteine. Auch der Einfluß des Dämmmaterials ist nur wenig ausgeprägt und im vorliegenden Beispiel von untergeordneter Bedeutung.

Schlußfolgerungen

Trotz der großen Unterschiede im kapillaren Saugvermögen (Unterschiede im w-Wert vom Faktor 10) stellt sich langfristig bei beiden Sandsteinarten ein ähnlicher mittlerer Wassergehalt im Mauerwerk nach einer Innendämmung ein. Dieser Wassergehalt liegt auch bei größeren Dämmschichtdicken nahezu unabhängig vom Dämmmaterial weit unterhalb der freien Wassersättigung der Natursteine. Da die Frostbeständigkeit von Natursteinen selbst bei Erreichen der freien Wassersättigung relativ hoch ist [6], besteht in der Regel kein erhöhtes Frostschadensrisiko durch Aufbringen einer Innendämmung. Dies ist auch plausibel, denn viele historische Bauten sind unbeheizt oder nur temperiert, so daß häufig ähnliche Bedingungen bezüglich der Austrocknung von Regenfeuchte bestehen wie nach Aufbringen einer Innendämmung. Nur bei extrem bewitterten Bauteilen sind Frostschäden denkbar, die eventuell durch eine Innendämmung verstärkt werden können. Die häufig geäußerte Befürchtung

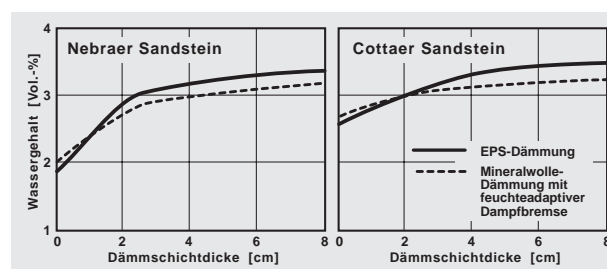


Bild 3: Mittlerer langfristiger Wassergehalt im Natursteinmauerwerk bei einer jährlichen Schlagregenbelastung von 140 l/m²a in Abhängigkeit von Dämmmaterial und Dämmschichtdicke.

von Tauwasserschäden im Mauerwerk ist, wie bereits eingangs erwähnt, ebenfalls unbegründet. Nur für Holzbauteile, wie z.B. aufliegende Balkenköpfe, kann das Schadensrisiko durch eine Innendämmung unter Umständen erhöht werden. Dies gilt jedoch unabhängig von der Art des Wandbaustoffes.

Literatur

- [1] Künzel, H.M.: Feuchteschutz von Fachwerkwänden. Instandsetzung historischer Fachwerkgebäude, WTA-Schriftenreihe (1998), H. 16, S. 23 - 34.
- [2] Künzel, H.M. und Krus, M.: Beurteilung des Feuchteverhaltens von Natursteinfassaden durch Kombination von rechnerischen und experimentellen Untersuchungsmethoden. Bauinstandsetzen 1 (1995), H. 1, S. 5 - 19.
- [3] Künzel, H.M.: Feuchtesichere Altbausanierung mit neuartiger Dampfbremse. Bundesbaublatt 45 (1996), H. 10, S. 798 - 801.
- [4] DIN 4108, Teil 3: Wärmeschutz im Hochbau; klimabedingter Feuchteschutz. August 1981.
- [5] WTA-Merkblatt 8-1-96-D: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkfassaden. Oktober 1997.
- [6] Figiel, G.: Untersuchung der feuchteabhängigen Frostschädigung an Natursandsteinen und Möglichkeiten ihrer einfachen Detektion. Diplomarbeit, Universität Stuttgart (1991).



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0