



Abb. 1/2: Auf den ersten Blick nicht zu erkennen: Etwa die Hälfte der denkmalgeschützten Backsteinfassaden des Hamburger Wohnblocks hatten kaum noch einen Verbund zum dahinterliegenden tragenden Mauerwerk.

Abb. 1-9: Giffey + Saxler Architekten und Sachverständige, Hamburg

Perfekter Halt für alle Wetterlagen

Verbesserung der Standsicherheit eines zweischaligen Mauerwerks ■

Der Einsatz von PU-Schaum zur Wärmedämmung von zweischaligem Mauerwerk ist hinreichend erforscht. Erste Ergebnisse aus Untersuchungen an den Backsteinfassaden einer Hamburger Wohnanlage zeigen jedoch, dass der Schaum auch als statische Sicherung der Vormauerschale verwendet werden kann. **Klaus Giffey und Jan Saxler**

Für ein Wohnquartier mit 404 Wohnungen, das Anfang der 1930er-Jahre in Hamburg Altona erbaut wurde, sollte ein Sanierungskonzept erstellt werden. Wie sich im Rahmen der Voruntersuchungen herausstellte, wiesen die etwa 20.000 Quadratmeter denkmalgeschützter Backsteinfassade (Abb. 1/2) massive Schäden auf,

die teilweise bereits zur Gefährdung der Standsicherheit führten. Nicht nur optisch unbefriedigend waren in der Vergangenheit durchgeführte kleinteilige Reparaturarbeiten, wie zum Beispiel Neuverfugungen, Austausch von Mauerwerk oder Hydrophobierungen. Sie haben der Konstruktion in einigen Fällen sogar zusätzlich geschadet.

Ziel des vom Altonaer Spar- und Bauverein beauftragten Sanierungskonzepts war die dauerhafte Sanierung der Fassaden sowie die Verbesserung der Energiebilanz des Wohnblocks. Der Eigentümer ging davon aus, dass hierfür an den Fassaden – wie in ähnlichen Fällen – unter anderem alle Fugen erneuert und die Fenster ausgetauscht werden müssen.

Schäden wurden auf digitalen Fassadenplänen kartiert

Als Grundlage für das Sanierungskonzept wurde von Dezember 2013 bis März 2014 unter anderem eine qualitative und quantitative Bestandsaufnahme der Gebäudehülle durchgeführt. Dazu wurden die Fassaden zunächst visuell überprüft. Schäden, Altreparaturen und bauliche Veränderungen dokumentierte man anhand von Fotos und kartierte sie auf nachträglich digitalisierten Fassadenplänen exakt.

An verschiedenen Stellen wurden Materialproben entnommen. Unter anderem untersuchte man die Wasser-

eindringtiefe der Steine und Fugen mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen und der Frank'schen Prüfplatte sowie einem an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK) neu entwickelten Wasseraufnahmemessgerät (WAM). Zusätzlich wurden die entnommenen Materialproben im Labor auf Parameter wie Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit und Salzgehalt untersucht.

Westfassaden wurden zweischalig ausgeführt

Das Wohnquartier besteht aus einer typischen dreigeschossigen, teilweise viergeschossigen Blockrandbebauung mit vier jeweils circa 200 Meter langen Wohnblöcken, die im Wesentlichen nahezu exakt in Nord-Süd-Richtung verlaufen (Abb. 3).

Straßenseitig wurden vom damaligen Architekten Hans Meyer höherwertige Ziegel verarbeitet als auf den Hofseiten. Die Ziegel im Hamburger Format (HHF) von $220 \times 105 \times 65$ mm wurden in verschiedenen Verbänden vermauert (Schleppender Verband, Läuferverband, Gotischer Verband). Hauseingänge und Gebäudeecken der Kopfbauten wurden zur Straße hin mit unterschiedlichem Ziermauerwerk dekorativ aufgewertet (Abb. 1).

Bereits bei den ersten Beprobungen wurde festgestellt, dass die Ostfassaden aus einem einschaligen Verblendmauerwerk von etwa 33 cm Dicke bestehen, während die stark Wetter beaufschlagten Westfassaden aus zweischaligem Mauerwerk mit circa 9 cm Luftschicht errichtet wurden. Die Vormauerschale aus Ziegeln ist mit Drahtankern mit dem etwa 22 cm starken Hintermauerwerk aus Kalksandstein verbunden.



Abb. 3: Die Wohnanlage besteht aus vier in nord-westlicher Richtung ausgerichteten Wohnblocks. Für ihre Fassaden wurden je nach Lage unterschiedliche Materialien und Bauweisen eingesetzt: Die Westfassaden bestehen aus zweischaligem Mauerwerk.

Vor allem in Küstenregionen mit hoher Schlagregenbeanspruchung hat sich die Ausführung des Außenmauerwerks mit einer Luftschicht bewährt, weil sie verhindert, dass Feuchte tiefer in das Mauerwerk eindringt. Aus bauphysikalischer Sicht konnte die Konstruktion der Westfassaden somit positiv bewertet werden. Unsicher war man sich nur in Bezug auf den Einsatz von Luftschichtmauerwerk bei einem mehrgeschossigen Bau, da es für solche Gebäude seltener verwendet wird.

Harter Fugenmörtel schadet den weichen Ziegeln

Sowohl bei den einschaligen Ost- als auch bei den zweischaligen Westfassaden war das Mauerwerk teilweise nachträglich verfügt worden. In der Regel waren die Fugen nur 5 mm tief mit Zementmörteln MG III/CS IV verfüllt – auch dort, wo bei Reparaturen nachträglich verfügt wurde.

Die Mischung aus unterschiedlichen Ziegeln und „harter“ Verfüguung bildete eine der Ursachen für die massiven Schäden am Verblendmauerwerk. Ist der verwendete Fugenmörtel sehr hart, kommt es häufig zu optisch kaum wahrnehmbaren Flankenabrissen zwischen dem Fugenmörtel und den angrenzenden Steinen.

Wassereindringtests an Fugenmörteln optisch intakter Fugen ergaben Werte zwischen nicht hydrophob oder sehr gut hydrophob eingestellt. Sichtbar geschädigte oder bereits herausgefallene Fugen wurden wegen des offensichtlichen Schadensbilds nicht beprobt.

Mauermörtel besteht nur noch aus Sand

Während der Fugenmörtel die Aufgabe hat, die Fassaden gegen Witterungseinflüsse zu schützen, ist der Mauermörtel vor allem statisch relevant. Im Gegensatz zum sehr harten Fugenmörtel bestand der Mauermörtel der Fassaden aus einem weicheren Mörtel, der Kalk und Zement enthält. Seine genaue Zusammensetzung konnte labortechnisch jedoch nicht eindeutig bestimmt werden. Die Beprobungen ergaben allerdings sehr geringe Druckfestigkeiten von CS I ($0,4 \text{ N/mm}^2$ – $2,5 \text{ N/mm}^2$). Die hydrophoben Eigenschaften lagen >>

BAUTAFEL

■ Bauherr:	Altonaer Spar- und Bauverein eG, Hamburg
■ Architekten und Sachverständige:	Giffey und Saxler Architekten und Sachverständige, Hamburg
■ Qualitätssicherer für Backsteinfassaden:	Technisches Büro Joachim Schreiber
■ Beprobung der Musterflächen:	Keramisch Technologisches Baustofflabor Hamburg e. V.
■ Ausführende Betriebe:	Fa. Everisol, Dämmen & Dichten und Fachbetrieb für Mauerwerkssanierung, Fa. Josef Hoffmann
■ Verwendete Sanierungsmittel:	Polyurethanschaum: „Lamotan-Polyurethan-Hartschaumsystem B2-G22-49-2,6“, „Lackfa Isolierstoff“, Hohlraumverfüllung: „Rajasil FM SPF“ (Fugenmörtel spritzfähig), Fugenmörtel: „Rajasil FM HSNA SR9901022“ sulfatbeständig



Abb. 4/5: Die Beprobungen ergaben „keine hydrophobe Eigenschaften“ beim Mauermörtel. Hier entfernte man probeweise einige Fugen mit einem Meißel. Der Stein ließ sich anschließend von Hand aus dem Mauerwerk rütteln.

Abb. 6: Als man das Mauerwerk probeweise öffnete, fiel eine große Menge nicht mehr gebundener Sand ungehindert aus der Fehlstelle.

Abb. 7: Keiner der Beteiligten hatte mit einem derart massiven Versagen des Mörtels gerechnet.



bei allen Proben bei „keine hydrophoben Eigenschaften“ (Abb. 4/5).

Die schlechten Laborergebnisse deckten sich mit einem eindrucksvollen Ereignis vor Ort: Bei einer Probeöffnung des zweischaligen Mauerwerks am Fußpunkt der Luftschicht ergoss sich eine Kaskade von Sand aus der Maueröffnung (Abb. 6/7).

Über die defekte Verfüzung eindringender Niederschlag hatte sowohl lockere Bestandteile des Mörtels abgetragen als auch bewirkt, dass das gelöste Bindemittel aufgequollen war. Da sich das Bindemittel nach dem Trocknen wieder

zusammenzieht, unterlag das Material einer häufigen, mechanischen Wechselbeanspruchung, die langfristig zur Zermürbung führte.

Zusätzlich enthalten Niederschläge in Industrieländern Stoffe wie Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid oder Salze, die Bindemittel auflösen können. Frost- und Tauwechsel verstärkten die genannten Effekte.

Am Ende dieses Schadensverlaufs bestand der Mörtel aufgrund von Bindemittelverlusten nur noch aus loser Gesteinskörnung.

Fassaden waren nicht mehr verankert

Bei Bauteilöffnungen stellte man fest, dass die in die Vormauerschale einbindenden Drahtanker zwar teilweise wenig korrodiert waren, im defekten Mauermörtel aber keinen Verankerungsgrund mehr fanden. Damit konnten sie ihre statische Funktion nicht mehr erfüllen. Die Standsicherheit der Fassade war nicht mehr gewährleistet. Deshalb wurden die Fassaden zeitweise wöchentlich begangen, um etwaige Veränderungen umgehend festzustellen.

Lediglich ein Schadensbild konnte durch die instabile Baukonstruktion vermieden werden: Aufgrund des mangelhaften Verbundes wiesen die über 200 Meter langen Backsteinfassaden bis zum Datum der Begutachtung keine nennenswerten Risse auf, obwohl keine einzige Dehnungsfuge vorhanden war.

Winddruck hielt die Fassade am Gebäude

Trotz der umfangreichen Schäden an der Vormauerschale war das Hintermauerwerk aus Kalksandsteinen einschließlich der Mörtelfugen im Wesentlichen intakt.

Dass das teilweise viergeschossige, in dem Moment freistehende Vormauerwerk nicht bereits kollabiert war, lässt sich vermutlich auf mehrere Faktoren zurückführen:

- Die Vormauerschale wurde durch den Winddruck am Gebäude gehalten.
- Der Mauerwerksverbund um die Fenster herum stützte durch die einbindenden Anschlagziegel die Vormauerschale gegen das Hintermauerwerk ab. Da die Fassade über viele Fenster verfügt, waren die freistehenden Flächen meist relativ klein.

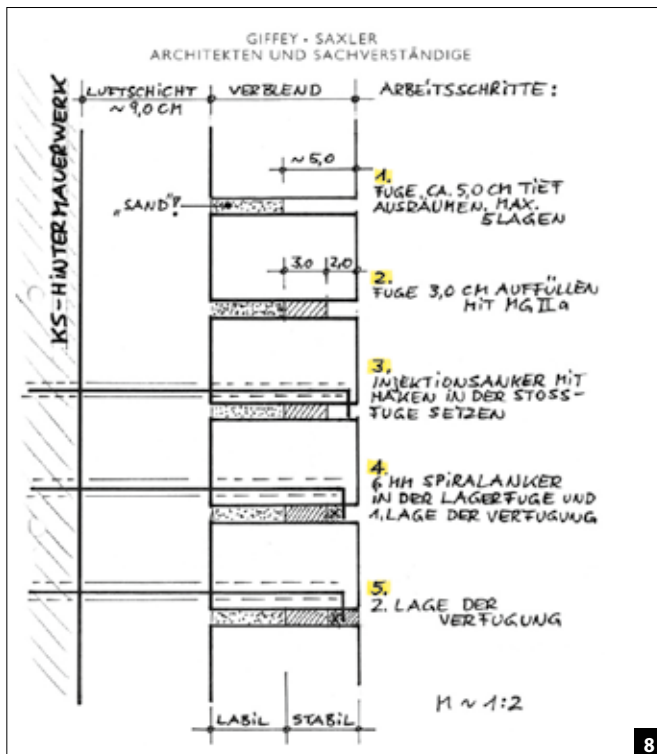


Abb. 8/9: Das ursprüngliche Konzept sah vor, die Fassade in der Fläche mittels Spiralankern zu stabilisieren. Speziell angefertigte Sanierungsanker sollten die Vormauerschale mit der Hintermauerung verbinden.

- Die vorhandene, harte Verfugung stütze die Steine an der Außenseite, sodass sie im Zweifelsfall nach hinten gekippt wären.
- In der norddeutschen Tiefebene gibt es keine geologisch bedingten Erschütterungen wie etwa Erdbeben.

Erneuerung war wirtschaftlich und logistisch nicht sinnvoll

Eine Standardsanierung mittels Ausräumen der Fugen bis in zwei Zentimeter Tiefe, eindübeln der Sanierungsanker und erneutem Verfugen war nicht möglich, weil die Sanierungsanker mit dem versandeten Mauerwerk keinen Haftverbund mehr eingingen.

Um die Standsicherheit der Vormauerschale wieder herzustellen, wurden verschiedene Varianten erwogen. Die Sanierung sollte vor allem zwei Funktionen erfüllen:

- Die Standsicherheit der Vormauerschale musste wieder hergestellt werden.
- Durch eine fachgerechte Neuverfugung musste die Schlagregendichtheit gewährleistet werden.

Da die Steine mehr oder weniger lose aufeinander lagen, wurde unter anderem überlegt, die Steine abzuräumen, zu säubern und neu aufzumauern. Diese Variante schied aus wirtschaftlichen und logistischen Gründen aus. Da die Fenster in der Außenschale sit-

zen, hätten die Mieter der insgesamt 400 Wohnungen ausziehen müssen.

Eine daraufhin favorisierte Sanierungsvariante sah vor, die Fugen bis in fünf Zentimeter Tiefe auszuräumen und mit einem hydrophob eingestellten Kalkmörtel als Verankerungsgrund für neue Anker teilweise wieder aufzufüllen. Die Last sollte dann mittels Spiralankern in den Stoßfugen verteilt werden. Speziell angefertigte Sanierungsanker sollten die Fassade wieder mit dem Hintermauerwerk verbinden (Abb. 8/9).

Die Methode wurde vor Ort anhand einer circa 1,5 m² großen Musterfläche beprobt. Zwar erwies sich das Konzept in der Praxis als geeignet, um die Fassade dauerhaft zu sichern. Allerdings stellten sich bei allen Beteiligten erhebliche Bedenken bezüglich der Sicherheit der Handwerker während der Ausführung ein: Wenn die Fugen fünf Zentimeter tief ausgeräumt sind, kollabiert dann möglicherweise die Fassade? Das unkalkulierbare Risiko war allen Beteiligten zu hoch.

Daraufhin wurde nach Lösungen gesucht, die Fassade während der Bauphase lagestabil zu sichern. Basis der Überlegungen war, die Vormauerschale vor Ausführung der fünf Zentimeter tiefen Entfugung mit dem Hintermauerwerk zu verbinden. Auch hierzu wurden verschiedene Varianten angedacht:

- Lageweise Verfüllung der 9 cm breiten Luftschicht mit Spezialmörtel
- Lageweise Verfüllung mit Schaumbeton, der zudem über bessere Wärmedämmeigenschaften verfügt.

Da sich beide Materialien als zu schwer erwiesen – die Vormauerschale hätte dem ausgeübten Druck nicht stand gehalten, stellte das Büro Giffey und Saxler Kriterien auf, die das verwendete Material erfüllen sollte:

- eine Verbindung mit möglichst hoher Haftzugfestigkeit zwischen Vormauerschale und Hintermauerwerk herstellen,
- sehr leicht sein,
- keinen Druck beziehungsweise keine Lasten in die Vormauerschale übertragen,
- wenn möglich über gute Wärmedämmeigenschaften verfügen.

Nach weiteren Recherchen erwog man, Polyurethan (PU)-Schaum als Verbindung beziehungsweise „Verklebung“ der Vormauerschale mit dem Hintermauerwerk zu verwenden. Denn PU-Materialien sind für besonders gute Klebeeigenschaften bekannt und erfüllen alle oben genannten Kriterien.

PU-Schaum sollte Fassade während der Bauphase sichern

Umfangreiche Tests mit dem „Lamotan-Polyurethan-Hartschaumsystem B2-G22-49- >>>



10



11

Abb. 10/11: Im Versuch hielt die Verbindung zwischen Ziegeln und PU-Schaum in allen Fällen stand. Abrisse entstanden wenn, dann nur im PU-Ortschaum.

Abb. 10/11: Keramisch-Technologisches Baustofflaboratorium Hamburg e. V.

stabil. Bei Versuchen, sie wieder zu trennen, brach der PU-Schaum, aber die Verklebung zwischen Stein und Ortschaum löste sich nie. Diverse weitere Beprobungen bestätigten die hervorragende Verklebung.

Zum Schluss wurde neben diversen kleineren Mustern eine circa 1 m² große Probestand nach einem „Worst-Case-Szenario“ aufgemauert. Sie bestand aus KS-Hintermauerwerk, 9 cm Luftschicht und einer Vormauerschale aus originalen Ziegeln, die vor Ort an verschiedenen Stellen entnommen worden waren.

Die Vormauerschale wurde mit einem sehr „schlechten“ Mörtel, bestehend aus 10 Teilen Sand und einem Teil Kalk aufgemauert und anschließend verfügt. Bei der anschließenden Verschäumung der Luftschicht wurden keine Veränderungen an der Vormauerschale festgestellt.

Weitere Beprobungen wurden vom Keramisch Technologischen Baustofflaboratorium Hamburg e. V. durchgeführt. So wurde das Musterstück zunächst in einer Prüfkammer einem 100-fachen Frost-Tauwechsel ausgesetzt – ein Normprüfverfahren, das üblicherweise zur Feststellung der Frostbeständigkeit von Vormauerziegeln verwendet wird. Die Beprobung gemäß den Prüfvorschriften der DIN 52 252 Teil 3 (2005) und DIN EN 772-21 (2011) wurde problemlos bestanden.

Anschließend wurden aus dem im Labor vorbewitterten Mauerstück circa 5 x 5 cm große Prüfstücke für die Haftzugprüfung herausgeschnitten. Um die Proben in die Messvorrichtungen einspannen zu können, wurden sowohl der PU-Schaum als auch die Vormauerziegel auf etwa 2 cm Dicke zurückgeschnitten. Auf die Schaum- und Ziegeloberflächen klebte man Metallplatten mit hochzugfestem Kleber, an die die Messvorrichtung angeschlossen wurde (Abb. 10/11).

Die Verklebung zwischen PU-Ortschaum und Ziegel hielt in allen Fällen stand. Die Haftzugfestigkeit in Anlehnung an die DIN EN 1348 (2007) lag über den Vergleichswerten bei einer Sanierung mit Sanierungsankern.

Fassade dauerhaft mit PU-Schaum sichern

So entstand die Idee, den PU-Schaum nicht nur zur Sicherung des Zwischenbauzustands sondern als Dauerlösung und als Ersatz für die aufwendigen Sanierungsanker zu verwenden. Weil es für die Verwendung

des PU-Schaums als statisch wirksame Verankerung/Verklebung der Vormauerschale aber keine bauaufsichtliche Zulassung gibt, wurden beim Amt für Bauordnung und Hochbau (ABH) der Stadt Hamburg 45 Zulassungen im Einzelfall (ZiE) beantragt.

Das ABH erkannte die durchgeführten Haftzugversuche an, forderte jedoch weitere Zeitstandsversuche. Dafür sollten die Proben mit einer um 20 Prozent abgeminderten Last aus den Haftzugversuchen über einen definierten Zeitraum belastet werden, bis es zum Bruch kommt, um dann auf die Dauerbeständigkeit zurückrechnen zu können. Zunächst war eine Versuchsdauer von sieben Tagen geplant. Da aber kein Bruch auftrat und der zuständige Fachmann im ABH zwischenzeitlich in Urlaub war, hing die Probe über drei Wochen ohne Bruch.

In Absprache mit dem ABH wurde danach die Last sukzessive erhöht, bis der Bruch eintrat. Auch bei diesem Versuch trat der Bruch im PU-Schaum auf und nicht in der Klebefläche. Die logarithmische Hochrechnung ergab eine Haftzugfestigkeit von 0,014 N/mm² für 50 Jahre. Unter Annahme der Standardabweichungen ergibt sich damit ein charakteristischer Wert von 0,011 N/mm² und eine Designbeanspruchbarkeit (Bemessungswert, inklusive Teilsicherheitsbeiwerten) von 0,009 N/mm².

Auf Basis dieser positiven Werte erteilte das ABH am 19.11.2014 die Zulassung im Einzelfall in allen 45 Fällen für die Verwendung des PU-Ortschaums als statisch wirksame Verankerung der Vormauerschale.

Parallel zu den Laboruntersuchungen sollte die Ausführbarkeit in der Praxis getestet werden. Dazu schäumte die Firma Everisol, ein Fachbetrieb für das Einbringen von Kerndämmung aus PU-Schaum, einen etwa 12,0 m² großen Bereich der Luftschicht an einer Fassade im Erdgeschoss aus. Bei dem Verfahren wird das Material automatisch in einer mobilen Mischstation aufbereitet und dosiert. Anschließend wird es in flüssiger Form eingespritzt. Der zunächst sehr dünnflüssige Schaum penetriert auch kleinste Fugen und stellt so einen guten Verbund mit der Oberfläche her. Binnen ein bis zwei Minuten schäumt das Material auf und verfüllt so den gesamten Hohlraum.

Der Schaum wird lagenweise eingebracht und so dosiert, dass die Höhe des Schaums etwa 30 bis 40 cm beträgt. Nach jeder Lage wird die Höhe des Schaums mit einem

VERANSTALTUNGSTIPP

Auf den **28. Hanseatischen Sanierungstagen** stellen die Architekten das Projekt ausführlich vor. Die 28. Hanseatischen Sanierungstage finden unter dem Motto „Erfolgreich sanieren - normativ oder sachverständig?“ vom 2. bis zum 4. November 2017 auf Usedom statt. Weitere Informationen finden sich auf der Internetseite des Bundesverbands Feuchte und AltbauSanierung e. V. (BuFAS) unter <http://bufas-ev.de>



Abb. 12: Giffey + Saxler Architekten und Sachverständige, Hamburg

Abb. 12: Unter den Bohrlöchern brachte man Papiertüten an, um zu verhindern, dass Schaum auf der Oberfläche der Backsteine haften bleibt.

Boroskop (Endoskop) geprüft. So kann die Materialmenge für die folgende Lage gegebenenfalls angepasst werden, damit sich eine gleichmäßige Höhe des Schaums einstellt.

Um den Praxistest durchführen zu können, wurden am Fuß der Luftschicht zunächst Läufersteine entfernt, um die Luftschicht von den großen Sandmengen, Bruchsteinen, Mörtelresten und anderen losen Materialien zu befreien. Auf die sonst übliche und notwendige Prüfung des Mauerwerks auf Fehlstellen mittels einer Rauchdruckprobe wurde verzichtet, da es sich bei der Anwendung um einen Praxistest handelte. Danach wurde die Fassade in regelmäßigen Abständen im Fugenbereich angebohrt. Unter die Löcher klebte man Papiertüten, die verhindern sollten, dass die Fassade durch eventuell austretendes PU-Material verschmutzt wird (Abb. 12). Dann wurde das Material in die Bohrlöcher eingefüllt. Es zeigte sich, dass es auch feinste, vorher nicht sichtbare Risse und Undichtigkeiten durchdringt.

Der Versuch wurde am 14. Juli 2014 durchgeführt. Bis heute (August 2017) sind keine Veränderungen an der Probestelle festzustellen.

Schaum ersetzt die Sanierungsanker

Mit der Verwendung von PU-Ortschaum als statisch wirksame Verankerung einer Vormauerschale wurde Neuland betreten. Die Verfüllung von Luftschichten mit PU-Schaum als Wärmedämmung wird seit vielen Jahren praktiziert. Probleme sind bei fachgerechter Verarbeitung nicht bekannt.

Mit der Verwendung des PU-Schaums als Verfüllung der Luftschicht können folgende Kriterien erfüllt werden:

- statische Stabilisierung der Vormauerschale,
- keine wesentlichen Eingriffe in die denkmalgeschützten Fassaden durch Verdübeln mit Sanierungsankern und großflächigem Einbau von Spiralankern. Damit ist auch eine erhebliche Reduzierung der Lärmbelastung für die Bewohner durch das nicht notwendige Einbohren der Sanierungsanker verbunden.

- zügige Ausführung,
 - hervorragende Wärmedämmung,
 - Kerndämmung mit einem langzeitbewährten Material,
 - ökologische und brandschutztechnische Bedenken konnten ausgeräumt werden.
- Nachteilig sind folgende Aspekte:

- Der PU Schaum ist kein ökologischer Dämmstoff.
- Der PU-Schaum ist im Gegensatz zu Einblas- oder Schüttdämmungen nicht reversibel.
- Die Verarbeitung ist nur bei dauerhaften Temperaturen über 10 Grad Luft- und Bauteiltemperatur möglich.
- Bauteil- und Luftfeuchte sind bei der Verarbeitung zu berücksichtigen.

Die Standsicherheit wurde wiederhergestellt

Aufgrund einer fehlenden Denkmalrechtlichen Genehmigung mit zeitweisem Baustopp wurde mit der Verfestigung der Fassaden erst im Juni 2016 begonnen. Ende

des Jahres 2016 wurde die Verfestigung der Fassade abgeschlossen. Die Standsicherheit ist seitdem wieder gewährleistet. Die Gebäudekomplexe wurden vor Weihnachten 2016 abgerüstet. Zurzeit erfolgt nachträglich die Verfüllung aller zweischaligen Fassaden. Es ist geplant die Fugensanierung in diesem Jahr abzuschließen. Seit Abschluss der Verfestigungsarbeiten wird das Projekt in den nächsten Jahren messtechnisch begleitet. ■

WEITERE INFORMATIONEN

Der Artikel wird 2018 mit weiteren Erkenntnissen aus der messtechnischen Begleitung fortgesetzt.

AUTOREN

Klaus Giffey und Jan Saxler

Giffey + Saxler Architekten und Sachverständige Part GmbB
Hamburg

B+B Bauen im Bestand24.de

SERVICE – ARCHIV

Thema:

Außenwände

Schlagworte:

**Mauerwerkstandsetzung,
Ziegelmauerwerk,
Wärmedämmung, Statik**

