

Zweischalig und tektonisch? : Backsteintechnik aktuell

Autor(en): **Mettler, Daniel / Studer, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **102 (2015)**

Heft 3: **Backstein = La brique = Brick**

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-583950>

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.

Zweischalig und tektonisch?

Backsteintechnik aktuell

Für den Betrachter hat Baumaterial keine Eigenschaften. Erst durch die Art, wie wir es verwenden, werden seine Fähigkeiten sichtbar. Technischer Fortschritt und neue Ansprüche an Bauwerke sind Motoren der steten Neuerfindung der Backsteintechnik – sowohl was die Form der Steine angeht als auch deren Anwendung am Bau.

Daniel Mettler und Daniel Studer

Seit Ende des 19. Jahrhunderts sind Sichtbacksteinfassaden zunehmend zweischalig ausgebildet worden: Zuerst um der Durchfeuchtung Herr zu werden, dann um mit der Einfügung einer Isolationsschicht die wärmedämmenden Eigenschaften zu verbessern. Dabei nahm die Distanz von Innenschale zu äusserem «Verblendmauerwerk» stetig zu. Vorgefertigte, geschossweise vorgehängte Elemente der Aussenschale lassen heute solche Fassadenkonstruktionen rationell realisierbar erscheinen. Eine derartige Bauweise ist speziell bei Bauten mit mehr als sechs Geschossen angezeigt, da die Bewegungsdifferenzen der zwingend voneinander unabhängigen Innen- und Aussenschalen nur auf diese Weise klein genug zu halten sind. Die Fassadenelemente können aber nicht beliebig gross hergestellt, transportiert und versetzt werden: Fugen sind unvermeidlich.

Backstein-Betonverbund

Diese Tatsache zum Leitmotiv nehmend, werden beim Schulhaus Kopfholz in Adliswil von Boltshauser Architekten die prozessual bedingten Materialqualitäten des gebrannten Backsteins – moduhafte Körperlichkeit, texturierte Oberfläche, variierende Farben – zu einem konzentrierten Destillat verdichtet. Die senkrecht knirsch verlegten und in der vertikalen Achse gedrehten Backsteine wurden in eine formgebende Schalung gelegt und bilden einen kannelierten

Fassadenschild, dessen Schattenspiel ähnlich wie schon beim Schulhaus Gönhard in Aarau – dort jedoch tragend und aus Trasskalk – die vertikalen Elementfugen überspielt. Die Elemente sind zwei mal sieben Meter gross, mehrere Tonnen schwer und werden mit konventioneller Befestigungstechnik aus dem Elementbau vorgehängt. Die Backsteine sind dabei ein primär ästhetisch wirksamer Vorsatz des Betonelements.

Das Problem, die unten liegende Sichtfläche der in die Schalung eingelegten Backsteine beim Überbetonieren nicht zu verschmutzen, wird üblicherweise dadurch gelöst, dass die Fugen zwischen den einzelnen Steinen mit flexiblem Material abgedichtet und zusätzlich besandet werden. Bei der nahezu fertiggestellten Überbauung Hohlstrasse von Adrian Streich und Loeliger Strub Architekten in Zürich Altstetten sind die Fugen mit etwa fünf Zentimetern zu breit für diese Methode. Stattdessen wurde eine Matrize verwendet, wie man sie aus der Betonschalentechnik kennt, um die auf etwa drei Zentimeter Dicke geschnittenen Normal-Sichtsteine passgenau in der Betonschalung zu fixieren und gleichzeitig vor Verschmutzung zu schützen. Die Mörtelfuge wird so auf irritierende Art zur Betonschalhaut.

Verklebte Steine

Forschungen der Professur Gramazio-Kohler an der ETH Zürich auf dem Gebiet der digitalen Fabrikation für die Architektur mündeten 2010 im Spin-off-Produkt ROBmade. Der digitale Workflow bringt im Gegensatz zum Handwerk keine Vorteile durch Wiederholungen oder geometrische Vereinfachung: Jeder Arbeitsschritt am Bauteil erfordert dieselbe Rechenleistung, egal wie komplex die Geometrie auch sein mag. Die mit ROBmade durch dünn-schichtiges Verkleben erzeugten Wände erlauben eine präzise und gleichzeitig recht freie Anordnung der Backsteine: Innerhalb der Grenzen der Verbindungstechnik können diese beliebig verschoben oder ausgedreht werden. Die Zugfestigkeit der Verbindung ist stärker als bei Mörtelfugen, sodass die Wände keine linearen Auflager benötigen. Damit wird der Backstein zum Pixel eines Bildes.

Schalenkonstruktionen

Die Fugen der ROBmade-Wände sind stets horizontal. Ein grosses Potenzial liegt darin, wie schon bei der Steinanordnung zukünftig auch hier den Freiheitsgrad zu erhöhen: Eladio Dieste (1917–2000)

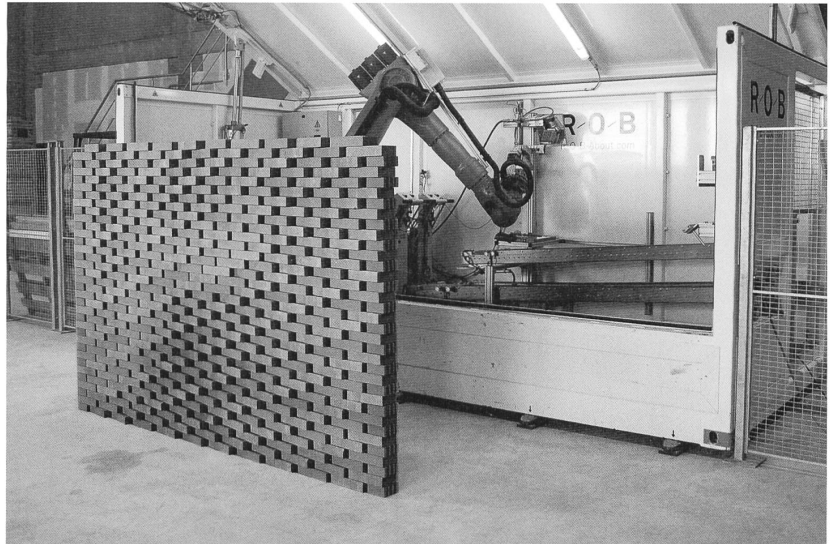
1



2



3



4



1 Schalung aus Kanthölzern für die Fassadenelemente am Schulhaus Kopfholz in Adliswil. Bild: Boltshauser Architekten

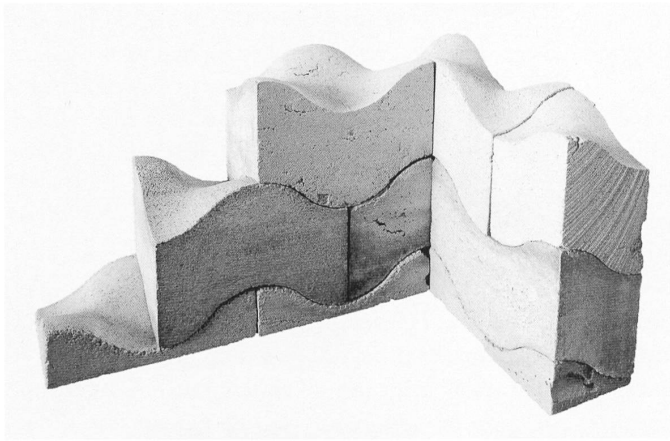
2 Geschnittene Steine in einer Zement-Matrix: Fassadenelement der Überbauung Hohlstrasse in Zürich von Adrian Streich und Loeliger Strub Architekten. Bild: Daniel Studer

3 Erhöhte Freiheitsgrade I: ROB, der Roboter der Keller Ziegeleien in Pfungen klebt und schichtet Ziegel aus dem Container zu Wänden. Bild: zvg

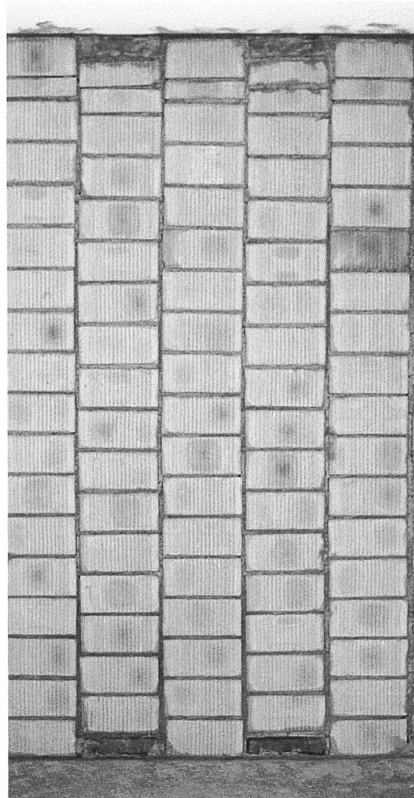
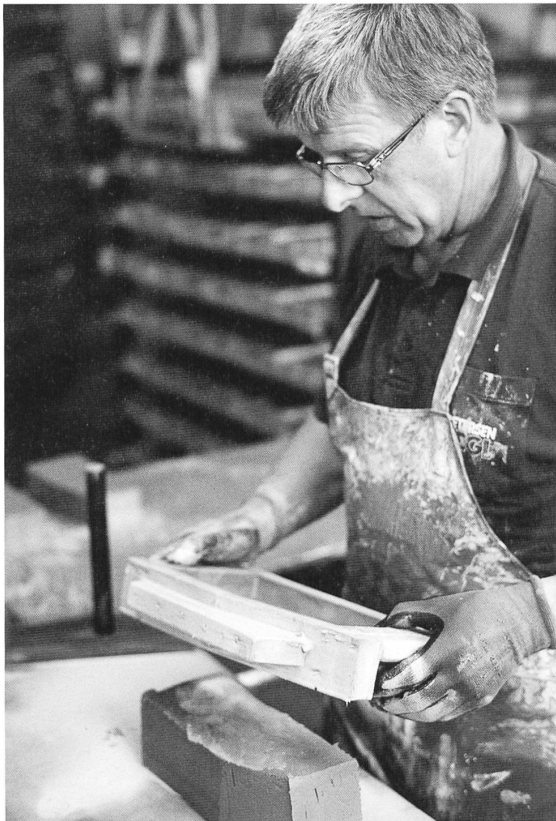
4 Erhöhte Freiheitsgrade II: Die Block Research Group an der ETHZ verbindet neueste statische Modelle und einfache Technik zu bisher nicht machbaren Druckschalen. Bild: MADA / Peter Bennetts

7

5



6



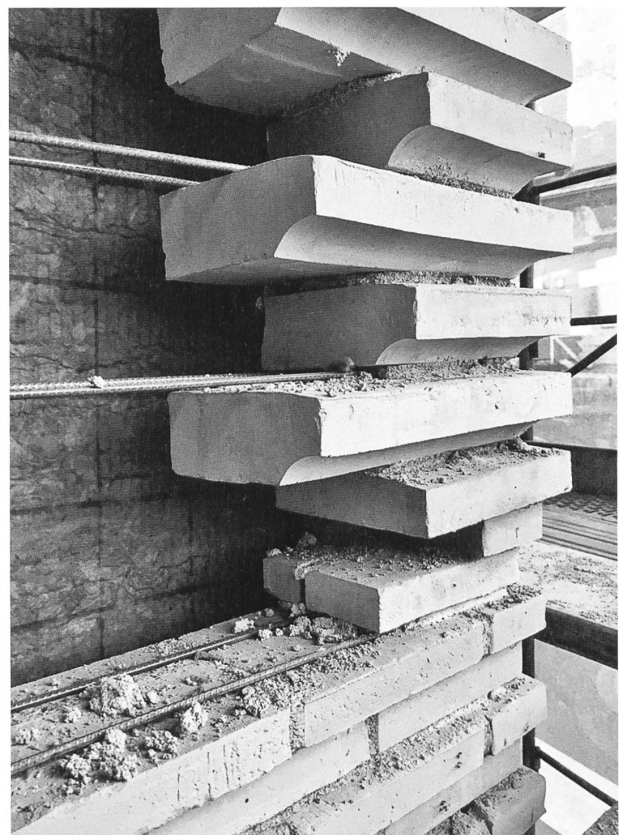
5 Formsteine I: Sie machen ein Versetzen ohne Mörtel möglich. Das Beispiel zeigt einen Trockenmauerstein aus recykliertem Porenbeton.

Bild: Andreas Kramer / Materialprüfanstalt der freien Hansestadt Bremen

6 Formsteine II: Von Hand mit einem Holzrahmen in Form gebracht werden die Backsteine bei Petersen Tegl in Dänemark. Bild: Anders Sune Berg

7 Ein neuer Verband mit durchlaufenden Stoss- und versetzten Lagerfugen wie im KeX-System der Keller Ziegeleien erhöht den Widerstand unter anderem gegen Erdbebenlasten. Bild: zVg

8 Eine anderthalb Steine dicke, selbsttragende Schale umschließt ohne Dilatation den Neubau des Kunsthauses Basel von Christ & Gantenbein. In die Hohlkehlen werden Leuchtdioden eingesetzt. Bild: Daniel Studer



8

zum Beispiel verwendete bereits schräg liegende Lagerfugen, unter den einfachsten ökonomischen und technischen Prämissen seiner Heimat Uruguay. Er vermochte so die Gewölbetechnik aus Backsteinen in eine Schalenarchitektur weiterzuentwickeln. Die dazu notwendigen Formlehren und die in Europa teure Arbeitszeit könnten mit der heute verfügbaren Robotertechnik entfallen (siehe Gespräch mit Matthias Kohler, Jan Peter Wingender und Charles Pictet, Seite 22 ff.).

Neue mechanische Modelle von Druckschalen sind das Resultat der Forschung von Philippe Block, Professor für Tragkonstruktion an der ETH Zürich. Sie erlauben es, bedeutend komplexere Schalen aus Backsteinen zu erstellen als dies in der Vergangenheit möglich war und gleichzeitig ihren Kräfteverlauf sehr genau zu prognostizieren. Dank der Präzision dieser neuartigen Berechnungsmethoden können solche Schalen gemäss der Norm SIA 266 bemessen werden. Der Backsteinbau erfährt dadurch eine inhaltliche Erweiterung, die unmittelbare Konsequenzen absehbar macht. Für das schweizerische Baugewerbe sind derartige Konstruktionen zur Zeit noch ein zeitaufwändiges, arbeitsintensives und preistreibendes Novum.

Neuer Verband

Neues Planer-Know-how treibt den immer sparsameren Umgang mit Baumaterial voran. Mauerwerk wird nicht mehr als dicker Verband aus mehreren Steinen, sondern einschichtig verwendet. Die Bedeutung der Kenntnis über die klassischen Mauerwerksverbände nimmt so stetig ab, sie werden meist nur imitiert.

Trotzdem entstehen von Zeit zu Zeit neue Verbandsformen: Das seit April 2014 angebotene KeX-System für Backsteinmauerwände für zyklische Schubbelastungen (verursacht durch Horizontalkräfte, die vor allem bei Erdstössen in rhythmischer Folge auftreten) ist eine Antwort auf die gestiegenen Sicherheitsansprüche gegen Erdbebenrisiken. Üblicherweise werden Backsteinwände mit durchgehenden Lagerfugen und versetzten Stossfugen vermauert. Belastungsversuche an Testkörpern zeigen, dass die Druckfestigkeit von Backstein in der Richtung der Lagerfugen nur etwa 40 Prozent zu deren senkrechter Richtung entspricht, und dass die Zugfestigkeit des Ziegels nahezu vernachlässigbar ist. Beim KeX-System der Keller Ziegeleien sind die Fugen nun genau

umgekehrt angeordnet: Über die Höhe der ganzen Wand durchlaufende Stossfugen und versetzte Lagerfugen in Verbindung mit halbsteinhohen Betonelementen im Boden- und Deckenbereich. Deren Verankerung mit Federstahldornen verleiht dem Mauerwerksverband die dreifache Widerstandskraft gegen die Einwirkung von Schubkräften und macht aus dem Mauerwerk ein Bauteil mit quasi duktilem, also biegsamem Tragverhalten. Erstaunlich ist, wie gering die technische Abweichung von der gewohnten Erstellungsweise bleibt, und dass weder neuer Mauer Mörtel noch neue Steine notwendig sind.

Andere Steinformen

Neben dem Mauerwerksverband liegen auch beim Stein selbst technologische Gestaltungsspielräume. Der Herstellungsprozess von Backsteinen variiert vor allem bei der Formung des Backsteinrohlings: Handgeformt und einzeln mit Holzrahmen in die gewünschte Form gedrückt oder maschinell, durch ein formgebendes Mundstück gepresst und in der Höhe geschnitten. Peter Zumthor hat für sein Kölner Kolumba-Museum mit Petersen Tegl, einer Ziegelmanufaktur in Dänemark, einen handgefertigten Stein mit ungewöhnlichen Dimensionen entwickelt. Durch das gewählte Verfahren wurde die Einzigartigkeit jedes Steins betont. Für die London School of Economics liessen die Dubliner Architekten O'Donnell + Tuomey durch die Ziegelwerkstätte Coleford Brick & Tile etwa 100 verschiedene Formsteintypen von Hand fertigen. Für Backsteine maschineller Produktionsart ist lediglich ein anderes Mundstück erforderlich, um ein neuprofiliertes Backsteinformat zu erzeugen. Doch nach welchen Kriterien soll diese Form konzipiert werden?

Einsteinmauerwerke aus stark durchlöchernten Backsteinen haben durchgehende Lager- und Stossfugen. Die Wärmeleitfähigkeit des Backsteins ist um ein Mehrfaches geringer als diejenige der Mörtelfugen. Der Stossfugenversatz des Z-Steins ist ein Versuch, diese bauphysikalische Schwachstelle zu verbessern.

Materialtechnologische Überlegungen stehen am Ausgangspunkt für den Trockenmauerstein, der von Andreas Kramer, Professor der Hochschule der Künste in Bremen zusammen mit der dortigen Materialprüfungsanstalt entwickelt wurde: Porenbetonsteine werden zur Zeit kaum rezykliert. Ein Rücknahmenetz für Abbruch aus Porenbeton befindet sich erst im Aufbau, sodass durch neue Verfahren

bald Rezyklatsteine hergestellt werden können. Der Trockenmauerstein stellt dabei nur eine mögliche Produktanwendung dar, die sogar ohne Mörtel oder Kleber auskommt.

Selbsttragende Fassade

Anlässlich des neuen Erweiterungsbaus für das Kunstmuseum in Basel von Christ und Gantenbein haben die architektonischen Möglichkeiten der Sichtbacksteinmauer eine neuerliche Aktualisierung erfahren: Die aus anderthalb Steinen bestehende, 14 bis 16 Zentimeter dicke äussere Schicht aus 5 Zentimeter hohen dänischen Vollziegeln ist scheinbar konventionell mit Bügelankern an die tragende Innenschale zurückgebunden. Die Lagerfugen sind armiert, die Ecken mit Formsteinen ausformuliert. Doch geht man um das Gebäude herum, findet sich keine einzige Dilatationsfuge. Auch wenn die Faustregel, das 40 bis 60-fache der Mauerstärke als maximale Mauerlänge zuzulassen, strapaziert wird, sind zehn bis zwölf Meter die maximale Fassadenlänge ohne Dilatationsfugen. Wie kann diese überschritten

werden? Innovative Konstruktionskonzepte und Berechnungen der zuständigen Bauingenieure ZPF aus Basel sowie Verifizierungen durch Belastungsversuche an der Fachhochschule Nordwestschweiz ermöglichen diesen diskreten, aber höchst effektiven Kunstgriff. Das Bauwerk stellt durch die kontinuierliche Fassadenabwicklung ohne Störungen durch Dilatationsfugen glaubhaft einen homogenen, massiven Körper dar. Die so erzeugten kolossalen Wandflächen bringen die Feinheit des Mauerwerkverbandes, die variierende Chromatik der Backsteine und ihrer Fugen auf lange unerreichte Art zur Geltung. Sogar programmierbare LED-Leuchtbänder konnten in das Fugenbild eingearbeitet werden, ohne die Qualitäten der Wand zu schmälern. Die Bedeutung dieser Fassade liegt in der Erweiterung der architektonischen Möglichkeiten des Backsteinbaus durch seine technologische Aktualisierung.

Dem Architekten und ETH-Professor Hans Hofmann wird das Zitat nachgesagt: «Wenn der Backstein heute erfunden würde, so wäre er wohl die grosse Sensation des Baumarktes.» Recht hat er! —

Daniel Mettler, geboren 1965 und *Daniel Studer*, geboren 1962, leiten gemeinsam die Dozentur für Bautechnologie und Konstruktion (www.buk.arch.ethz.ch) am Departement für Architektur der ETH Zürich.

Résumé

A double coque et quand même tektonique?

L'actualité de la technique de la brique

Le progrès technique et des nouvelles exigences sont des incitations à réinventer constamment la technique de la brique. Les constructions à deux coques peuvent désormais être produites de manière rationnelle par des briques encastrées dans une matrice en béton. La position de la pierre dans l'association et une construction détachée de la façade permettent des innovations architecturales par l'utilisation de robots industriels ou de nouveaux modèles mécaniques pour le calcul des enceintes de pression. Une construction maçonnée traditionnelle, mais de conception nouvelle, avec des joints verticaux traversants et des joints d'assises décalés, permet de mieux absorber les forces horizontales induites par un tremblement de terre. Des pierres spéciales complexes, façonnées à la main, rendent possible de difficiles géométries de bâtiments; il est de plus possible de recycler des briques et de leur trouver de nouveaux champs d'utilisation. Une paroi en brique auto-porteuse et non dilatée, équipée de LED, est mise en valeur, urbanistiquement parlant, dans le nouveau Kunstmuseum de Bâle.

Summary

Twin-leaf but Tectonic?

Brickwork technology today

Technical progress and new demands made on buildings are repeatedly the motors of new inventions in brickwork technology. At present twin-leaf constructions can be produced rationally by making the outer leaf of bricks that are embedded in a concrete matrix. The position of the brick in the bond and a construction that is separated from the facade make architectural innovations possible through the use of an industrial robot or through new mechanical models for calculating pressure shells. A traditionally laid but newly developed bond with continuous vertical joints and stepped horizontal joints can better absorb the horizontal forces arising from an earthquake. Hand-made, complex special bricks make difficult building geometries possible; specially shaped, industrially produced bricks promise recyclability and new uses, for instance in laying out gardens. In the new building for the Kunstmuseum in Basel a self-supporting brick wall without an expansion joint and equipped with LED exerts a strongly urban presence.