

## Verhalten von mit Riemchen verklebten bzw. angemörtelten Außenwandbekleidungen im Gebrauchszustand – Einflussnahme der keramtechnischen Eigenschaften auf den Haftverbund zwischen den Riemchen und dem Trägermaterial (Unterkonstruktion)

Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ)

<b>Projektnummer</b>	<b>AiF 19123 N</b>
<b>Projektförderer</b>	<b>BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)</b>
<b>Durchführung</b>	<b>Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF)</b>
<b>Projektleitung</b>	<b>Michael Ruppik und Holger Kreth</b>

### Hintergrund

Im Neubau und im Rahmen der energetischen Sanierung des Bestandes werden in erheblichem Maße Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) verwendet. Diese auf Mineralwolle oder EPS (Polystyrol) basierenden Systeme werden teilweise mit Ziegelriemchen beklebt. Da die Bauweise des Wärmedämmverbundsystems nicht normativ geregelt ist, erfolgt die Errichtung über Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). In den Zulassungen werden unter anderen normativ zu ermittelnde Eigenschaften wie eine maximal zulässige Wasseraufnahme von  $\leq 6$  bzw.  $\leq 3$  Massen-% des Riemchens sowie ein mittlerer Porenradius  $\geq 0,2 \mu\text{m}$  und Porenvolumen  $\geq 20 \text{ mm}^3/\text{g}$  der haftverbindenden Riemchenoberfläche (Rückseite) gefordert. Eine vergleichbare Situation wird auch im Zusammenhang mit der DIN 18515-1: 2017-08 „Außenwandbekleidungen – Teil 1: Grundsätze für Planung und Ausführung - Teil 1: Angemörtelte Fliesen oder Platten“ angetroffen, die aktuell durch den Normenausschuss Bauwesen NA 005-09-35 AA überarbeitet wird. Im Vergleich zu WDVS ist der Haftverbund durch Anmörtelung der Riemchen unmittelbar auf ein unverputztes oder verputztes Mauerwerk oder Beton mit einer Haftzugfestigkeit von  $\geq 0,50 \text{ N/mm}^2$  zu gewährleisten.

Die Festlegung der oben genannten Grenzwerte der spezifischen Produkteigenschaften in Zulassungen und Normen resultiert auf Kenntnissen, die auf einer geringen Datenbasis aus bis dato vorliegenden Arbeiten und Fachbeiträgen zu dieser Thematik beruhen. In Bezug auf die Anwendbarkeit im System sind die Forderungen zumindest teilweise nicht durch physikalische Zusammenhänge zu erklären. Insofern werden keramische Riemchen, deren Eigenschaften im Rahmen von Entwicklungsarbeiten der letzten Jahre bedingt durch Veränderungen in den Herstellungsverfahren und durch rohstoffseitige maßgeblichen Änderungen unterliegen, vielfach aus dem Wettbewerb von Fassadenverkleidungen im z.B. WDV-System verdrängt bzw. ausgeschlossen.

Es soll der Nachweis geführt werden, dass die zurzeit bestehenden technischen Vorschriften in Bezug auf die Haftzug- bzw. Haftscherfestigkeit zu einschränkend für das Produkt und dessen Vermarktung sind und mittelfristig eine flexiblere Anwendung von keramischen Riemchen erreicht werden. Langfristig ist eine normative Regelung für Riemchen anzustreben, die derzeit eine Deklaration über die DIN EN 14411 für Fliesen und Platten ablösen könnte und eine weitere Vereinfachung der Anwendung durch die Normung des Produktes bringen würde.

## Durchführung

Das gesetzte Forschungsziel erforderte einen hohen Aufwand an Untersuchungen, die durch die Beteiligung von zwei Forschungseinrichtungen dem Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und dem For-



schungsverein für Ziegel und Klinker e. V. (FVZK) erbracht worden sind. Im Einzelnen wurden Prüfungen der Haftzugfestigkeit mit keramtechnisch verschiedenen Riemchen bzw. in Kombination mit unterschiedlichen Träger- bzw. Verbundmaterialien durchgeführt. Hierbei galt es an Systemen mit Bekleidungen von keramischen Riemchen, hergestellt mit stranggezogener Presshaut (ohne und mit Profilierung der haftvermittelnden Rückseite) oder durch Sägeschnitt und orientierend auch mit Spaltriemchen (siehe Abbildung 1) die Einflussnahme materialspezifischer Scherbeneigenschaften auf die Haftzug- bzw. Haftscherfestigkeit zu untersuchen.

Abbildung 1: Unterseite extrudierter Pressriemchen (links), gesägtes Riemchen (Mitte) und Spaltriemchen (rechts)

Zur Herstellung des Haftverbundes zwischen den Riemchen und dem Ansetzmörtel bzw. der Unterkonstruktion ist ein handelsüblicher Ansetzmörtel verwendet worden. Hierzu erfolgte eine Sichtung der vom Hersteller für das jeweilige System empfohlenen Materialien und eine Prüfung der Haftzugfestigkeit nach DIN EN 12004-2. Dieser entsprechend wurde zunächst das System Riemchen/Beton insgesamt vier unterschiedlichen Lagerungsbedingungen wie Trocken-, Wasser-, Warmlagerung und Frost-Tau-Wechsel-Belastung unterzogen und anschließend die Haftzugfestigkeiten ermittelt.

Um der Einflussnahme unterschiedlicher Verbundsysteme auf den Haftverbund nachzugehen kamen drei Riemchentypen C/Z/B zum Einsatz, die einerseits im Haftverbund mit wärmedämmenden Unterkonstruktionen wie Mineralwolle, EPS und Holzfaserplatten und andererseits mit mineralischem Trägermaterial wie unverputzten und verputzten Ziegelmauerwerk sowie mit Beton nach Trockenlagerung sowie nach Frost-Tau-Wechsel-Belastung der Prüfung auf Haftzugfestigkeit unterzogen wurden. Da insbesondere ein ausreichender Haftverbund beim Einsatz von Riemchen mit niedrigen Wasseraufnahmen in Verbindung mit dem Trägermaterial in Frage gestellt wird, wurden zunächst betrieblich hergestellte Riemchen verwendet, deren WA unterhalb von 3,0 Massen-% liegen. In einem weiteren Schritt wurden Riemchen-Rohlinge aus drei Ziegelwerken abweichend von den betrieblichen Bedingungen des Tunnelofenprozesses unter labortechnischen Bedingungen mit drei unterschiedlichen Brenntemperaturen gebrannt. Die Temperaturhöhe im Garbrand wurde jeweils so eingestellt, dass für alle Riemchentypen Porositäten erzielt werden konnten, die den Bereichen der Wassergehalte von  $\leq 3$ ,  $>3$  bis  $\leq 6$  und  $> 6$  bis 10 Massen-% entsprechen. Parallel hierzu wurden die Prozesse erfasst, die eine Dehnung oder Schwindung des keramischen Scherbens verursachen. Eigenschaften die dieses Verhalten beeinflussenden sind im Wesentlichen das chemische Quellen und der Wärmeausdehnungskoeffizient, sowie die bei Frost-Tau-Wechselbelastung stattfindende Gefrierdehnung. Diese Eigenschaften bzw. dieses Verhalten sind materialabhängig, wobei das Maß der thermischen Dehnung von der maximal erreichbaren Beharrungstemperatur, die unter anderem auch durch die Brennfarbe mitbestimmt wird, abhängig ist.

## Ergebnisse

An 24 Riemchensorten, die sich in der Wasseraufnahme, im Porenvolumen, in der Porenradienverteilung und aufgrund der Profilierung in der Rauigkeit der haftvermittelnden Unterseite maßgeblich verschieden sind, wird der Nachweis eines ausreichenden Haftverbundes zwischen dem Riemchen und dem Ansetzmörtel erbracht. Aufgrund der großen Bandbreite der für den Haftverbund normativ benannten maßgeblichen Eigenschaften kann beispielsweise an Abbildung 2 gezeigt werden, dass auch dann eine ausreichende Haftzugfestigkeit vorliegt, wenn fallweise die Grenzwerte nicht eingehalten werden.

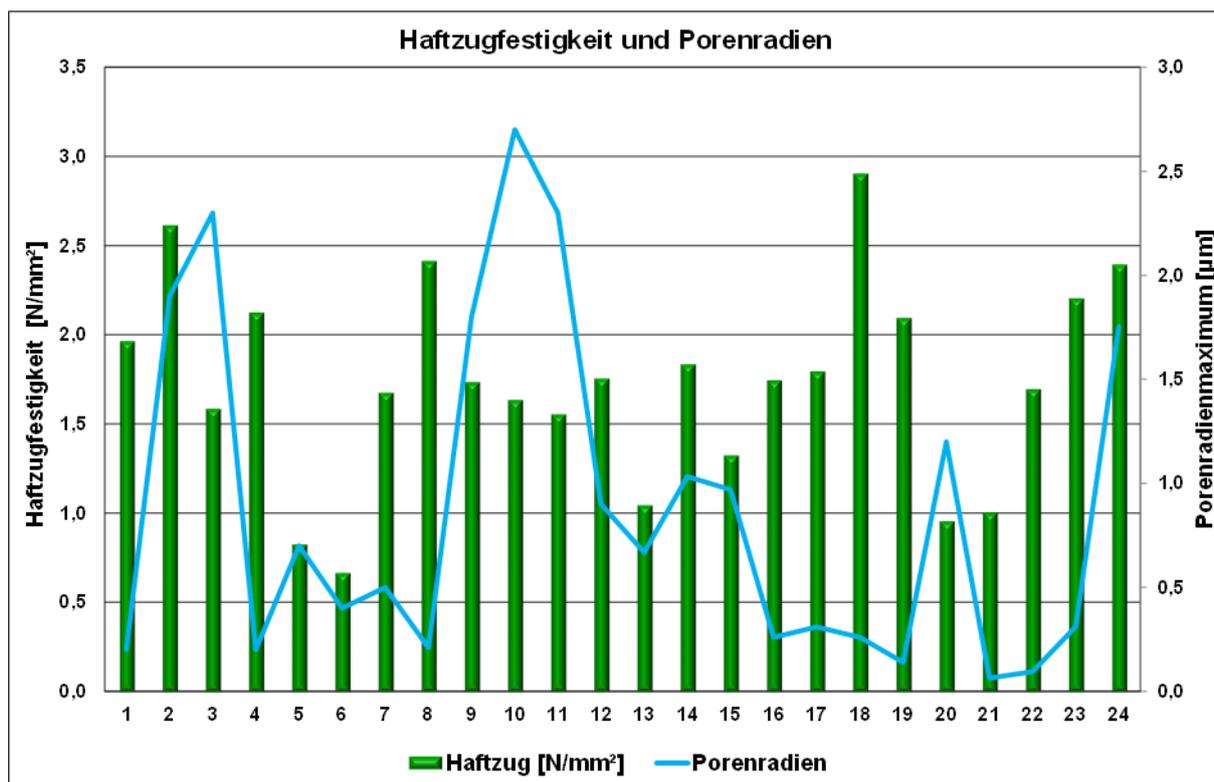


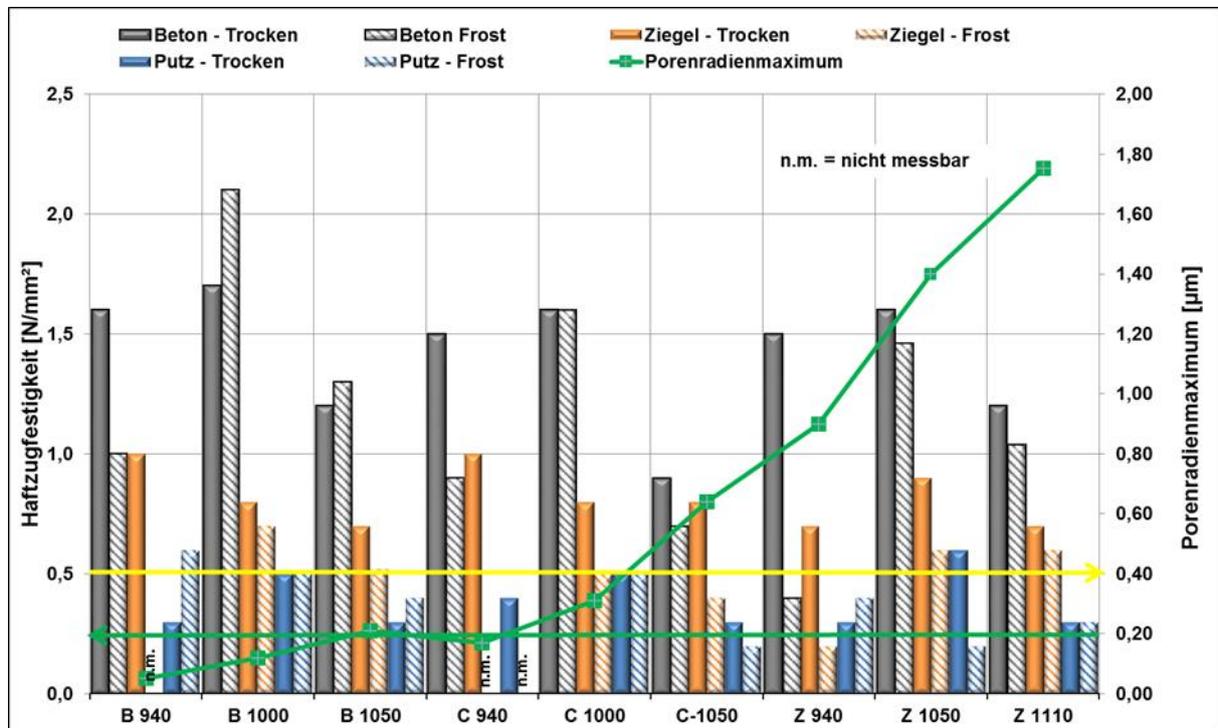
Abbildung 2: Haftzugfestigkeit in Abhängigkeit von dem Porenradienmaximum des keramischen Scherbens von 24 Riemchen

Die Darstellung der Haftzugfestigkeit in Abhängigkeit von den spezifischen Produkteigenschaften wie die Wasseraufnahme, das Porenvolumen und dem Porenradienmaximum zeigen jedoch keinen eindeutigen Zusammenhang. Ursächlich dafür ist zum einen die Tatsache, dass durch die normativ- und zulassungsbedingt zu bestimmenden Eigenschaften, bedingt auch durch das Prüfverfahren, die Beschaffenheit der haftvermittelnden Rückseite der Riemchen nur unzureichend charakterisiert wird. Zum anderen liefern die Ergebnisse der Haftzugversuche den Ansatz, dass entgegen der bis dato aus der Literatur bekannten Meinung die, durch die Formgebung bewusst erzeugte Profilierung (Rauigkeit) im Vergleich zu einer durch Sägeschnitt hervorgerufenen glatteren Riemchenrückseite zur Erhöhung des Haftverbundes beitragen kann. Insofern ist die Sinnhaftigkeit einer Begrenzung des Porenvolumens und des Porenradienmaximums im Zusammenhang mit der Haftzugfestigkeit zwischen der haftvermittelnden Rückseite der Riemchen und dem Mörtel nicht eindeutig gegeben.

Im Zusammenhang mit den Wärmedämmverbundsystemen (Trägermaterial Mineralwolle, EPS oder Holzfaserverplatte) wird ein Versagen zwischen Ansetzmörtel und armierten Unterputz erst bei Zugfestigkeiten > 0,08 N/mm<sup>2</sup> vor und nach Frost-Tau-Belastung nachgewiesen. Bei mineralischem Trägermaterial wird der Haftverbund maßgeblich durch die Versagenskriterien der Unterkonstruktion bestimmt. Im Falle von Beton ist der Haftverbund zwischen Ansetzmörtel und Trägermaterial ausreichend hoch, um ein Versagen

zwischen Riemchen und Mörtel zu erzeugen. Im Falle von Ziegel bzw. Putz versagt das Trägermaterial, wobei entsprechend Abbildung 3 nur beim Trägermaterial Leichtputz die Grenze von  $0,5 \text{ N/mm}^2$  unterschritten wird.

Abbildung 3: Haftverbund zwischen Riemchen und mineralischem Trägermaterial vor und nach Frost-Tau-



#### Wechselbeanspruchung in Abhängigkeit von dem Porenradienmaximum

In diesem Zusammenhang ist die Frage zu stellen, inwieweit die Festlegung der Haftzugfestigkeit mit einem Grenzwert von  $0,5 \text{ N/mm}^2$  auch für den Verbund zwischen Ansetzmörtel und mineralischen Trägermaterial, also dem Ziegel bzw. dem Putz heranzuziehen ist. Inwieweit die Festlegung einer niedrigeren Haftzugfestigkeit auch für Systeme mit einem mineralischen Trägermaterial anwendbar ist, die mit  $0,08 \text{ N/mm}^2$  für WDV-Systeme vorgeschrieben ist, ist in den Normengremien zu diskutieren. Hier wird die Frage nach der Notwendigkeit einer Ausgleichsschicht ohne und mit Armierung zwischen Trägeroberflächen (Ziegel oder Putz) und dem Ansetzmörtel aufkommen. Einerseits obliegt der Armierungsschicht die Aufgabe eine ebene Fläche für die Fassadenbekleidung zu schaffen und andererseits das Trägermaterial vor zu hohem Feuchteintrag bei Bewitterung im Gebrauchszustand zu schützen. Der Haftverbund zwischen Riemchen und Ansetzmörtel ist nachweislich erbracht und liegt weit oberhalb des Verbundes zwischen Mörtel und Trägermaterial.

Das IGF-Vorhaben 19123 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ), das vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und vom dem Forschungsverein für Ziegel und Klinker e. V. (FVZK)) durchgeführt wurde.

**Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.**

Der 78 Seiten lange Schlussbericht kann bei der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. in Berlin angefordert werden.