

Erweiterung der
Einsatzmöglichkeiten von
wärmedämmendem
Ziegelmauerwerk durch Erhöhung
des Feuerwiderstandes bei
unterschiedlichen statischen
Ausnutzungsgraden auf Basis eines
vereinfachten Nachweisverfahrens
Kurzfassung zum Schlussbericht IGF-Vorhaben 21484 N

Essen, den 08. Dezember 2023

1 HINTERGRUND

Aktuell kann der Nachweis für die Feuerwiderstandsfähigkeit für Mauerwerk durch großformatige Feuerwiderstandsprüfungen, rechnerisch oder durch die Anwendung von Bemessungstabellen erbracht werden. Der einfachste, kostengünstigste und schnellste Weg der Klassifizierung ist die Anwendung von Bemessungstabellen gemäß der DIN EN 1996-1-2/NA. Allerdings schließen die Tabellen der Norm wärmedämmende Hochlochziegel aufgrund von Faktoren wie einer zu hohen Rohdichteklasse oder durch die Verarbeitung mit Dünnbettmörtel aus.

Im Forschungsvorhaben sollen Mindestfeuerwiderstandsklassen für verschiedene Gruppen von wärmedämmenden Hochlochziegeln bei unterschiedlichen statischen Ausnutzungsgraden erstellt werden, wodurch in Zukunft eine schnelle Klassifizierung des Feuerwiderstandes für wärmedämmende Hochlochziegel erfolgen kann. Die Erarbeitung einer Alternative für die aufwendigen großformatigen Feuerwiderstandsprüfungen in Form von kleinformatigen Feuerwiderstandsprüfungen soll entwickelt werden. Sofern Herstellern die Mindestfeuerwiderstandsklassen nicht ausreichen, können die neu entwickelten oder konventionelle großformatige Feuerwiderstandsprüfungen durchgeführt werden.

Zur Erfüllung der genannten Ziele werden neben Versuchen im Normal- und Hochtemperaturbereich bereits in der Vergangenheit durchgeführte Feuerwiderstandsprüfungen mit wärmedämmenden Hochlochziegeln analysiert. Mit Versuchen mit einseitiger Brandbeanspruchung an Mauerwerkskörpern bei verschiedenen Lastniveaus und Schlankheiten wird das Materialverhalten der dünn miteinander vermörtelten Mauerziegel erforscht.

Die Einsatzmöglichkeiten für wärmedämmende Hochlochziegel sollen durch die Forschungsergebnisse erhöht werden, woraus eine Umsatzsteigerung für die kleinen und mittelständischen Ziegelhersteller resultiert. Gleichzeitig wird durch den reduzierten zeitlichen und finanziellen Aufwand für Feuerwiderstandsprüfungen eine zielgerichtete Produktentwicklung sowie -einführung gefördert, was die Wettbewerbsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) steigert.

2 ZIELSETZUNG

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten von wärmedämmenden Ziegelmauerwerk durch eine Erhöhung des Feuerwiderstandes bei unterschiedlichen Ausnutzungsgraden. Neben der Erstellung von Mindestfeuerwiderstandsklassen für die Klassifikation der Feuerwiderstandsdauer soll ein Faktor gefunden werden, mithilfe dessen kleinformatigere Feuerwiderstandsprüfungen auch zur Klassifizierung herangezogen werden können.

3 DURCHFÜHRUNG

Am IZF wurden kleinformatigere Feuerwiderstandsprüfungen mit den Wandabmessungen von 1,5 m in der Höhe und 1,0 m in der Länge und mit einer Wanddicke von 0,365 m durchgeführt. Die gewonnenen Ergebnisse wurden im Anschluss mit denen der unterschiedlich dicken Wände der Feuerwiderstandsprüfungen an der RPTU ($H \times L = 3,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$) verglichen. Mittels der Feuerwiderstandsprüfungen an der RPTU konnte festgestellt werden, dass kein signifikanter Einfluss zwischen der Wanddicke und der Feu-

erwiderstandsdauer bei gleichem Ausnutzungsfaktor vorliegt. Ob dies auch für die kleinformatischeren RILEM-Prüfkörper ($H \times L = 1,5 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$) gilt, ist aktuell nicht erforscht. Somit ist zurzeit nur eine Übertragbarkeit der ermittelten Lasterhöhungsfaktoren für die unterschiedlichen Feuerwiderstandsdauern gemäß Kapitel 10.2 für Wanddicken von $0,365 \text{ m}$ gegeben. Für eine Erweiterung des Anwendungsbereiches müssten am IZF auch Wanddicken ungleich $0,365 \text{ m}$ geprüft werden, um zu schauen, ob die ermittelten Faktoren auf der sicheren Seite liegen.

Durch die Bearbeitung des Forschungsprojektes wurden für wärmedämmende Hochlochziegel Tabellenwerte geschaffen, wodurch eine schnelle und einfache Klassifizierung für den Brandfall erfolgen kann. Dadurch kann auf eine großformatige Feuerwiderstandsprüfung ($H \times L = 3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$) nach DIN EN 1365-1 verzichtet werden. Diese Prüfungen sind sehr zeit- und kostenintensiv. Im nationalen Anhang der DIN EN 1996-1-2 existieren Tabellen, mit Hilfe derer Ziegelmauerwerk unter Berücksichtigung verschiedener Materialeigenschaften in Feuerwiderstandsklassen eingestuft werden kann. Die in der Norm angegebenen Tabellenwerte sind jedoch nur bei Verwendung von Normalmauermörtel und/oder Leichtmauermörtel anwendbar. Für Mauerwerk aus wärmedämmenden Hochlochziegeln, welche üblicherweise im Dünnbettverfahren gedeckelt hergestellt werden, existieren nach aktuellem Stand der Technik keine vereinfachten Tabellenwerte für die schnelle Einstufung in Feuerwiderstandsklassen. Eine Verankerung der im Rahmen des Forschungsvorhabens geschaffenen Tabellenwerte wird angestrebt.

Des Weiteren wurden Lasterhöhungsfaktoren ermittelt. Sollten einem Hersteller die Mindestfeuerwiderstandsklassen nicht ausreichen, kann dieser alternativ zu den großformatigen Feuerwiderstandsprüfungen ($H \times L = 3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$) nach DIN EN 1365-1 auch eine Feuerwiderstandsprüfung an einem RILEM-Prüfkörper durchführen. Diese weisen $1,5 \text{ m}$ in der Höhe und $1,0 \text{ m}$ in der Länge auf. Durch die Lasterhöhungsfaktoren wird die Prüflast auf die kleineren Probekörper angepasst.

Durch das durchgeführte Forschungsvorhaben könnten in Zukunft wärmedämmende Hochlochziegel schnell und kostengünstig für den Feuerwiderstand bei unterschiedlichen Ausnutzungsgraden klassifiziert werden. Durch die kleinformatischeren Feuerwiderstandsprüfungen ist eine Möglichkeit geschaffen worden, wie mit reduzierten Prüfaufwand äquivalente Ergebnisse in Bezug auf die großformatigen Feuerwiderstandsprüfungen ($H \times L = 3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$) erzielt werden können. Mittels dieser Prüfungen sowie den Tabellenwerten für die Mindestfeuerwiderstandsklassen können Ressourcen geschont und Kosten gespart werden. Ebenso kann in Bezug auf die Dauer von Produktentwicklung bis zur Zulassung Zeit eingespart werden.

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen profitieren von diesen Ergebnissen.

4 ERGEBNISSE

Insgesamt wurden an der RPTU neun Feuerwiderstandsprüfungen an Wänden mit einer Nennmaßdicke von 0,365 m durchgeführt. Das Prüfprogramm beinhaltet jeweils drei Versuche mit dem verfüllten Großkammerziegel, drei Versuche mit dem kleingelochten verfüllten Ziegel sowie drei Versuche mit dem unverfüllten Ziegel. Ziel der Feuerwiderstandsprüfungen war es, ein Versagen der 1,0 m langen und 3,0 m hohen Wände über die Zeitspanne von 30 Minuten bis 120 Minuten zu generieren. Zur Erreichung der Zeiträume wurde die zentrisch eingeleitete Normalkraft (Prüflast) jeweils nach jeder Feuerwiderstandsprüfung individuell angepasst. Den nachfolgenden Tabelle können die Prüflasten $NE_{d,fi}$ sowie die entsprechenden Ausnutzungsfaktoren α_{fi} bei einer Berechnung des Bauteilwiderstandes NR_d gemäß dem allgemeinen Nachweisverfahren nach DIN EN 1996-1-1 entnommen werden.

Tabelle 1 Versuchsübersicht Feuerwiderstandsprüfungen 1,0 m breiter Mauerwerkswände mit einer Dicke von 0,365 m mittels ETK

Ziegel	Wanddicke [mm]	f_k -Wert [N/mm ²]	NR_d [kN/m]	$NE_{d,fi}$ [kN/m]	α_{fi} [-]	Prüfdauer [min]
MZ70	364	2,7	649,7	375,0	0,58	82
MZ70	364	2,7	649,7	240,0	0,37	72
MZ70	364	2,7	649,7	200,0	0,31	105
W07 V	362	2,4	573,9	509,0	0,89	39
W07 V	362	2,4	573,9	375,0	0,65	70
W07 V	362	2,4	573,9	280,0	0,49	69
W07 UV	362	2,4	573,9	375,0	0,65	47
W07 UV	362	2,4	573,9	280,0	0,49	65
W07 UV	362	2,4	573,9	200,0	0,35	89

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine grafische Darstellung der aufgeführten Versuchsergebnisse. Es gilt zu beachten, dass die Mauerwerkswände trotz gleicher Prüflast aufgrund von unterschiedlichen Wanddicken und charakteristischen Mauerwerksdruckfestigkeiten unterschiedlich stark beansprucht werden. Daraus können sich bei gleicher Prüflast unterschiedliche Feuerwiderstandsdauern ergeben. Jedoch sieht man in der Tabelle, dass die Unterschiede nicht groß sind.

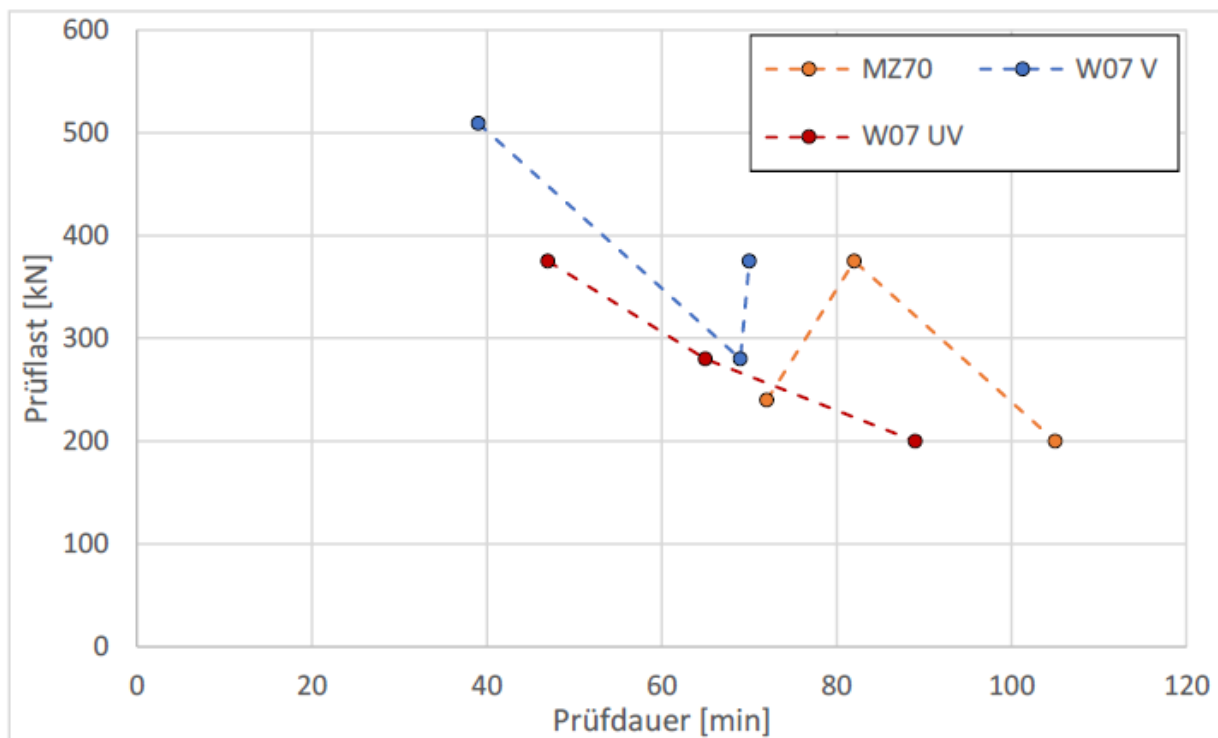


Abbildung 1 Grafische Darstellung der Versuchsergebnisse mit Wanddicken von 0,365m

Die nachfolgende Tabelle enthält die zentrisch aufbrachten Prüflasten sowie die zugehörigen Versagenszeitpunkte für die drei verschiedenen Ziegeltypen, die in IZF geprüft wurden.

Tabelle 2 Übersicht der Daten der kleinformatischen Feuerwiderstandsprüfungen (H x L = 1,5 m x 1,0 m)

Ziegel	Wanddicke [mm]	f_k -Wert [N/mm ²]	NR_d [kN/m]	Prüflast $NE_{d,fi}$ [kN/m]	α_{fi} [-]	Prüfdauer [min]
MZ70	364	2,7	655,2	850	1,30	60
MZ70	364	2,7	655,2	700	1,07	124
MZ70	364	2,7	655,2	512	0,78	141
MZ70	364	2,7	655,2	375	0,58	161
W07 V	362	2,4	579,2	512	0,88	58
W07 V	362	2,4	579,2	460	0,79	198
W07 V	362	2,4	579,2	425	0,73	145
W07 V	362	2,4	579,2	365	0,63	128
W07 UV	362	2,4	579,2	512	0,88	71
W07 UV	362	2,4	579,2	485	0,84	99
W07 UV	362	2,4	579,2	460	0,79	123
W07 UV	362	2,4	579,2	375	0,65	154

Das nachfolgende Diagramm zeigt eine grafische Darstellung der Versuchsergebnisse. Ebenfalls in dem Diagramm aufgeführt sind die versuchstechnisch ermittelten Tragfähigkeiten bei Raumtemperatur der einzelnen Ziegeltypen, welche der Tab. 2 entnommen werden können. Dadurch wird sichtbar, inwiefern die gewählte Prüflast und die Dauer der Brandbeanspruchung mittels der ETK einen Einfluss auf die Tragfähigkeit besitzt.

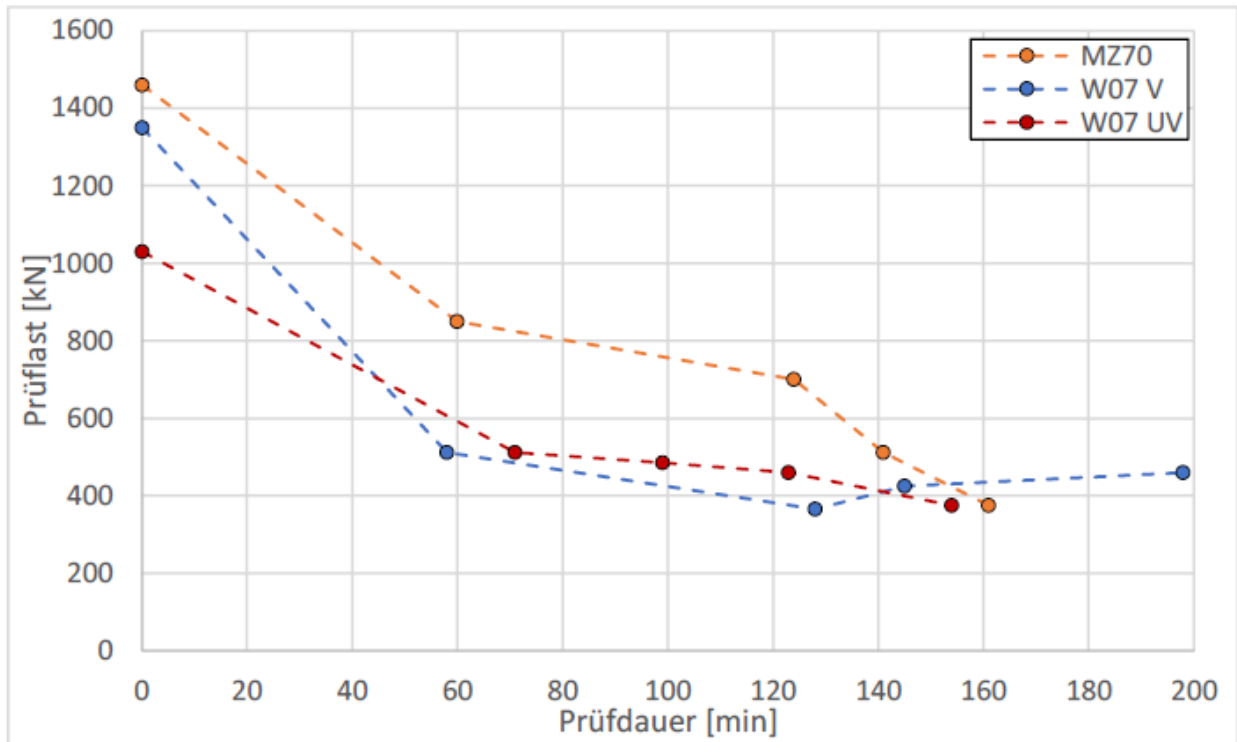


Abbildung 2 Grafische Darstellung der Versuchsergebnisse der kleinformigen Feuerwiderstandsprüfungen (H x L = 1,5m x 1,0 m)

Das Projekt ist eine Kooperation der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V.(FGZ), das vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und dem Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) durchgeführt wird. Das IGF-Vorhaben 21484 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klima aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages