

Wärmebeharrung und Feuchtigkeitsverhalten - zwei wichtige Gebrauchswerteigenschaften von kleinformatischen Wandbaustoffen

(Heat inertia effect and Moisture characteristics - two important Serviceability properties for small-size wall building materials)

M. RÖHRS, Dr.-Ing.

Institut für Bau- und Grobkeramik Weimar, DDR (GDR)

Zusammenfassung:

Am Beispiel von zwei Gebrauchswerten wird dargestellt, welches Erzeugnis für welches Anwendungsgebiet den günstigsten Effekt aufweist. Zur Wärmebeharrung wird als neue Kenngröße die Temperaturengleichungsarbeit eingeführt. Für den Gebrauchswert Feuchtigkeitsverhalten wird eine kumulative Bewertung der wesentlichen Eigenschaften angewendet.

Die vorgestellten Ergebnisse sind Teil einer Komplexuntersuchung der kleinformatischen Wandbaustoffe zur Ableitung von Effektivitätsrangfolgen.

Summary:

For two serviceability properties it is presented, which product in which field of application has the best effect. For the valuation of the heat inertia effect as a new characteristic factor the temperature equalization energy is introduced.

For the moisture characteristics a summarized figure of the most essential properties is applied. The presented results can be considered as a part of a complex investigation of the small-size wall building materials for creating an order of precedence of efficiency.

Der Begriff der kleinformatischen Wandbaustoffe beinhaltet alle Baustoffe, die ohne mechanische oder maschinelle Unterstützung von einer Arbeitskraft zur Herstellung von Mauerwerken - überwiegend von Wänden - verarbeitet werden können. Ihre maximale Größe wird somit bestimmt durch die Forderung, daß die Steine nach Größe und Gewicht bequem mit zwei Händen zu verarbeiten sein müssen.

Das bedeutet, daß ich bei meinen Ausführungen über die keramischen Wandbaustoffe hinausgehe und auch z. B. die Kalksandsteine, Betonhohlblocksteine und Gasbetonhandmontagesteine in die Betrachtung mit einbeziehe.

Es ist einleuchtend, daß der Gebrauchswert von kleinformatischen Wandbaustoffen von einer ganzen Reihe von Eigenschaften bestimmt wird, wobei ich hier nur Druckfestigkeit, Frostwiderstand, Wärmedämmung, Schalldämmung, Feuerwiderstand, Sichtwirkung oder Maßgenauigkeit als Beispiel erwähnen möchte. Darüber hinaus ist für eine Wertung auch eine Relation zum jeweiligen Verwendungszweck erforderlich.

Zwei weitere wichtige Gebrauchswerteigenschaften, die in besonderer Beziehung zu dem hier behandelten Konferenzthema der Wärmeigenschaften der Gebäude und Energieeinsparungen stehen, sind die Wärmebeharrung und das Feuchtigkeitsverhalten.

Ich habe diese beiden Parameter für meinen Vortrag ausgewählt, da diese sich bisher - im Gegensatz zu den meisten der eingangs genannten Eigenschaften - einer exakten zahlenmäßigen Bewertung weitestgehend entzogen haben oder nur unvollständig beschrieben werden konnten.

Im Ergebnis unserer Untersuchungen haben wir nun eine Methode entwickelt, aus der sich ein Wertmaßstab auch für diese - betrachtet man sie im Zusammenhang - für das Wohlbefinden der Menschen in Aufenthaltsräumen sehr wichtigen Gebrauchswerteigenschaften der kleinformatischen Wandbaustoffe ableiten läßt.

Der Gebrauchswert Wärmebeharrung ist für den Sommerzustand von Außenmauerwerken und geschlossenen Räumen zutreffend und beeinflußt somit die Klimatisierungsaufwendungen wesentlich.

Die bisherigen Methoden und Vorschriften geben als Maß dieser Eigenschaft die Temperaturamplitudendämpfung an. Dieser Wert ist der Quotient aus der täglichen Temperaturamplitude der Außenluft und der auf der Innenoberfläche der Konstruktion entstehenden Temperaturamplitude. Teilweise wird auch von einem Temperaturmodul ausgegangen, in welchen die sommerliche Wärmebelastung außen und die Temperaturstabilität auf der Innenseite verknüpft sind. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß es auch Quellen gibt, die nur den Wärmeleitwiderstand eines Mauerwerkteiles als eigenschaftskennzeichnend ansehen.

Alle die genannten Methoden gehen jedoch letztlich von einem stationären Zustand aus und vernachlässigen die Phasenverzögerung - also die temporäre Komponente der Bewertung.

In der diesem Vortrag zugrunde liegenden Arbeit /1/ wurde nun erstmalig eine einen Gebrauchswertvergleich ermöglichende Kenngröße vorgestellt; sie besteht aus dem Produkt aus der Menge der gespeicherten Energie und der Zeit, die aus einer Hüllkonstruktion die halbe gespeicherte Energie abfließen läßt, wenn die vorher aufgebaute Temperaturdifferenz plötzlich beseitigt wird. Die beiden Faktoren dieses Produkts gehen auf BRUCHMAYER 1940 und HOFBAUER 1941 zurück, die multiplikative Verknüpfung und damit die Einbeziehung des quantitativen und temporären Anteils wurde von MÜLLER 1978 vorgestellt /1/. Es ergeben sich folgende Proportionalitäten:

$$\text{gespeicherte Energie } W_1 \sim \varrho \cdot c$$

$$\text{abfließende Energie } W_2 \sim \frac{\varrho \cdot c}{\lambda}$$

wobei ϱ = Dichte in $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

c = spezifische Wärme in $\text{Ws} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

λ = Wärmeleitfähigkeit in $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Die gewünschte Kenngröße ergibt sich dann mit

$$P = W_1 \cdot W_2$$

und sie stellt einen Relativwert zur Kennzeichnung des möglichen Raumtemperaturausgleichsverhaltens je Volumeneinheit des

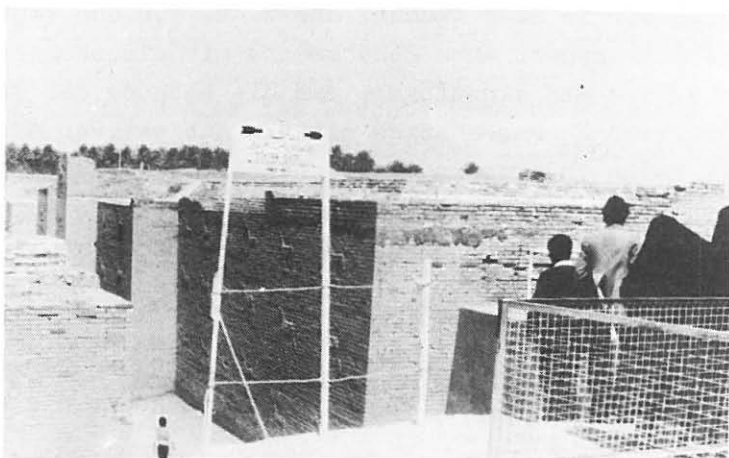
Mauerwerkes dar. In der Tabelle 1 möchte ich Ihnen die Zahlen-
te für die Berechnung des Parameters Wärmebeharrung für eine Aus-
wahl kleinformatiger Wandbaustoffe vorstellen.

Tabelle 1

Relativwerte zur Qualität des möglichen
Raumtemperaturausgleichsverhaltens P

Baustoff	Dichte ρ	spez. Wärme c	Wärmeleit- fähigkeit λ	P in $10^{10} \frac{W \cdot s^2}{m^2 \cdot K}$	Wich- tung P in %
Gasbeton- stein	900	1050	0,30	297,7	46,0
Hartbrand- ziegel	1900	920	0,93	326,9	61,1
Mauerziegel	1850	920	0,81	357,6	77,0
Hochloch- ziegel	1100	920	0,49	209,0	0
Kalksand- stein	1900	920	1,05	291,0	42,5
Beton- hohlblock	1900	1050	0,99	402,0	100

In der letzten Spalte wurde eine Wichtung der Wandbaustoffe un-
ternommen, indem einfach der beste Wert mit 100 % und der
schlechteste Baustoff mit 0 % in Ansatz gebracht wurde. Man er-
kennt, vom Betonhohlblockstein abgesehen, die bemerkenswert gu-
te Stellung der Mauervollziegel hinsichtlich der Wärmebeharrung
und es verwundert nicht, daß unsere Vorfahren und dazu möchte
ich Ihnen das Bild 1 zeigen, das die Prozessionsstraße im alten
Babylon zeigt, sich mit dicken Ziegelwänden ein angenehmes
Raumklima - trotz hoher Außentemperaturen und Mangel an air-
conditioning - verschaffen konnten.



Diese Aussage gilt insbesondere im Zusammenhang mit dem Feuchtigkeitsverhalten der kleinformatigen Wandbaustoffe, dem ich mich nun zuwenden möchte.

Auch hier handelt es sich um eine sehr komplexe Eigenschaftsstruktur, da es mehrere Bedingungen sind, die von einem Baustoff als Gebrauchswert zu erwarten sind; diese sind:

- der Widerstand, den ein Baustoff gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zeigt, welcher durch Diffusionswiderstandsfaktor μ des jeweiligen Mauerwerkes repräsentiert wird
- die Bedingung, daß die eingedrungene Feuchtigkeit rasch wieder abgegeben wird; zuzuordnen der Austrocknung nach innen und dargestellt in der Entlastungsfeuchtigkeit g_E und
- der Fähigkeit des kapillaren Feuchtigkeitstransportes von feuchter zu trockener Oberfläche.

Ich möchte mich hier nicht mit der inneren Struktur der verschiedenen kleinformatigen Wandbaustoffe befassen, die die genannten Eigenschaften qualitäts- und quantitativ bestimmen. Es geht wieder darum, einen zusammenfassenden Bewertungsmaßstab vorzulegen.

Bei der Erarbeitung dieses Maßstabes sind wir davon ausgegangen, eine einfache und direkte Betrachtungsweise des Feuchtigkeitsverhaltens zu erzielen, die die in bisherigen Veröffentlichungen

zumeist übliche Darstellung der Einzeleigenschaften überwindet. Dabei mußten wir in Kauf nehmen, daß z. B. für den kapillaren Feuchtigkeitstransport auch Schätzwerte mit einbezogen werden mußten; aber ich muß hinzufügen, daß die Methode der Bewertung eines objektiven Zusammenhanges mittels subjektiver Einschätzungen - wenn keine anderen in ausreichender Qualität verfügbar sind - noch immer die günstigste Lösung für ein Gesamtproblem darstellt und letztlich auch die objektive Sachlage widerspiegelt.

Für die von mir bereits in Tab. 1 dargestellte Auswahl von kleinformatigen Wandbaustoffen ergeben sich somit die nachstehenden Bewertungen - Tabelle 2.

Tabelle 2

Gebrauchswertrelationen zum Verhalten
der Baustoffe bei Feuchteeinwirkung

Baustoff	Diffusions- widerstand μ		Entlastungs- feuchtigkeit ϵ_E		Kapillar- transport 0...100	Gebrauchs- wert- relation Ø 0...100	
	-	%	kg.a.m ⁻³	%	%	%	%
Gasbetonstein	8,0	27	225	100	0	42	0
Hartbrandziegel	30,0	100	70	31	50	60	75
Mauerziegel	9,5	32	148	66	100	66	100
Hochlochziegel	2,0	7	200	89	80	59	71
Kalksandstein	25,0	83	120	53	30	55	54
Betonhohlblock- stein	20,0	67	200	89	10	55	54

In der Tabelle 2 sind die einzelnen Gebrauchswertteile und die daraus als gemittelte Addition hervorgegangene Gesamtrelation sichtbar.

Die Dominanz der keramischen Baustoffe hinsichtlich des besten Feuchteverhaltens wird hier besonders deutlich und man darf nicht vergessen, daß die Luftfeuchtigkeit in einem umbauten Raum sehr entscheidend für das Wohlbefinden ist und andererseits -

sofern das nicht gegeben ist - für die Klimatisierung mitunter sehr beträchtliche Kosten entstehen und somit die Wahl des geeignetsten Baustoffes von entscheidender Bedeutung ist.

Abschließend zum Komplex des Feuchteverhaltens möchte ich darauf hinweisen, daß die exakte Bewertung der Entlastungsfeuchtigkeit sowie die Ermittlung von Maßstäben für den Kapillartransport ein weiterführender Arbeitsgegenstand der Bauphysik ist. Für letzteren scheinen die von HENS /2/ auf dem 4. Mauerwerkskongreß 1976 in Brüssel vorgestellten Ergebnisse, den kapillaren Wassertransport mit Hilfe eines Wasserabsorptionskoeffizienten zu beschreiben, eine gute Arbeitsgrundlage zu sein.

Wie ich bereits eingangs erwähnte, sind die hier von mir näher vorgestellten Gebrauchswerte Wärmebeharrung und Feuchtigkeitsverhalten nur zwei in einer Reihe von qualitätsbestimmenden Eigenschaften. Im Rahmen einer komplexen Untersuchung aller wertbestimmenden Parameter der kleinformatigen Wandbaustoffe haben wir Eignungsrangfolgen ermittelt, welcher Baustoff hinsichtlich welcher Eigenschaft, bezogen auf den beabsichtigten Einsatzzweck, am geeignetsten ist. Ausgehend von daraus ermittelbaren Gebrauchswert/Kosten-Relationen, die natürlich aus jeweiliger Landessicht unterschiedlich sind - genauso wie Transportfragen, Rohstoffbedingungen, Energieträgerbereitstellung - ist damit eine Methodik vorhanden, die Aufkommensstruktur der wichtigsten kleinformatigen Wandbaustoffe zu planen, was das Marktverhalten und die Absatzbarkeit mit einbezieht. Für die Ziegelindustrie ist dabei auch wichtig, entsprechende Schlußfolgerungen dort zu ziehen, wo der Einsatz nichtkeramischer Wandbaustoffe effektiver ist.

Literatur

- /1/ MÜLLER, B. Intensivierungseffekte beim Einsatz kleinformatiger Wandbaustoffe mit Hilfe der Gebrauchswert-Kosten-Analyse
Diss., HAB Weimar, 1978
- /2/ HENS, H. Die hygrischen Eigenschaften von Ziegeln
Vortrag 2.a.10, 4. Internationale Mauerwerkskonferenz, Brüssel 1976