

Wasserdurchlässigkeitsversuche von Zweischalenmauerwerk mit Wärmeisolierung

(Experiments on water tightness of heat insulated cavity walls)

Ass.Prof PENTTI VÄHÄKALLIO, Technische Universität Helsinki,
Finnland.

Zusammenfassung. Zweischalenmauerwerk mit Wärmeisolierung ist eine gewöhnliche Aussenwand in Finnland. Es hat irgendeinmal durch die Aussenschale geregnet. Man hat die Ursache von Mörtel, Mauerstein und Arbeitstechnik untersucht. Es wurde 9 Prüfwände in doppelter Ausfertigung und 3 Wände in Einzel geprüft. Regen mit Überdruck, also bei Sturm, führt zu deutlich grössere Wasserdurchgang als ohne Überdruck.

Abstract. Cavity wall insulated by mineral wool is a usual external wall in Finland. Sometimes has the rain water penetrated through the exterior leaf. The reason has been to try in the mortar, brick and workmanship to find. Nine testing walls, each consisting of two parallel test and three single walls were tested. Rain with additional pressure, as by storm, leads clearly to plenty more penetration than without additional pressure.

1. EINLEITUNG

In Finnland hat man schon über zwanzig Jahre ein Aussenwandssystem mit Wärmeisolierung aus Mineralwolle angewendet, wo mindestens die äussere Schale gemauert ist und mit Drahtanker mit der Innenschale verbunden ist. Die Schalendicke ist gewöhnlich 130 mm - 85 mm und die Isolierung ist von 75 mm zu 150 mm vergrössert worden. In Kleinhäusern ist Zweischalenwand eine tragende Konstruktion aber in Hochhäusern eine Ausfachungswand. Als Drahtanker wurde \varnothing 4 mm korrosionsfeste Drähte 4 Stück pro Quadratmeter angewendet. Als Mörtel wurde früher nur KZ-Mörtel und zwar KZ 50/50/600 oder KZ 35/65/500 aber heute hauptsächlich Mauerbindermörtel M 100/500-700.

Die Zweischalenwand mit Wärmeisolierung hat im allgemeinen gut funktioniert aber im Hochhäusern besonders bei offenen, windigen Plätzen hat es durch die Aussenschale geregnet und sogar Wasser nach Innen eingedrungen. Die Wasserdurchlassstellen sind immer bei Fenster- oder Türstürzen wo niederrinnen des Wassers verhindert ist, gewesen. Die nähere Ursache ist die Vernachlässigung einer Sperrschicht und die Vernachlässigung für das Wasser die Möglichkeit herauszurinnen ohne schädliche Einwirkungen für die Bauten.

2. VORPRÜFUNGEN

Es wurde zuerst 2 kleine Prüfwände ($2 \times \frac{1}{2} \times 8$ Steine) im bautechnischen Labor der Technische Universität Helsinki gemauert und bewässert um Möglichkeiten zu untersuchen, eine wasserdichte Wand im Labor zu mauern. Es wurde dieselben Ziegel und Mörtel als in einem praktischen Fall in Helsinki angewendet. Beide Prüfwände haben sehr schnell Wasser durchgelassen.

Die Untersuchung wurde mit Mörtelprüfungen fortgesetzt. Es wurde der neue Mauerbindermörtel mit den traditionellen Kalkzementmörteln verglichen und zwar im Verhältnis zu Prismendruckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Haftung und zu Wassergehalt samt zu Änderungen des Wassergehaltes zwischen den Mauersteinen. Saugvermögen und Wasserdichte unter 100 mm Wasserdruck wurde verglichen. Die Prüfungen zeigten, dass die verglichenen Mörtel sehr gleichwertig waren und die Unterschiede auch klein und für Mauerbindermörtel waren.

3. PRÜFWÄNDE

Mörtelforschungen hatten nicht entscheidende Wissen von der Ursachen des Wasserdurchlassens der Wände erklären können. Die Forschung wurde mit so grossen Prüfwänden fortgesetzt, dass auch Arbeitstechnik bei mauern gegen Mineralwolle mitgenommen wurde. Es wurde neun Prüfwände in doppelter Ausfertigung mit Ziegelngemauert und drei Einzelwand mit Kalksandsteinen gemauert. Dieser Bericht handelt später nur um mit Ziegeln gemauerte Wände.

Als variable Grössen waren das Saugvermögen der Ziegel, das Ziegelformat und Wanddicke, Mörtel und Arbeitstechnik. Die Arbeit wurde in obengenannte Labor von einem Maurer von Praxis gemacht. Auch Fugendicke war in einem Wandpaar grösser als in anderen Wänden.

Es wurde drei verschiedene Mörtel gebraucht und zwar ein Mauerbindermörtel auf der Baustelle gemischt, ein Mauerbindermörtel als Trockenmörtel geliefert und ein Spezialmörtel auch als Trockenmörtel geliefert. Die Mörtel Eigenschaften sind in Tabelle 1. vorgestellt. Die obengenannten Ziegel waren aus drei Zieglereien und zwar Ziegel A und B aus erste, C aus zweite und D, E und F aus dritte Zieglerei. Ziegelmasse und -eigenschaften sind in Tabelle 2 vorgestellt.

Masse, Ziegelsorte, Mörtel und Fugendicke von den Prüfwänden sind in Tabelle 3 vorgestellt.

T A B E L L E 1. MÖRTELBESCHREIBUNG

Hinweis	Mörtelzusammensetzung	Dichte	Biegezug- festigkeit	Druckfest- igkeit	Konsistenz	Luftgehalt
		kg/m ³	MN/m ²	MN/m ²	MO-Zahl	%
I	M 100/600 Baustelle	2075	3,6	13,2	22	13,0
II	M 100/600 Trockenmörtel	2005	1,3	7,6	16	11,0
III	Spezialzementtrocken- mörtel	1860	0,6	2,9	15	15,0

T A B E L L E 2. ZIEGELBESCHREIBUNG

Hinweis	Ziegelsorte, Masse l x b x h mm ³	Dichte kg/m ³		Sauggeschwind- igkeit kg/m ² min.	Saugver- mögen Gew. %	Scheinbare Porosität Vol. %	Druckfestig- keitsklasse MN/m ²
		Brutto	Netto				
A	Lochziegel RT 265 x 128 x 58	1500	2190	0,9	4,8	11	45
B	Lochziegel NRT 265 x 128 x 73	1440	2180	0,7	5,2	11	45
C	Lochziegel NRT 270 x 130 x 75	1280	1720	5,8	20,0	34	25
D	Lochziegel HRT 257 x 123 x 57	1520	1850	2,8	12,8	24	45
E	Vollziegel HT 257 x 123 x 57	1740	1810	2,9	14,5	26	55
F	Lochziegel MRT	1340	1920	2,2	11,4	22	35

T A B E L L E 3. PRÜFWANDBESCHREIBUNG MIT PRÜFERGEBNISSE.

Hinweis	Ziegel Mörtel		Fugen- dicke mm	Prüfwandmasse L x H x D mm ³	Waagerechte Regenmenge		Durchgegangene Wasser ohne Überdruck; mit Überd.	Wasser mit Überd.
					l/h	mm/h	Liter	Liter
1	1a	A I	20	1120 x 1445 x 128	36	22,4	115,5	385,5
	1b	A I	20	1125 x 1440 x 128	36	22,4	20,5	121,5
2	2a	B I	15	1130 x 1530 x 128	36	20,8	13,5	76,5
	2b	B I	15	1125 x 1540 x 128	36	20,8	13,5	72,5
3	3a	C I	15	1120 x 1555 x 130	36	20,7	23,5	442,5
	3b	C I	15	1120 x 1545 x 130	36	20,8	25,5	266,0
4	4a	D II	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	16,0	71,0
	4b	D II	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	63,5	113,0
5	5a	E II	15	1096 x 1508 x 123	36	21,8	63,0	149,0
	5b	E II	15	1080 x 1508 x 123	36	22,1	8,5	176,0
6	6a	F II	15	1170 x 1558 x 85	36	19,8	39,0	187,0
	6b	F II	15	1175 x 1561 x 85	36	19,6	36,5	144,0
7	7a	D III	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	12,5	62,0
	7b	D III	15	1075 x 1510 x 123	36	22,2	14,4	28,5
8	8a	E III	15	1080 x 1510 x 123	36	22,1	10,2	18,4
	8b	E III	15	1080 x 1510 x 123	36	22,1	27,0	69,0
9	9a	F III	15	1170 x 1565 x 85	36	19,7	17,5	83,0
	9b	F III	15	1175 x 1565 x 85	36	19,6	47,6	171,0

4. PRÜFANORDNUNG

Der erste Regentest wurde von zwei Rohre durch kleine Löcher waagrecht an die Wand gespritzt. Wassermenge war 36 Liter in einer Stunde zusammen. Die Versuchzeit war 24 Stunden. Nach Trocknen der Wände wurde der zweite Regentest ausgeführt aber nun mit Überdruck von 200 Pa (20 mm WS), welcher Überdruck ein Sturm simulieren sollte. Der Überdruck wurde mit Hilfe eines Plastsacks angeordnet. Auch der zweite Regentest dauerte 24 Stunden lang.

Mit Hilfe einer Dehnungsstreife konnte man die Zunahme des Wandgewichtes folgen. Durch die Wand geronnene Wassermenge wurde auch gemessen. Das Nasswerden der hintere Seite der Prüfwände wurde mit Automatkamera gefolgt mindestens jede halbe Stunde. Die hintere Seiten der Wände waren mit Kalkauslösung gestrichelt um die Nässe leichter observieren zu können. Bild 1 zeigt die Prüfanordnung.

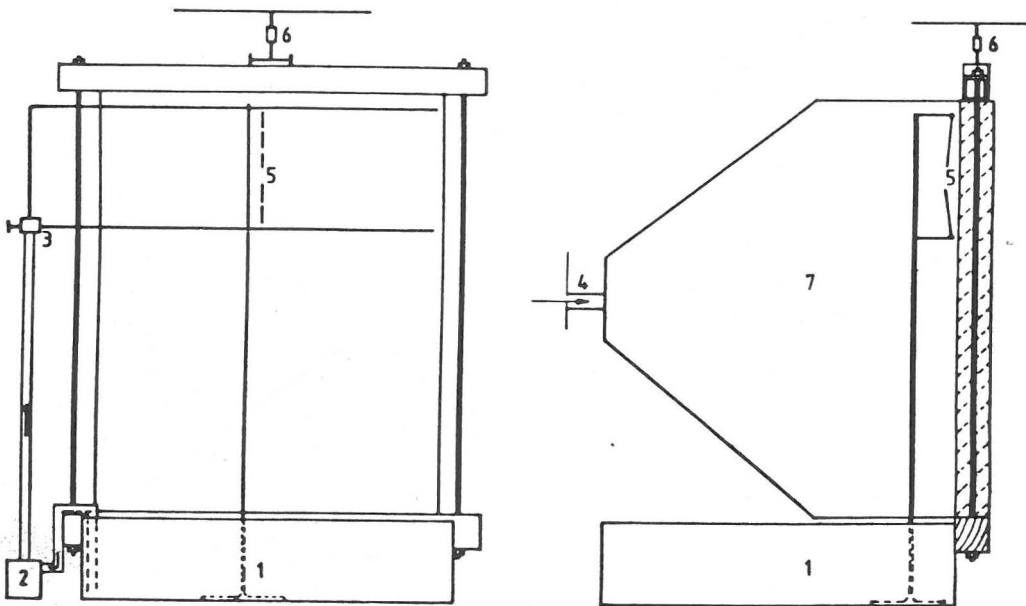


Bild 1. Prüfanordnung. Erklärungen: 1. Wasserbecken, 2. Wasserpumpe, 3. Druckausgleich, 4. Drucklufteingang, 5. Regenrohre, 6. Dehnungsstreife, 7. Drucksack aus Plastfolie.

5. PRÜFERGEBNISSE

Durch die Prüfwände geronnene Wassermengen sind in Tabelle 3 eingeschrieben. Die Zunahme der Wandgewichte ist in Bild 2 dargestellt.

Die Kurven sind Mittelwerte von 2 oder 4 Einzelkurven, der Unterschied zwischen die Gewichtszunahme mit und ohne Überdruck war im allgemein klein, bei Überdruck die Gewichtszunahme war etwas schneller aber der

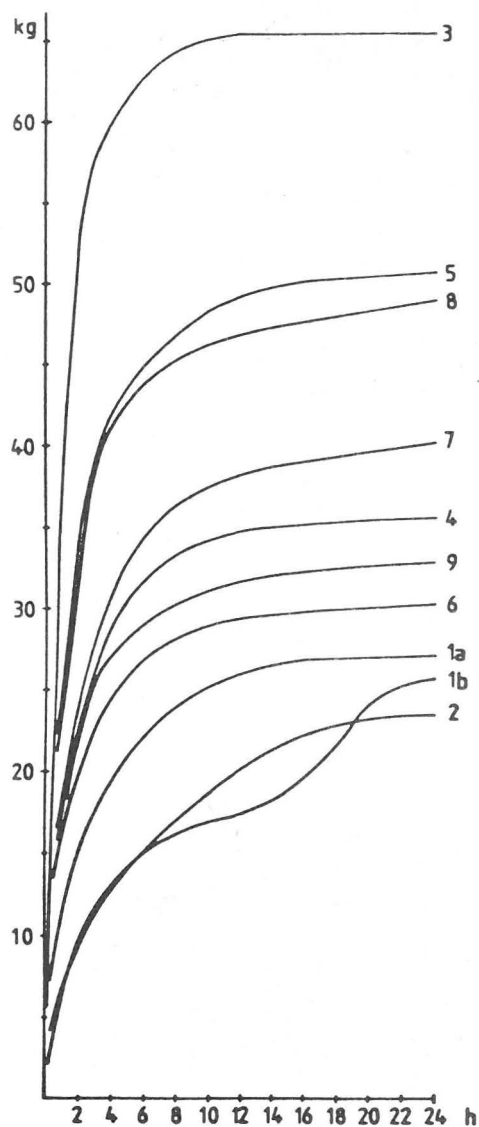


Bild 2. Die Gewichtszunahmen der Prüfwände als Funktion der Zeit.

Höchstwert war derselbe in beiden Regentesten. Zwischen Wand 1a und 1b ist ziemlich gross und hat die Ursache in Arbeitstechnik, weil die erste gemauerte Wand, 1a, ohne besonders ausgefüllte Stossfugen ausgeführt wurde. Die Gewichtszunahme übereinstimmt gut mit dem Saugvermögen der verschiedenen Steine. Es nimmt von drei bis sechs Stunden Zeit von eine Wand sich vollzusaugen.

Von der mit Automatkamera gemachten Aufnahmen wurde der Nässeanteil als Prozent von ganzem Areal der Wand gerechnet mit Zeit von Beginn jeder Prüfung als variable Grösse. Bild 3 zeigt Wände 1..3, Bild 4 Wände 4...6 und Bild 5 Wände 7...9. In allem Bildern ist mit einem ganzen Linie die Regen ohne Überdruck und mit einem gebrochen Linie Regen mit Überdruck dargestellt. Jedes Linie ist Mittelwert von zwei Wänden mit Ausnahme bei Wand 1a und 1b. Bild 6 ist eine Aufnahme von Wand 2b bei Regen ohne Überdruck und Bild 7 bei Regen mit Überdruck eine halbe Stunde von Beginn des Testes. Die Nässe ist deutlich zu sehen und auch der Unterschied zwischen Teste.

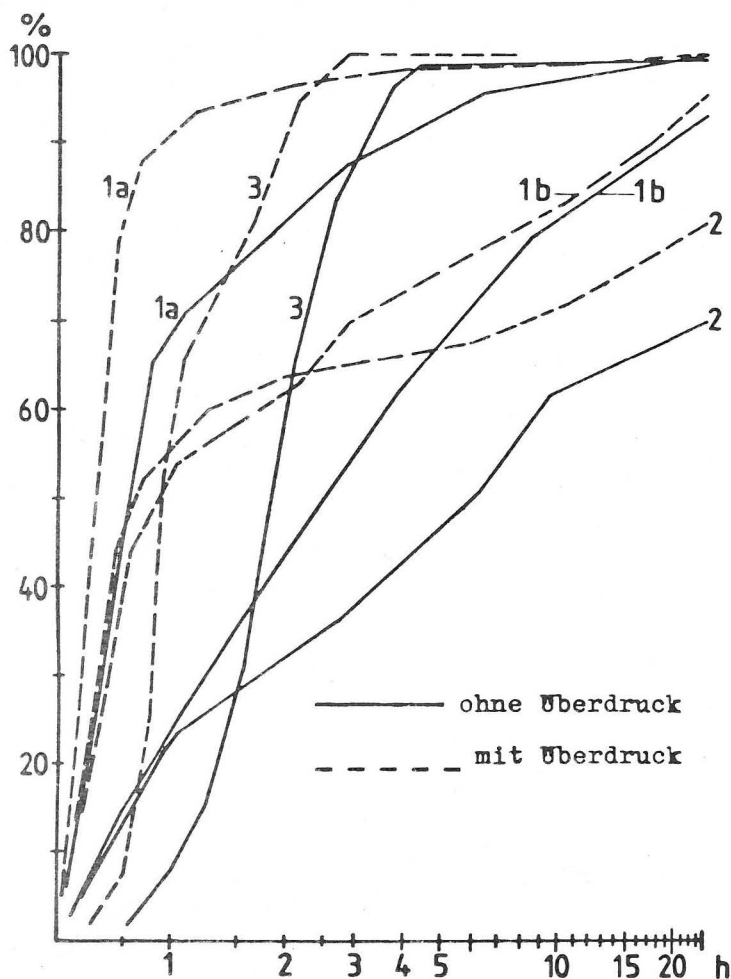


Bild 3. Nässeprozent der Wandhintenseite.
Wände 1...3.

Bild 8 ist eine Aufnahme von Wand 4b bei Regen ohne Überdruck eine viertel Stunde von Beginn des Testes und Bild 9 ist eine Aufnahme von derselben Wand bei Regen mit Überdruck eine halbe Stunde von Beginn des Testes.

Bild 10 ist eine Aufnahme von Wand 7b bei Regen ohne Überdruck und Bild 11 bei Regen mit Überdruck beide eine Stunde von Beginn des Testes.

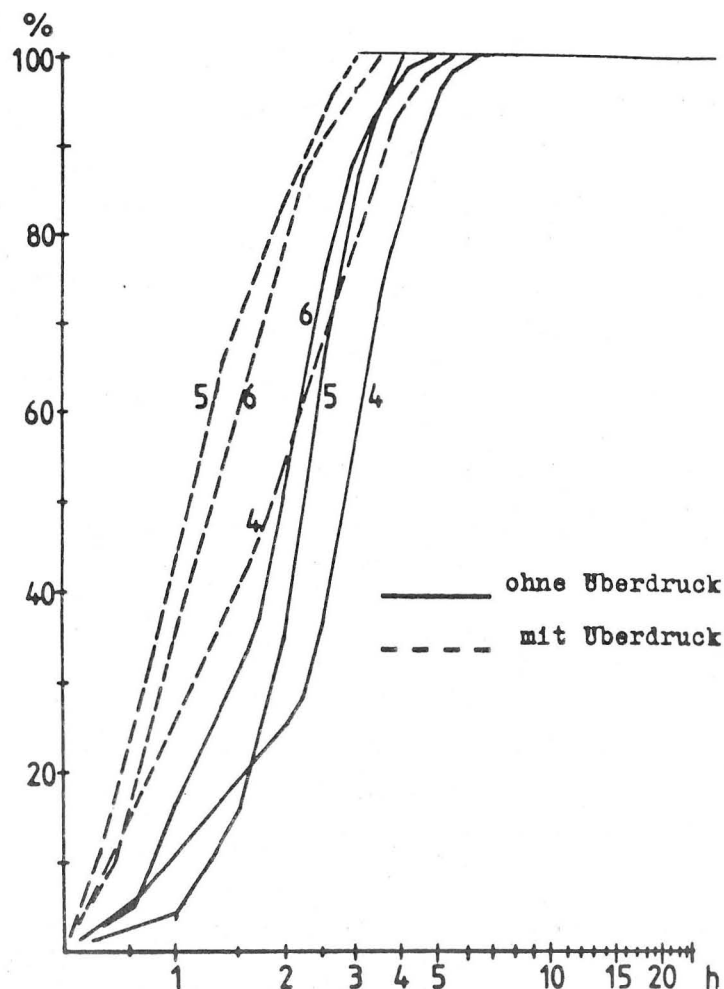


Bild 4. Nässeprozent der Wandhintenseite.
Wände 4...6.

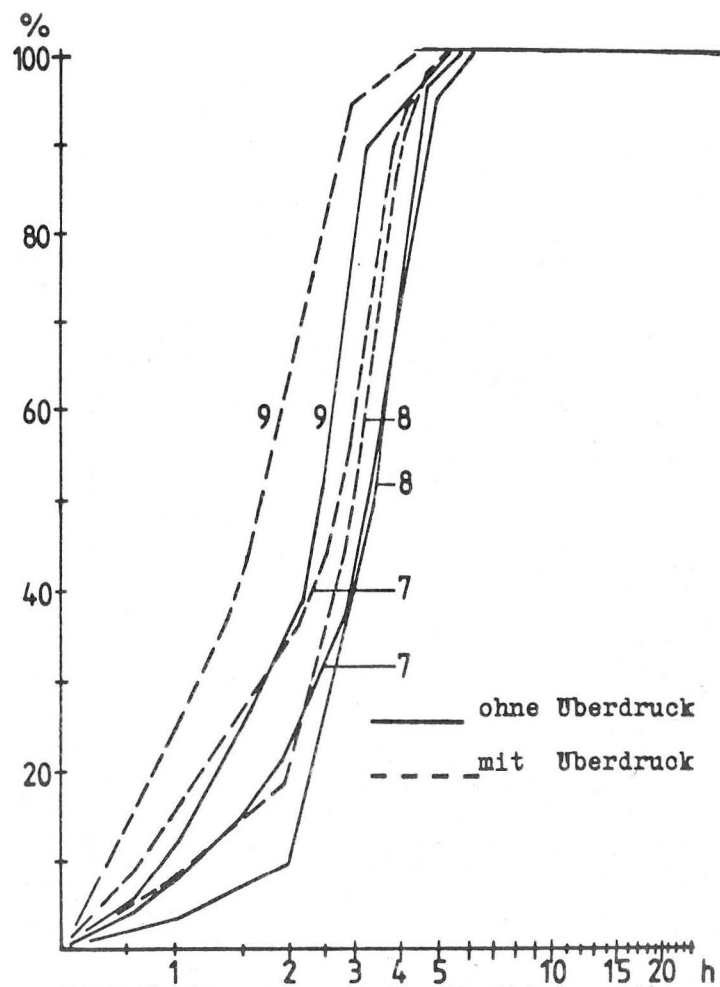


Bild 5. Nässeprozent der Wandhintenseite.
Wände 7...9.



Bild 6. Wand 2b: Regen ohne
Überdruck, eine halbe
Stunde von Beginn.



Bild 7. Wand 2b: Regen mit
Überdruck, eine halbe
Stunde von Beginn.



Bild 8. Wand 4b: Regen ohne Über-
druck, eine viertel Stunde von
Beginn.



Bild 9. Wand 4b: Regen mit Über-
druck, eine halbe Stunde von
Beginn.

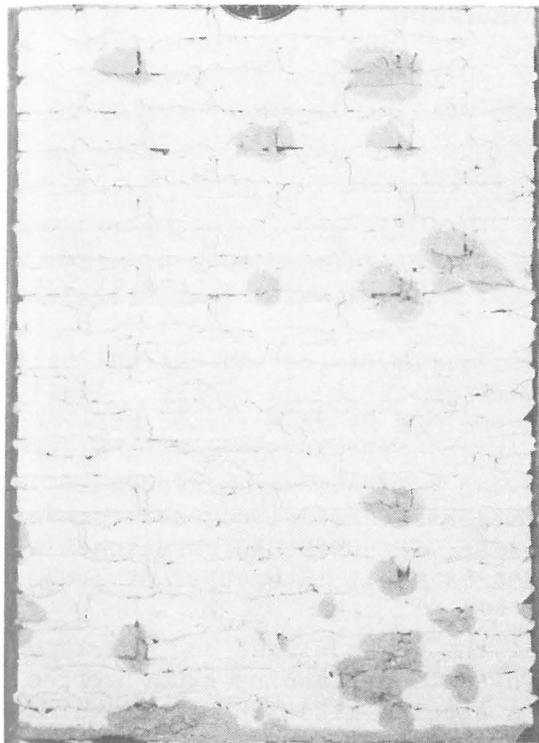


Bild 10.Wand 7b: Regen ohne Überdruck,eine Stunde von Beginn.

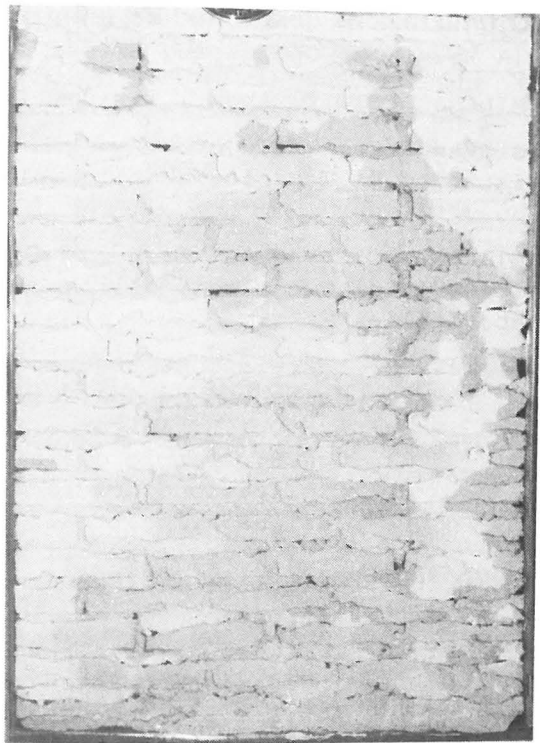


Bild 11.Wand 7b:Regen mit Überdruck,eine Stunde von Beginn.

6. FOLGERUNGEN

Die Prüfserie war im Verhältniss zu der Anzahl der variablen Grössen ziemlich klein und darum lassen die Prüfergebnisse keine weitgehende Folgerungen machen,doch kann einige beachtenswerte Sachen erwähnt werden:

- Es ist schwierig eine wasserdichte Halbsteinmauer zu machen.
- Grosse Saugvermögen der Steine verzögert Wasserdurchgang.
- Sorgfältige Arbeit gibt eine gute Unterlage für Wasserdichtheit.
- Eine zu den Mauersteinen passende Mörtel ist notwendig für dichte Wände.
- Stossfugen sind die Stellen wo Wasserdurchgang immer beginnt.
- Überdruck d.h.Sturm oder Wind bei Regen vervielfältigt durch die Wand geregnete Wassermenge.
- Wanddicke scheint keine entscheidende Ursache zu sein.

Die Forschung wird mit Kalksandsteinwände noch fortgesetzt und auch Ziegelwandprüfergebnisse sind nicht vollständig erklärt worden.
