



IBP-Bericht RKB-10-05

# Mikrobieller Befall an Bauteiloberflächen- Untersuchungen an einem Wärmedämmver- bundsystem mit Holzfaserdämmplatten

Durchgeführt im Auftrag  
GUTEX Holzfaserplattenwerk

Der Bericht umfasst  
6 Seiten Text  
5 Tabellen  
6 Abbildungen

Dr. rer. nat. C. Fitz  
Dr.-Ing. M. Krus  
Mag. rer. nat. W. Hofbauer

Auszugsweise Veröffentlichung nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Fraun-  
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Holzkirchen, 23. September 2005

Stellv. Abteilungsleiter

Dr.-Ing. M. Krus

Bearbeiter

Dr. rer. nat. C. Fitz

Bearbeiter

Mag. rer. nat. W. Hofbauer

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Hintergrund und Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>6</b>

## 1 Hintergrund und Zielsetzung

Die umfangreichen Anstrengungen der vergangenen Jahrzehnte zur Verbesserung des Wärmeschutzes und zur Energieeinsparung haben zu einer Erhöhung der Wärmedämmung von Außenbauteilen geführt. Der Wärmeabfluss von innen durch die Bauteile wird dadurch verringert. Aus bauphysikalischer Sicht steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf der Außenoberfläche einer Fassade dadurch höhere Oberflächenfeuchten einstellen können bzw. Tauwasser sich bilden kann. Die Folge davon ist, dass die zentrale Grundlage für mikrobielle Aktivität, nämlich die Verfügbarkeit von Wasser, in zunehmendem Maß gegeben ist. Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen dienen zur Klärung, in welchem Maße sich der Tauwasseranfall an einem Wärmedämmverbundsystem verringern lässt, indem man anstelle einer Polystyrolämmung eine Holzfaserdämmplatte verwendet.

## 2 Vorgehensweise

Auf dem Freigelände des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik Holzkirchen wird an der Westseite eines Gebäudes ein Wärmedämmverbundsystem angebracht. Es handelt sich um eine Betonwand, bei der eine Fläche mit einer Holzfaserdämmplatte und eine zweite Fläche mit Polystyrol, beide in 10 cm Dicke, gedämmt werden. Auf beiden Flächen wird zur besseren Vergleichbarkeit dasselbe Dünnputzsystem aufgebracht, das aus einem mineralischen Armierungsmörtel und einem mineralischen Deckputz in 2 mm Kornstärke besteht. An diesen Versuchsflächen werden die Oberflächentemperaturen über einen Zeitraum von 3 Jahren kontinuierlich erfasst. Die Temperaturfühler liegen unmittelbar auf der Dämmplatte und werden in den Armierungsmörtel eingebettet. Die Bilder 1 bis 3 zeigen einzelne Arbeitsschritte beim Aufbau der Versuchswände. Im Gegensatz zu den Polystyrolämmplatten werden die Holzfaserdämmplatten zusätzlich mit Dübeln befestigt. In Bild 4 sind die fertig gestellten Versuchsflächen zu sehen, ganz links die Fläche mit Holzfaserdämmplatte, rechts daneben die Fläche mit der Polystyrolämmung. Die Versuchsflächen wurden im Zeitraum von April bis Mai 2002 erstellt.

Die Klimadatenerfassung erfolgt mit der am IBP vorhandenen Wetterstation. Hier werden die Außenlufttemperatur, die relative Luftfeuchte sowie der Schlagregen erfasst.

Der biologische Bewuchs wird nach der in Tabelle 1 beschriebenen Bewertungsskala visuell über den Untersuchungszeitraum verfolgt. Im unteren Bereich der Skala (sehr schwach bis schwach) wird stärker differenziert, um auch kleine Unterschiede erfassen zu können. Dazu gehören auch einzelne punktuelle Verschmutzungen, die mit bloßem Auge kaum wahrnehmbar sind. In den höheren Bewertungsklassen folgt die Skalierung im Wesentlichen dem „Deckungsgrad“ des Aufwuchses.

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Oberflächentemperaturmessungen sind in Tabelle 2 und Bild 5 für den Untersuchungszeitraum zusammengefasst. Angegeben wird die Zeitdauer der Taupunkttemperaturunterschreitung, aufsummiert für die einzelnen Monate. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich auf der Fassadenoberfläche Tauwasser bildet, sobald die Oberflächentemperatur unter die Taupunkttemperatur sinkt. Betrachtet man die Diagramme in Bild 5, so wird deutlich, dass sich auf der Wandfläche mit der Holzfaserdämmung weniger Tauwasser ansammelt im Vergleich zur Polystyrol­dämmung. Am meisten Tauwasser fällt in den Monaten September, Oktober und November an. Im Dezember, Januar und Februar wird die Taupunkttemperatur zwar auch relativ häufig unterschritten, da die Außenlufttemperatur jedoch meist unter 0 °C liegt (Tabelle 3), fällt in diesen Monaten Tauwasser nicht in flüssiger sondern in fester Form als Eis an. Im Frühjahr (März, April, Mai) liegen mittlere Tauwassermengen vor, in den Sommermonaten (Juni, Juli, August) fällt kaum Tauwasser an. Vergleicht man bei den meteorologischen Daten für Holzkirchen in Tabelle 3 Frühjahr und Herbst, so ergeben sich für das Frühjahr niedrigere Außenlufttemperaturen mit geringerer Luftfeuchte als im Herbst. Aufgrund dieser Beobachtungen ist davon auszugehen, dass die Hauptwachstumsperiode für Mikroorganismen der Herbst ist. Bild 6 zeigt die Oberflächentemperaturverläufe der beiden Versuchsflächen im Vergleich zur Taupunkttemperatur am Beispiel einer Tag-Nacht-Periode im September 2004. Die höchsten Oberflächentemperaturen werden auf der nach Westen gerichteten Wandfläche zwischen 16 und 17 Uhr erreicht. Die Fläche mit der Polystyrol­dämmung erwärmt sich etwas stärker als die Fläche mit der Holzfaserdämmung. Danach sinken die Oberflächentemperaturen. Gegen 23 Uhr fällt die Oberflächentemperatur bei der Polystyrol­dämmung unter die Taupunkttemperatur, während die Temperatur bei der Holzfaserdämmung erst gegen 1:30 Uhr unter die Taupunkttemperatur gelangt. Im weiteren Verlauf überschreiten die Oberflächentemperaturen gegen 9 Uhr für beide Versuchsflächen die Taupunkttemperatur.

Fassadenoberflächen werden nicht nur durch Tauwasser, sondern auch durch Regen nass. Betrachtet man neben den Tauwasserzeiten auch die Schlagregendauer, die in Tabelle 2 mit aufgeführt ist, stellt man fest, dass die Versuchsflächen mit Polystyrol überwiegend durch Tauwasser nass sind. Bei den Wänden mit Holzfaserdämmung ist der Unterschied geringer, hier sind die Fassadenoberflächen ähnlich lange durch Regen wie durch Tauwasser nass. Eine Ausnahme bildet das Jahr 2003 mit dem extrem trockenen Sommer, hier wird mehr Tauwasser als Regen ermittelt.

Betrachtet man die Hauptwachstumsperiode, also jeweils die Monate September, Oktober und November, deren Summenwerte in Tabelle 4 aufgelistet sind, fällt die große Schwankungsbreite der Btauungszeiten auf. In diesen drei Herbstperioden variiert bei der Polystyrol­dämmung die Taupunktstundensumme von ca. 250 bis 460 Stunden und bei der Holzfaserdämmung von ca. 150 bis 360 Stunden. Eine mehrjährige Untersuchung ist schon aus diesem Grunde für derartige Untersuchungen anzuraten. Über diese drei Wachstumsperioden gemittelt ergibt die Anwendung der Holzfaserdämmung eine Reduktion der Btauungszeiten von mehr als 30 %. Gerade während dieser Wachstumsperiode sind selbst bei der durch die Ausrichtung nach Westen und den

Standort Holzkirchen gegebene hohe Schlagregenbelastung die Betauungszeiten deutlich größer als die Berechnungszeiten.

Die Fassadenflächen wurden vierteljährlich visuell auf Verschmutzung und Bewuchs untersucht. Bisher konnte an den untersuchten Wandflächen visuell Aufwuchs lediglich bis zur zweiten Stufe, also nur geringe optische Beeinträchtigungen (siehe Tabelle 5) festgestellt werden. Ab dem ersten Bewitterungsjahr fand an den Wandflächen eine geringfügige Veränderung der Beschichtung statt, vor allem kann eine Abwitterung der Oberflächen beobachtet werden. Zwischen den beiden untersuchten Flächen kann hinsichtlich Bewuchs / Verschmutzung bisher kein Unterschied festgestellt werden.

## 4 Interpretation der Ergebnisse

Die im Untersuchungszeitraum durchgeführten Messungen des Oberflächen-temperaturverlaufs belegen eindeutig, dass bei einem Wärmedämmverbundsystem der Ersatz eines konventionellen Dämmstoffes (wie das hier verwendete Polystyrol) durch eine Holzfaserdämmung (aufgrund des deutlich höheren Wärmespeichervermögens) die durch nächtliche Abstrahlung hervorgerufenen Taupunkttemperaturunterschreitungen deutlich abgesenkt werden. Gerade in der Hauptwachstumsperiode für mikrobielles Wachstum auf Fassaden, den Herbst, werden die Betauungszeiten durch diese Maßnahme um mehr als 30 % abgesenkt. Die Messungen zeigen auch, dass die Betauungszeiten für derartige westorientierte Fassaden in diesem Zeitraum deutlich größer sind als die Berechnungszeiten, obwohl Holzkirchen nach [1] zu Beanstandungsgruppe III (starke Schlagregenbeanspruchung) mit Jahresniederschlagsmengen über 800 mm zählt. Dies belegt, dass der wesentliche Mechanismus für die Bildung von Feuchte als Grundlage für biologisches Wachstum die nächtliche Betauung darstellt, da für andere Regionen (Schlagregengebiete) und vor allem für andere Wandausrichtungen die Berechnungszeiten noch drastisch geringer sind. Trotzdem wird gerade auf der Nordseite von Fassaden häufig mikrobieller Bewuchs beobachtet. Folgerichtig führt jede Maßnahme, die die Betauungszeiten reduziert zu einem geringeren Risiko eines Bewuchses. Bedenkt man, dass trotz aller Reklamationen die Mehrheit der mit Wärmedämmverbund-Systemen ausgerüsteten Fassaden ohne Bewuchs sind, bedeutet dies, dass sich die hygrothermischen Randbedingungen gerade in der Nähe der Grenze für biologischen Bewuchs befinden. Eine Absenkung der Betauungszeiten von mehr als 30 % dürfte somit das Bewuchsrisiko wesentlich reduzieren.

Bezüglich der visuell beobachteten Aufwuchsentwicklung (Bewertungsskala) an der Oberfläche des Deckputzes ist bisher keinerlei Unterschied zwischen den unterschiedlich gedämmten Systemen feststellbar. Keine der beiden Dämmarten führt bisher zu einer beschleunigten Aufwuchsentwicklung. Da insgesamt der Aufwuchs noch als gering zu bezeichnen ist, sollte noch eine weitere Periode der Freilanduntersuchung abgewartet werden. Gegebenenfalls können bei einer Ausdehnung der Beobachtungsdauer bisher unerkannte Unterschiede hervortreten. Bei beiden Systemen ist eine leichte Rissbildung und eine deutliche Abwitterung der oberflächlichen Sinterschicht erkennbar.

## 5 Literatur

- [1] DIN 4108, Teil 3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Klimabedinger Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Ausgabe Juli 2001.

Tabelle 1: Visuelle Bewertungsskala für Aufwuchs und Verschmutzung an Bauteiloberflächen.

Einstufung	Bedeutung
-	visuell kein Befall zu erkennen
(+)	nur 1 bis 3 kleine Punkt(e)
+	2 bis wenige deutliche Punkte und/oder blasse - schütterere Flecken bzw. Ablaufspuren (gesamte Ausdehnung unter 5% oder sehr schwach)
+(+)	einige deutliche Punkte bzw. schütterere Flecken, Gesamtausdehnung unter 5% oder sehr schwach
++	zahlreiche Punkte bzw. schütterere Flecken, gesamt 5% bis 25% von deutlichem Bewuchs und Verschmutzung betroffen
++(+)	Aufwuchs/Verschmutzung mäßig bis deutlich, 25% bis 37,5% sind insgesamt deutlich verschmutzt oder bewachsen
+++	Aufwuchs/Verschmutzung deutlich, 37,5% bis 50% der Oberfläche sind deutlich bewachsen oder verschmutzt
+++(+)	deutlich bis stark, 50% bis 62,5% der Aufnahmefläche sind von deutlichem Bewuchs und/oder deutlicher Verschmutzung betroffen
++++	starke(r) Bewuchs/Verschmutzung, 62,5% bis 75% der untersuchten Oberfläche sind deutlich bewachsen bzw. verschmutzt
++++(+)	stark bis sehr stark, 75% bis 87,5% der Fläche zeigen deutlichen Aufwuchs bzw. starke Verschmutzung
+++++	sehr stark, Fläche fast durchgehend bewachsen, 87,5% bis die gesamte Fläche sind von deutlichem Aufwuchs bzw. starken Verschmutzungen bedeckt.

Tabelle 2: Dauer der Taupunkttemperaturunterschreitung und Regendauer.

Monat /Jahr	Messzeitraum [h]	Dauer der Taupunkttemperaturunterschreitung [h]		Schlagregendauer [h]
		Polystyrol	Holzfaser	
August 2002	668	73	23	43
September 2002	672	98	56	65
Oktober 2002	716	101	65	71
November 2002	684	91	63	131
Dezember 2002	671	73	63	67
	3411	436	270	373
Januar 2003	719	86	68	69
Februar 2003	662	132	81	15
März 2003	711	117	84	22
April 2003	663	74	50	15
Mai 2003	466*	34	20	30
Juni 2003	720	25	10	13
Juli 2003	579*	21	10	23
August 2003	743	9	4	16
September 2003	720	109	72	42
Oktober 2003	743	122	96	100
November 2003	719	232	191	53
Dezember 2003	711	186	161	36
	8156	1147	847	434
Januar 2004	718	80	47	64
Februar 2004	696	68	49	28
März 2004	700	84	57	15
April 2004	720	58	36	16
Mai 2004	741	58	42	54
Juni 2004	720	52	33	77
Juli 2004	744	33	11	62
August 2004	744	32	10	52
September 2004	720	86	39	56
Oktober 2004	744	104	68	24
November 2004	720	60	45	44
Dezember 2004	744	149	125	11
	8711	864	562	503
Januar 2005	744	112	82	39
Februar 2005	672	65	46	73
März 2005	743	76	60	20
April 2005	719	64	41	104
	2878	317	229	236



Tabelle 3: Meteorologische Daten für Holzkirchen.

Monat / Jahr	Mittlere Außenlufttemperatur [°C]	Mittlere relative Feuchte [%]	Mittlere Taupunkttemperatur [°C]
August 2002	16,8	80	13,0
September 2002	11,3	85	8,5
Oktober 2002	8,0	83	5,0
November 2002	5,5	88	3,4
Dezember 2002	0,9	92	-0,3
Januar 2003	-2	86	-4
Februar 2003	-5,8	85	-8
März 2003	3,7	70	-1,8
April 2003	6,7	69	0,6
Mai 2003	14,3	76	9,5
Juni 2003	19,8	70	13,5
Juli 2003	18,2	68	11,5
August 2003	19,4	67	13
September 2003	12,2	79	8,2
Oktober 2003	4,7	84	2,0
November 2003	3,7	88	1,8
Dezember 2003	-1,3	86	-3,2
Januar 2004	-2,2	87	-4,0
Februar 2004	0,1	78	-3,5
März 2004	1,4	78	-2,5
April 2004	7,9	72	2,5
Mai 2004	10,0	76	5,4
Juni 2004	14,5	76	9,8
Juli 2004	16,5	76	11,9
August 2004	17,3	76	12,5
September 2004	13,1	80	9,4
Oktober 2004	10,0	86	7,4
November 2004	2,3	88	0,6
Dezember 2004	-1,9	89	-3,5
Januar 2005	-1,3	79	-4,4
Februar 2005	-4,2	87	-6,0
März 2005	1,7	80	-1,6
April 2005	7,9	74	2,8

Tabelle 4: Dauer der Taupunkttemperaturunterschreitung und Regendauer für die Hauptwachstumszeit im Herbst.

Zeitraum	Messzeitraum [h]	Dauer der Taupunkttemperatur- unterschreitung [h]		Schlagregendauer [h]
		Polystyrol	Holzfaser	
Herbst 2002	2072	290	191	267
Herbst 2003	2182	463	359	189
Herbst 2004	2184	250	152	124
Summe	6438	1023	702	580

Tabelle 5: Entwicklung von Bewuchs/Verschmutzung auf den Wandflächen anhand der Bewertungsskala.

	Dämmung Holzfaser mineralischer Deckputz M0a	Dämmung Polystyrol mineralischer Deckputz M0a
Juli 2002	-	-
Oktober 2002	-	-
Januar 2003	-	-
März 2003	-	-
Juli 2003	-	-
Oktober 2003	-	-
Januar 2004	-	-
März 2004	-	-
Juli 2004	-	-
Januar 2005	(+)	(+)
März 2005	(+)	(+)

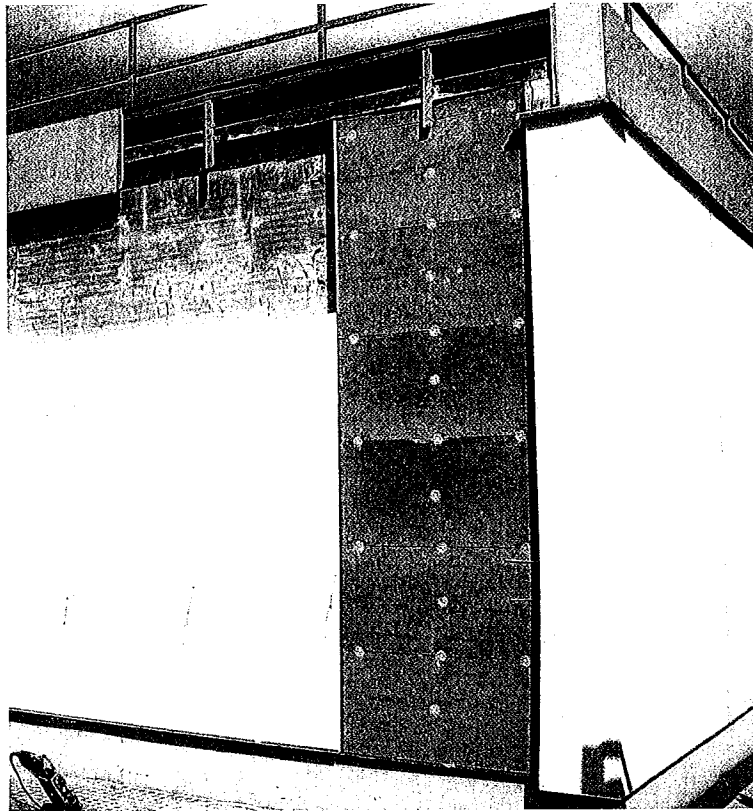


Bild 1: Anbringen der Dämmplatten an der Versuchswand. Links: Polystyrol, rechts: Holzfaserdämmplatte.

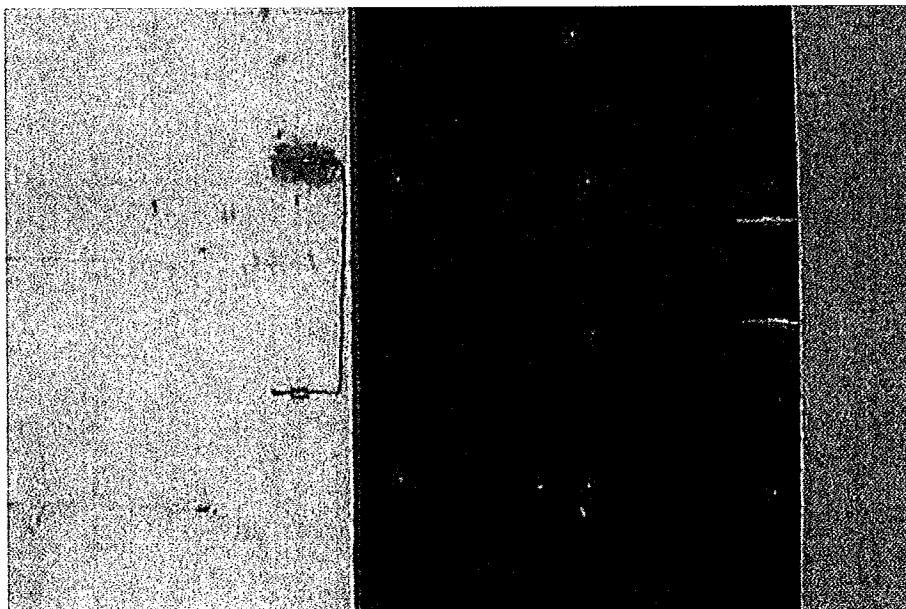


Bild 2: Anbringen der Temperaturfühler auf der Dämmplatte.

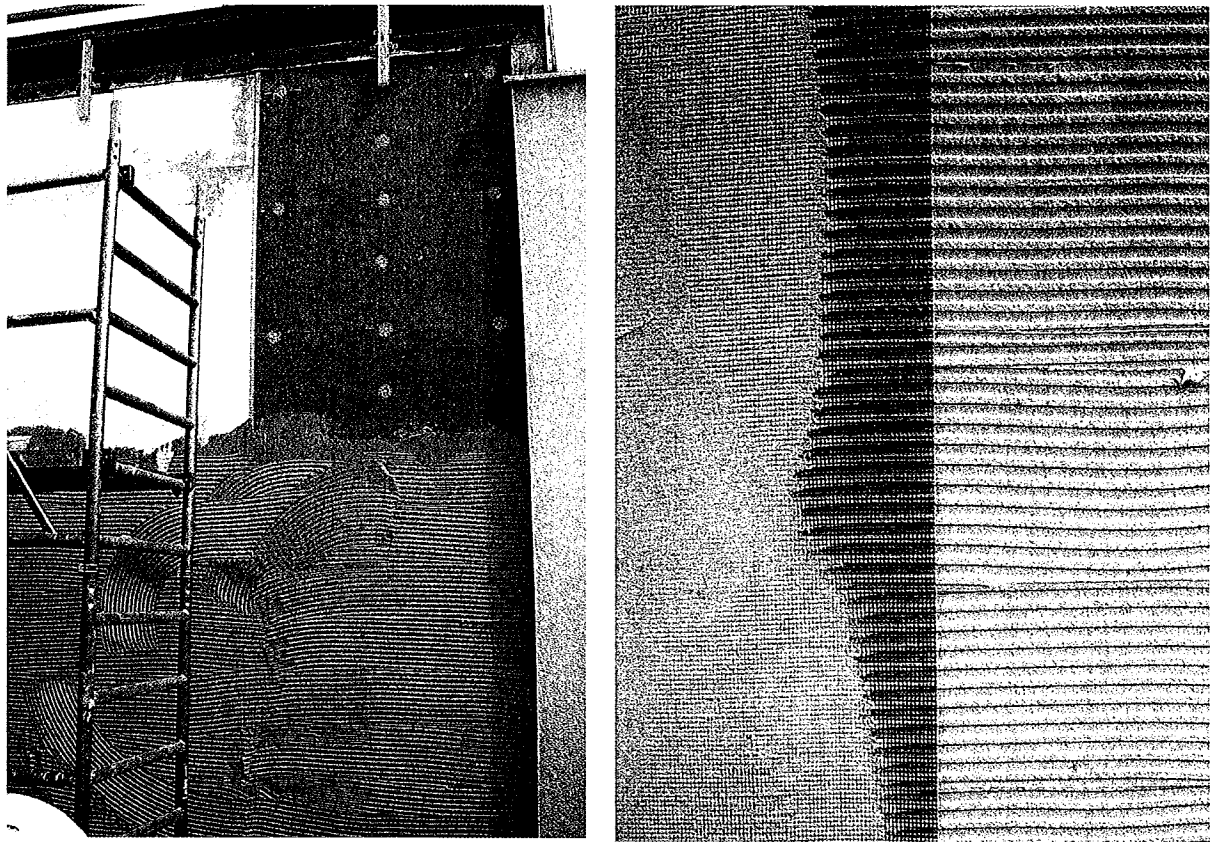


Bild 3: Auftragen des Armierungsmörtels und Einarbeiten des Armierungsgewebes.

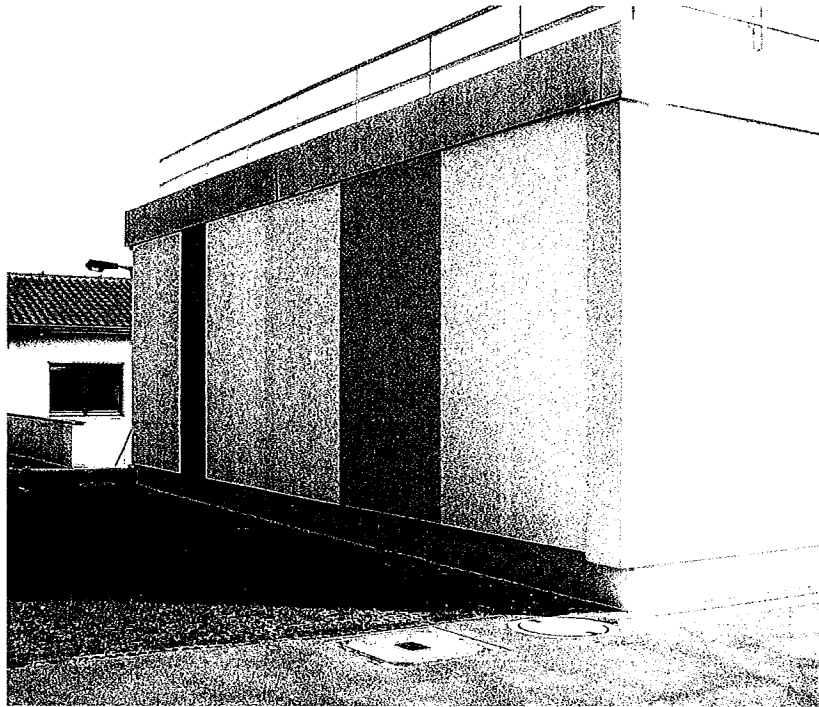
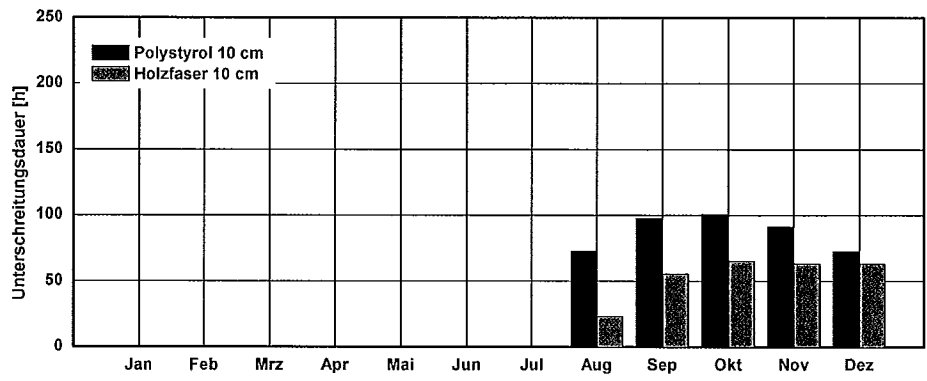
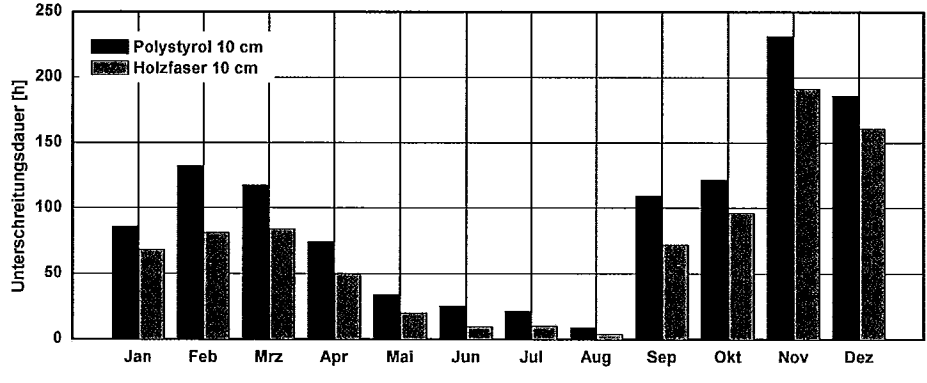


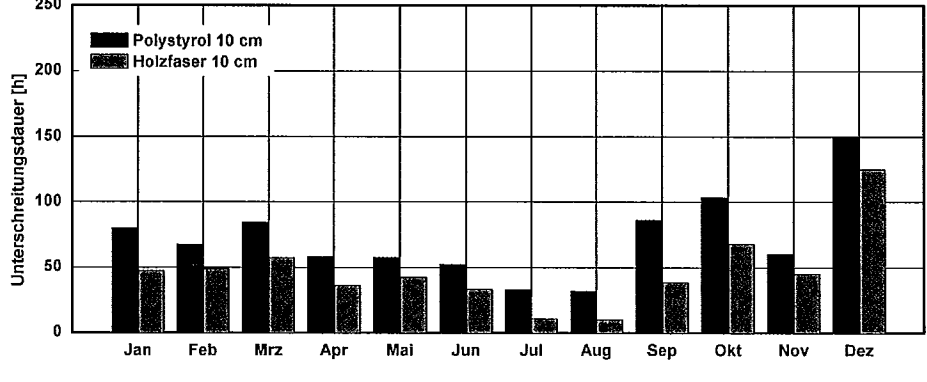
Bild 4: Fotografische Ansicht der fertig gestellten Wandflächen.



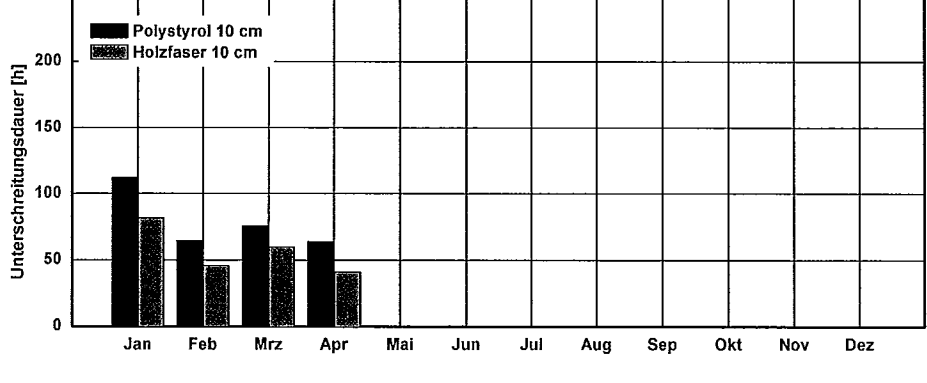
2002



2003



2004



2005

Bild 5: Zeitdauer der Taupunkttemperaturunterschreitung an den Versuchsfleichen für den Untersuchungszeitraum.

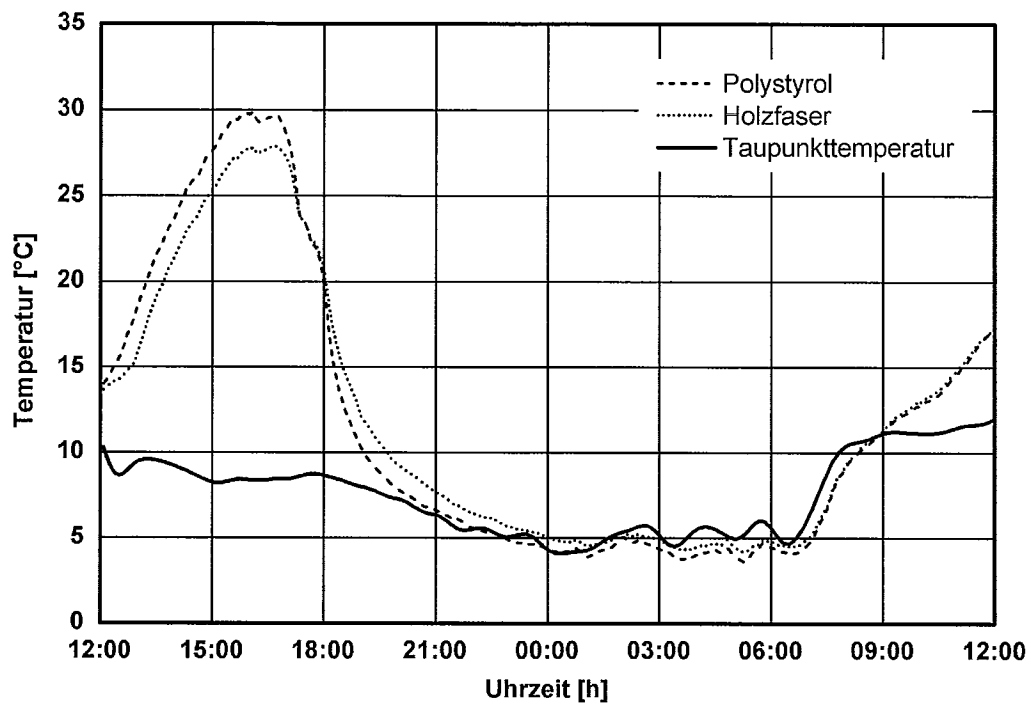


Bild 6: Oberflächentemperaturverläufe der Wandflächen im Vergleich zur Taupunkttemperatur.