

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Prüfbericht P17-329/2011

Ermittlung des hygrothermischen Verhaltens von Fenster-Wandanschlüssen

Auftraggeber:
Dow Europe GmbH
Bachtobelstraße 3
8810 Horgen
Schweiz

Stuttgart, 5. Dezember 2011

1 Einleitung

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart, wurde von der Dow Europe GmbH beauftragt, das hygrothermische Verhalten von Fenster-Wandanschlüssen, ausgeführt mit zwei PU-Volumen-Klebstoffvarianten des Auftraggebers ohne Verwendung von Folien zur weiteren Abdichtung zu untersuchen. Vergleichend wurde eine handelsübliche Fugenausbildung mit Fugenschäum sowie innerer und äußerer Folie unter den gleichen klimatischen Randbedingungen getestet. Hierfür wurden zwei handelsübliche Kunststofffenster praxisgerecht in eine geschosshohe monolithische Außenwand montiert. Die komplette Fassade, bestehend aus der Außenwand und den zwei vollständig eingebauten Fenstern, wurde im Differenzklimasimulator aufgebaut und bei einem Klima von 0 °C auf der Kaltseite und 23 °C/60 % r. F. auf der Warmseite über eine Dauer von 28 Tagen untersucht. Ziel der Untersuchung war die Überprüfung, dass die Fugenausbildung des Auftraggebers allein mit dem jeweiligen PU-Volumen-Klebstoff ohne zusätzliche Dampfbremsschichten und/oder Dichtbändern funktioniert, das heißt, dass es zu keiner unzumutbaren Feuchtebelastung infolge von Tauwasserausfall in der Fuge kommt.

2 Probenahme

Nach Abschluss der Vorarbeiten am Versuchsaufbau im Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart u. a. mit Einbau der Fensterelemente (Bild 1) und Positionierung der Feuchtesensoren im Fugenbereich (Bild 2), wurden vom Auftraggeber im Juli 2011 zwei Arten PU-Volumen-Klebstoff geliefert und durch den Auftraggeber in die Fuge A und C eingebracht (Bilder 3 und 4). Die Fugen B und D dienen zum Vergleich und sind in der letzten Juli-Woche 2011 von einer Fensterbaufirma mit herkömmlichen Materialien und deren üblicher Ausführung vervollständigt worden.

3 Versuchsvorbereitung

3.1 Probekörperbeschreibung

Für die Untersuchung wurde eine Außenwand mit zwei Fensteröffnungen errichtet. Die Gesamtbreite der Versuchsanordnung betrug 4000 mm in der Breite und 2900 mm in der Höhe. In die beiden Fensteröffnungen wurden zwei identische Kunststofffenstersysteme mit Befestigungsschrauben montiert. Die Abmessungen der Fensterelemente betragen jeweils 1250 mm in der Breite und 1500 mm in der Höhe, die Fenstersystembautiefe betrug 88 mm. Die Fugenbreite betrug an allen für die Prüfung relevanten (seitlichen) Fenster-Wandanschlüssen 15 mm. Zur Herstellung paralleler Fugenflanken wurde dabei das Porenbetonmauerwerk vereinbarungsgemäß mit einem Glattstrich versehen. Die Fugen des Auftraggebers sind mit den Buchstaben A und C gekennzeichnet und sind alleine mit PU-Volumen-Klebstoff ausgeschäumt. In Fuge A befand sich der PU-Volumen-Klebstoff mit der Bezeichnung »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167«, in Fuge C befand sich der PU-Volumen-Klebstoff mit der Bezeichnung »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR«. Nach dem Ausschäumen wurde nach einer mehrwöchigen Austrocknungszeit das Mauerwerk und die Fugenstirnseiten innen- und außenseitig verputzt (Bild 5). Die Fugen B und D wurden im Auftrag des Fraunhofer IBP von einem Fensterbaubetrieb mit handelsüblichem PU-Schaum und zusätzlicher Dampfbremse (innen- und außenseitig, feuchtevariabler sd-Wert, ca. 0,2 m bis 15 m) ausgestattet und ebenfalls mit Gipsputz innen und Zementputz außen überputzt (Bild 6).

3.2 Einbau des Probekörpers

Die Versuchsfassade, bestehend aus verputzter Außenwand und vollständig eingebauten Fensterelementen, wurde in den Zweikammerklimasimulator als Trennwand zwischen zwei klimatisierten Räumen, einer Warmseite »WS« und einer Kaltseite »KS« eingebaut. Das Element wurde unten und oben mit Wärme-

dämmung umgeben, um die beiden Klimakammerhälften zu trennen. Die Oberflächen der beschriebenen Prüfstand-Dämmung waren zur Warmseite hin dampfdicht ausgeführt.

3.3 Prüfungsverfahren und Randbedingungen

Die Prüfung der gesamten Versuchsanordnung mit den ausgeschäumten Fensterfugen erfolgte bei einem Klima von 0 °C auf der Kaltseite und 23 °C/60 % r. F. auf der Warmseite über eine Dauer von 28 Tagen (Tabelle 1).

3.4 Messwerterfassung

Zur Überprüfung der oben genannten Kriterien wurden in den Fugen A und C sowie B und D in den seitlichen Fugenbereichen jeweils drei Feuchtesensoren sowie ein Temperaturfühler je Fugenmitte mit eingeschäumt (Bild 2).

Mit strahlungsgeschützten Thermoelementen, Platinwiderstandsthermometern und kapazitiven Sensoren wurden Raumlufttemperaturen und Raumluftfeuchten auf der Warm- und Kaltseite der Prüfanordnung ermittelt. Die Erfassung der Temperaturen und relativen Feuchten erfolgte automatisiert alle 10 Minuten.

Zusätzlich wurden nach Ende der 28-tägigen Prüfung Einzelproben (Bilder 7 und 8) der an den Fugen beteiligten Materialien genommen und der Wassergehalt gravimetrisch über die Darmmethode ermittelt.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Ergebnisse der Feuchtemessungen

In Tabelle 1 sind die Prüfungsrandbedingungen zusammenfassend dargestellt.

In Tabelle 2 sind die Temperaturwerte im Fugenbereich gelistet.

Tabelle 3 enthält die Auswertung der Feuchtesensoren als Mittelwert der 3 Sensoren je Fuge auf Basis der Feuchte- und Temperaturmesswerte im PU-Volumen-Klebstoff des Auftraggebers (Fugen A und C).

Tabelle 4 enthält die Auswertung der Feuchtesensoren als Mittelwert der 3 Sensoren je Fuge auf Basis der Feuchte- und Temperaturmesswerte im Schaum der »Standard«-Vergleichsfuge (Fugen B und D).

Tabelle 5 enthält die Ergebnisse der gravimetrischen Bestimmung des Wassergehalts der an der Fuge A beteiligten Materialien.

Tabelle 6 enthält die Ergebnisse der gravimetrischen Bestimmung des Wassergehalts der an der Fuge C beteiligten Materialien.

Tabelle 7 enthält die Ergebnisse der gravimetrischen Bestimmung des Wassergehalts der an der Fuge B beteiligten Materialien.

Tabelle 8 enthält die Ergebnisse der gravimetrischen Bestimmung des Wassergehalts der an der Fuge D beteiligten Materialien.

Die Bilder 11 bis 13 enthalten die Verläufe der relativen und absoluten Feuchtegehalte im Fugenschaum der untersuchten Fugen A, C und B, D sowie deren Feuchteänderung über die Versuchsdauer von 28 Tagen.

4.2 Tauwasserbildung im Verglasungsbereich auf der Warmseite

Kurze Zeit nach Versuchsbeginn stellte sich im Verglasungsbereich, wie auf den Bildern 9 und 10 zu sehen, eine Betauung ein, die während der gesamten Versuchsdauer zu beobachten war.

4.3 Fugen A und C

Wie der Tabelle 3 entnommen werden kann, lagen die relativen Ausgangsfeuchten der beiden Fugen des Auftraggebers A »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167« und C »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR« bei Versuchstart mit Werten um 60 % relativer Feuchte praktisch auf gleichem Niveau. Die Feuchtegehalte stiegen danach stetig an und hatten nach 28 Tagen Versuchsdauer noch keinen Beharrungszustand erreicht. Trotz der nahezu gleichen Startwerte der relativen Feuchtegehalte in Fugen A und C pendelte sich Fuge C mit »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR« bereits nach einer knappen Woche mit knapp 3 % niedrigeren relativen Feuchtegehalten unterhalb der Fuge A mit »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167« ein. Bild 11 gibt diesen Sachverhalt anschaulich wieder. Die maximalen relativen Feuchtegehalte lagen nach 28 Tagen für Fuge A bei 80 % und für Fuge C bei 77,5 %. Bild 12 zeigt den Verlauf für die absolute Feuchte, die am Versuchsende im PU-Volumen-Klebstoff der Fuge A 4,9 g/kg und in der Fuge C 4,6 g/kg betrug. Die Zunahme der absoluten Feuchte über die 28 Versuchstage betrug bei Fuge A 1,3 g/kg und bei Fuge C 1,1 g/kg.

Die in Bild 13 aufgetragene Feuchteänderung in mg/Tag weist für den PU-Volumen-Klebstoff in Fuge A mit 195 mg/Tag den höchsten Änderungswert aus (Tabelle 3). Fuge C liegt mit 145 mg/Tag im Vergleich niedriger.

Der massebezogene Feuchtegehalt nach Versuchsende betrug für den PU-Volumen-Klebstoff »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167« in Fuge A gemäß Tabelle 4 zwischen 1,6 % und 2,0 %. Die Auswertung der Darrfeuchte für »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR« in Fuge C ergab nach Tabelle 6 Werte für den massebezogenen Feuchtegehalt zwischen 1,8 % und 3,9 %.

4.4 Fuge B und D

Wie der Tabelle 4 entnommen werden kann, lagen die relativen Ausgangsfeuchten der beiden Vergleichsfugen üblicher Ausführungsart bei Versuchstart mit Werten von 58 % (Fuge B) bis 66 % relativer Feuchte (Fuge D) nicht exakt auf gleichem Niveau. Die Feuchtegehalte stiegen danach stetig an und hatten nach 28 Tagen Versuchsdauer ebenfalls noch keinen Beharrungszustand erreicht. Trotz der ähnlichen Startwerte der relativen Feuchtegehalte in Fugen B und D pendelte sich Fuge D mit gut 8 % höheren Werten der relativen Feuchte oberhalb der Fuge B ein. Bild 11 gibt diesen Sachverhalt anschaulich wieder. Die maximalen relativen Feuchtegehalte lagen nach 28 Tagen für Fuge B bei 72 % und für Fuge D bei 81 %. Bild 12 zeigt den Verlauf für die absolute Feuchte, die am Versuchsende im Fugenschaum der Fuge B 4,3 g/kg und in der Fuge D 5,0 g/kg betrug. Die Zunahme der absoluten Feuchte über die 28 Tage Versuchsdauer betrug bei Fuge B 0,9 g/kg und bei Fuge D 1,0 g/kg.

Die in Bild 13 aufgetragene Feuchteänderung in mg/Tag weist für den Schaum in Fuge B mit 85 mg/Tag den zweit-niedrigsten Änderungswert aus (Tabelle 3). Verglichen mit allen Fugen A bis D besitzt Fuge D mit 65 mg/Tag den niedrigsten Wert für die Feuchteänderung.

Der massebezogene Feuchtegehalt nach Versuchsende betrug für den Fugenschaum in Fuge B gemäß Tabelle 7 zwischen 0,6 % und 0,9 %. Die Auswertung der Darrfeuchte für den Schaum in Fuge D ergab nach Tabelle 8 Werte für den massebezogenen Feuchtegehalt zwischen 1,5 % und 1,9 %.

5 Zusammenfassung

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden die Fugen, Fenster-Wand von zwei Fenstern im Differenzklima mit 0 °C auf der Kaltseite und 23 °C/60 % relativer Feuchte auf der Warmseite über einen Zeitraum von 28 Tagen messtechnisch untersucht. Es waren zwei Fugen A und C mit PU-Volumen-Klebstoffen des Auftraggebers ohne zusätzliche Dichtfolien und zwei »STANDARD« Fugen B und D mit PU-Schaum und feuchtheadaptiven Dichtfolien außen und innen eingebaut. Es sollte überprüft werden, ob die Ausbildung der Fugen A und C allein mit dem jeweiligen PU-Volumen-Klebstoffen des Auftraggebers, ohne zusätzliche Dampfbremsfolien und/oder Dichtbändern funktioniert, das heißt, dass es zu keiner unzumutbaren Feuchtebelastung in der Fuge kommt. Die Zunahme der relativen und absoluten Feuchtegehalte bis zum Ende des Versuchszeitraums sowie die an den Schaumproben am Ende der Prüfung ermittelten massebezogenen Feuchtegehalte ergaben bei allen Fugen eine ähnliche bzw. etwas höhere Feuchtezunahme in den Fugen A und C mit PU-Volumen-Klebstoffen gegenüber den Fugen B und D mit den »STANDARD«-Varianten. Betrachtet man den Verlauf der Feuchtezunahme über den Versuchszeitraum, dann stellt man fest, dass bei den beiden PU-Volumen-Klebstoffen des Auftraggebers »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167« und »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR« die höchsten Werte in der Feuchteänderung ermittelt wurden. Das heißt, die beiden PU-Volumen-Klebstoffe des Auftraggebers reagieren somit in der Anfangsphase nach Versuchsbeginn schnell auf die vorgegebenen Klimarandbedingungen. Der Höchstwert der relativen Feuchte nach 28 Tagen Prüfzeit war bei den PU-Volumen-Klebstoffen des Auftraggebers bei 80 % r. F und 78 % r. F. Die relativen Feuchten in den beiden im Vergleich getesteten »STANDARD«-Fugen B und D lagen zwischen 72 % r. F. und 81 % r. F. Das Ergebnis der Untersuchung weist für den 28-Tage-Prüfzeitraum bei den genannten Randbedingungen bei allen geprüften Einbauvarianten somit keinen Tauwasserausfall aus.

6 Literatur

- [1] DIN V 4108-3:2001-07; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen. Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin.

Hinweis:

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände.

Dieser Prüfbericht besteht aus 5 Seiten Text, 8 Tabellen und 13 Bildern.

Stuttgart, den 5. Dezember 2011/MAH/JLWD

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

Stellv. Abteilungsleiter

Bearbeiter

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Zegowitz

Dipl.-Ing. (FH) Marcus Hermes



Tabelle 1: Prüfungsrandbedingungen

Prüfverfahren	Innen			Außen	Prüfungsdauer *)
	Temperatur	rel. Feuchte	Taupunkttemperatur	Temperatur	
	°C	%	°C	°C	Tage
	23	60	14,8	0	28

*) Nach dieser Prüfungsdauer war ein Beharrungszustand noch nicht erreicht.

Tabelle 2: Temperaturen im Beharrungszustand nach Klimatisierung über einen Zeitraum von 28 Tagen in der mittleren Ebene.

Messstelle (siehe Bilder 5 und 6)	Temperatur in °C			
	Fuge A	Fuge B	Fuge C	Fuge D
im PU-Volumen-Klebstoff	6,0	–	5,2	–
im PU-Schaum	–	5,8	–	5,8
auf der Oberfläche des PU-Volumen-Klebstoffs direkt unter dem Außenputz	3,2	–	4,0	–
auf der Oberfläche der Abdichtungsfolie direkt unter dem Außenputz	–	2,8	–	4,2
auf der Oberfläche des PU-Volumen-Klebstoffs direkt unter dem Innenputz	17,2	–	17,3	–
auf der Oberfläche der Abdichtungsfolie direkt unter dem Innenputz	–	16,9	–	16,4



Tabelle 3: Auswertung der Feuchtesensoren (Mittelwert 3 Sensoren je Fuge) auf Basis der Feuchte- und Temperaturmesswerte in den PU-Volumen-Klebstoffen des Auftraggebers (Fugen A und C).

Zeit	Fuge A »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167«			Fuge C »Clearopag Volumen Aerosol Klebstoff 167 FR«		
	% r. F.	g/kg	mg/Tag	% r. F.	g/kg	mg/Tag
0	60,4	3,61	-	62,1	3,53	-
2	66,9	4,00	195,0	65,7	3,82	145,0
4	70,3	4,23	115,0	68,1	3,96	70,0
9	74,7	4,50	54,0	71,7	4,20	48,0
14	77,0	4,67	34,0	74,0	4,33	26,0
21	78,8	4,78	23,3	76,0	4,48	23,3
28	80,0	4,89	15,7	77,5	4,60	19,3
Differenz	19,6	1,3	-	16,3	1,1	-

Tabelle 4: Auswertung der Feuchtesensoren (Mittelwert 3 Sensoren je Fuge) auf Basis der Feuchte- und Temperaturmesswerte im Fugenschaum der Standardfuge (Fugen B und D).

Zeit	Fuge B »STANDARD«			Fuge D »STANDARD«		
	% r. F.	g/kg	mg/Tag	% r. F.	g/kg	mg/Tag
0	57,8	3,36	-	66,1	4,03	-
2	60,7	3,53	85,0	68,2	4,16	65,0
4	62,4	3,65	60,0	69,7	4,29	65,0
9	65,5	3,83	36,0	73,2	4,47	36,0
14	67,8	4,00	34,0	75,9	4,67	40,0
21	70,0	4,13	25,0	78,8	4,85	31,7
28	72,0	4,28	20,0	81,2	5,00	23,6
Differenz	14,2	0,9	-	15,1	1,0	-



Tabelle 5: Ermittlung der Darrfeuchte: Ergebnisse der Dow-Wandanschluss-Fuge A

Nr.		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Beschreibung		Innenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Innenseite	Glattstrich, Mitte, Innenseite	Außenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Außenseite	Glattstrich, Mitte, Außenseite	Fugenschaum, Unten, Außenseite	Fugenschaum, Oben, Außenseite
Masse bez. Feuchte	[g/kg]	182,09	20,42	20,55	23,39	21,82	23,29	20,35	16,36
	[%]	18,23	2,04	2,06	2,34	2,18	2,33	2,04	1,64

Tabelle 6: Ermittlung der Darrfeuchte: Ergebnisse der Dow-Wandanschluss-Fuge C

Nr.		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Beschreibung		Innenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Innenseite	Glattstrich, Mitte, Innenseite	Außenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Außenseite	Glattstrich, Mitte, Außenseite	Fugenschaum, Unten, Außenseite	Fugenschaum, Oben, Außenseite
Masse bez. Feuchte	[g/kg]	203,47	39,29	26,19	18,97	21,73	25,71	20,91	17,98
	[%]	20,35	3,93	2,62	1,90	2,17	2,57	2,09	1,80

Tabelle 7: Ermittlung der Darrfeuchte: Ergebnisse der Standard-Wandanschluss-Fuge B

Nr.		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Beschreibung		Innenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Innenseite	Glattstrich, Mitte, Innenseite	Außenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Außenseite	Glattstrich, Mitte, Außenseite	Fugenschaum, Unten, Außenseite	Fugenschaum, Oben, Außenseite
Masse bez. Feuchte	[g/kg]	176,01	5,99	29,11	17,56	14,59	22,45	22,25	8,99
	[%]	17,60	0,60	2,91	1,76	1,46	2,24	2,23	0,90

Tabelle 8: Ermittlung der Darrfeuchte: Ergebnisse der Standard-Wandanschluss-Fuge D

Nr.		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Beschreibung		Innenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Innenseite	Glattstrich, Mitte, Innenseite	Außenputz, Mitte	Fugenschaum, Mitte, Außenseite	Glattstrich, Mitte, Außenseite	Fugenschaum, Unten, Außenseite	Fugenschaum, Oben, Außenseite
Masse bez. Feuchte	[g/kg]	182,10	18,69	28,66	16,94	17,75	24,36	13,59	15,11
	[%]	18,21	1,87	2,87	1,69	1,78	2,44	1,36	1,51



Bild 1: Mittleres Segment mit der Dow-Versuchsanordnung vor Einbau in den Klimasimulator am Fraunhofer IBP in Stuttgart.



Bild 2: Detailansicht des Fugenbereichs vor dem Ausschäumen der 15 mm breiten Fuge. In den roten Kreisen sind die Feuchte-Sensoren und Temperaturfühler zu erkennen, die direkt mit eingeschäumt wurden. Diese Anordnung wurde für alle 4 Fugen A bis D so durchgeführt.



Bild 3: Ansicht der kompletten Fassade mit Außenwand und den beiden vollständig eingebauten Fenstern im Dreikammer-Klimasimulator am Fraunhofer IBP in Stuttgart. Aufnahme von der Warmseite her, direkt vor Versuchsbeginn. Die Bezeichnungen A, B, C und D markieren die jeweilige Fugenausführungsart. Fugen A und C sind mit Dow ausgeführt, B und D mit herkömmlicher Fugenausführung (»Standard«).



Bild 4: Ansicht der kompletten Fassade mit Außenwand und den beiden vollständig eingebauten Fenstern im Dreikammer-Klimasimulator am Fraunhofer IBP in Stuttgart. Aufnahme von der Kaltseite her, direkt vor Versuchsbeginn. Die Bezeichnungen A, B, C und D markieren die jeweilige Fugenausführungsart. Fugen A und C sind mit Dow PU Volumen Klebstoffen ausgeführt, B und D mit herkömmlicher Fugenausführung mit zwei Folien («Standard«).

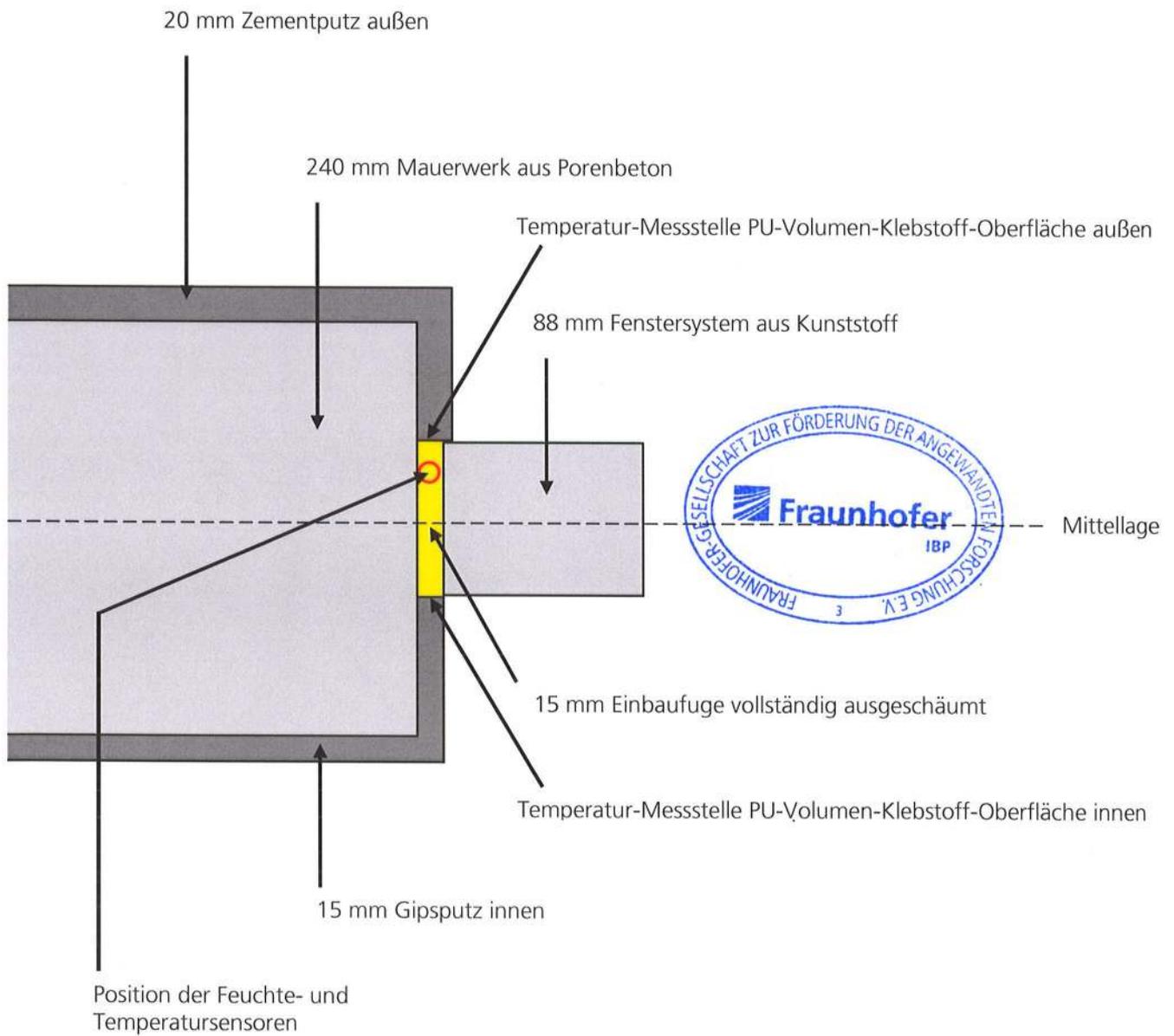


Bild 5: Horizontalschnitt Einbau Fugen A und C »Dow PU-Volumen-Klebstoff« mit Angabe der Sensorpositionen.

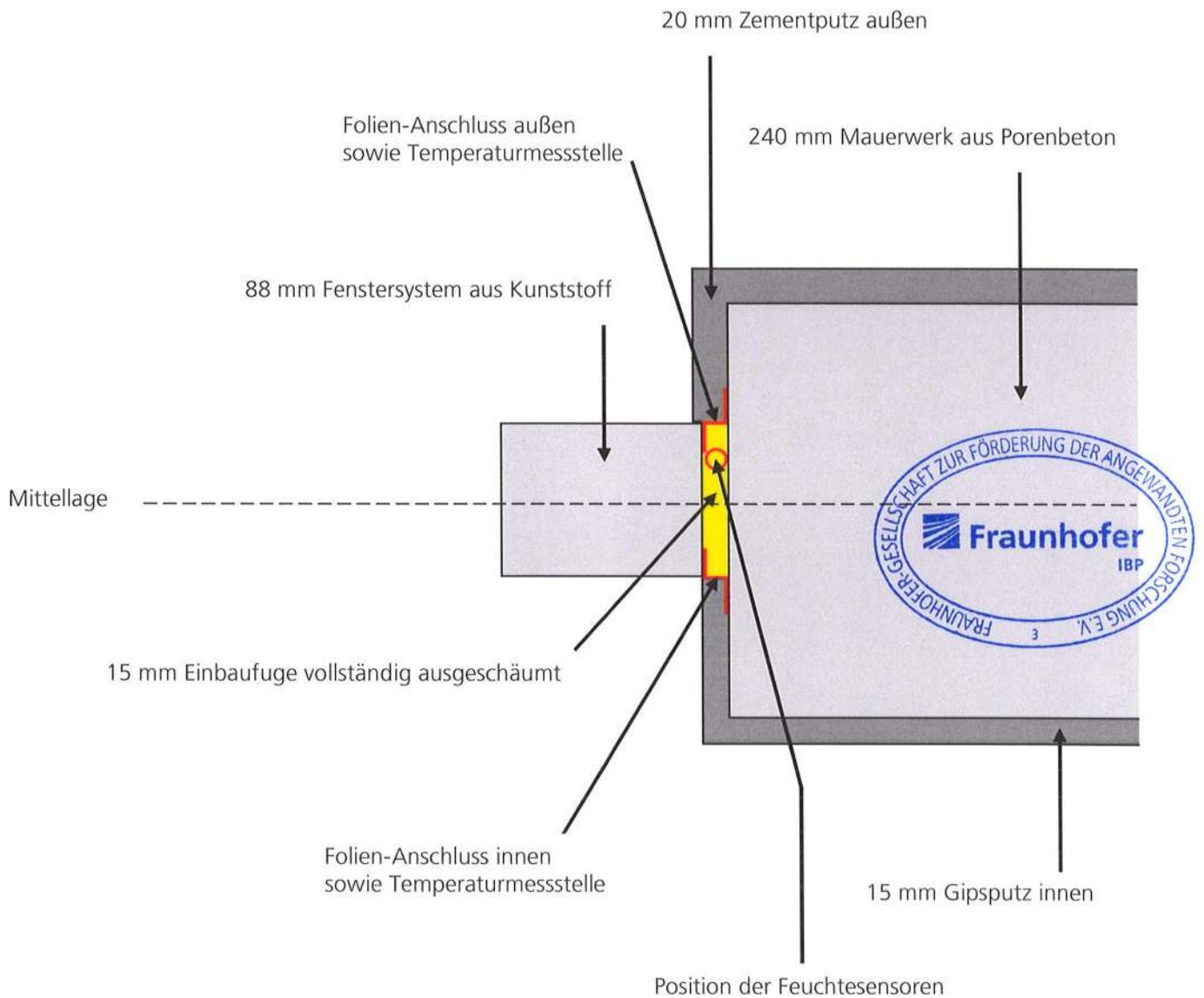


Bild 6: Horizontalschnitt Einbau Fugen B und D »Standard«.

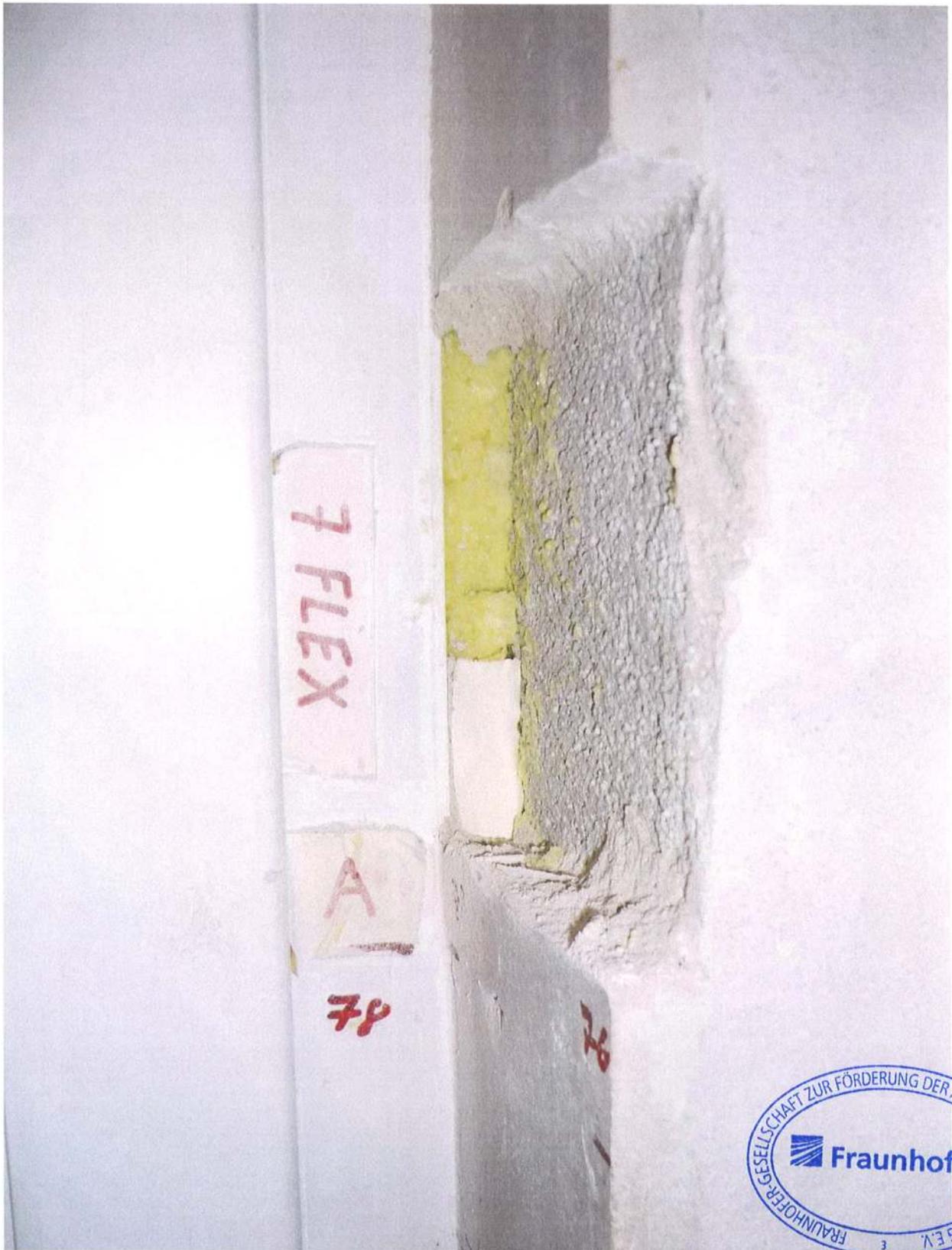


Bild 7: Detailansicht von der Probenentnahme für die gravimetrische Ermittlung des Wassergehalts in den an der Fuge beteiligten Materialien nach Prüfende, hier die Fuge A.



Bild 8: Detailansicht von der Probenentnahme für die gravimetrische Ermittlung des Wassergehalts in den an der Fuge beteiligten Materialien nach Prüfende, hier die Fuge C.



Bild 9: Detailansicht von Verglasung und Fensterrahmen mit deutlicher Tauwasserbildung auf der Innenseite (Warmseite) nach Prüfbeginn.



Bild 10: Detailansicht von Verglasung und Fensterrahmen mit deutlicher Tauwasserbildung auf der Innenseite (Warmseite) nach Prüfbeginn mit ablaufenden Wassertropfen.

Auswertung Feuchtesensoren (Mittelwert 3 Sensoren je Fuge)

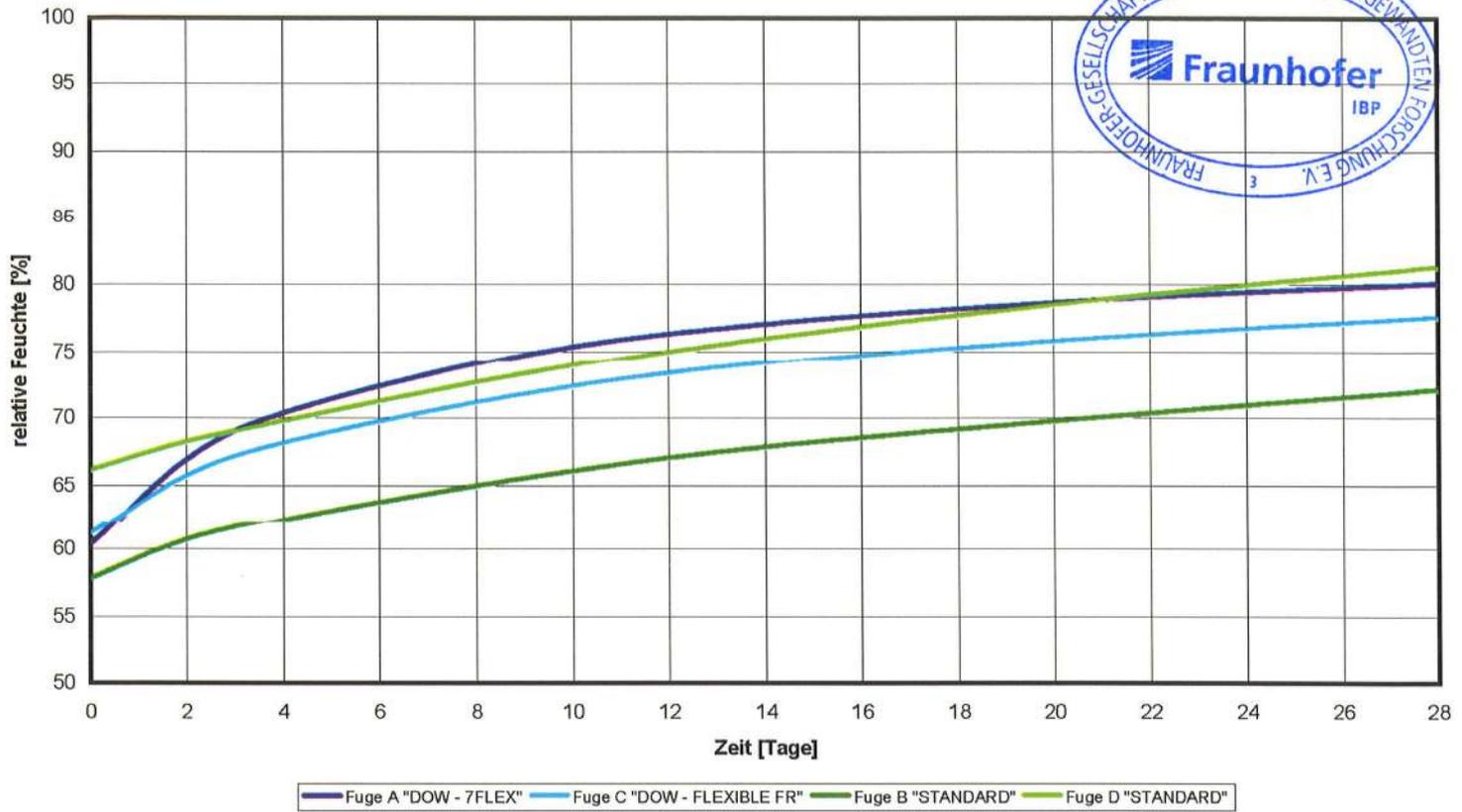


Bild 11: Darstellung des Verlaufs der relativen Feuchte für die Fugen A, C und B, D.

Auswertung Feuchtesensoren (Mittelwert 3 Sensoren je Fuge)

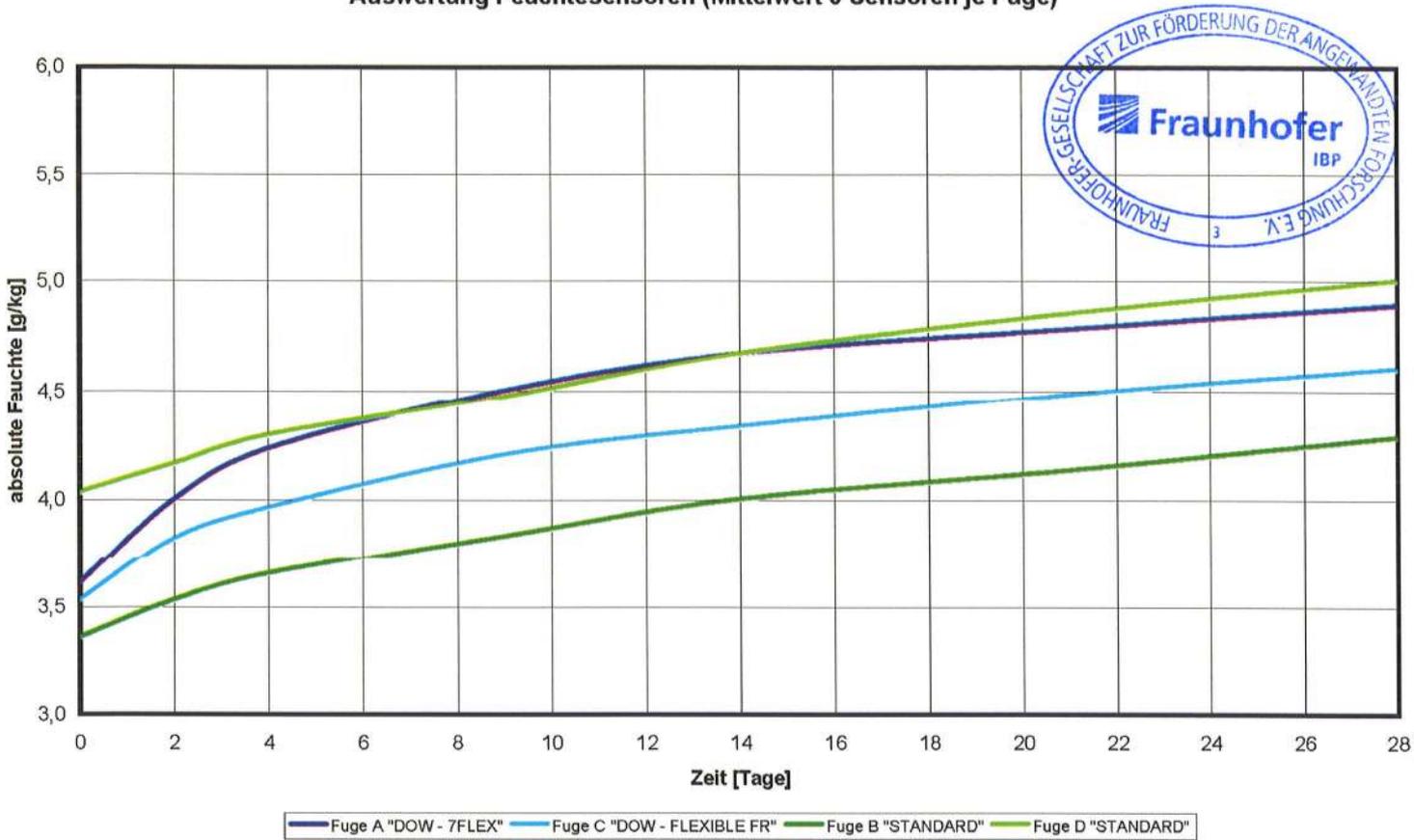


Bild 12: Darstellung des Verlaufs der Absoluten Feuchte für die Fugen A, C und B, D.

Auswertung Feuchtesensoren (Mittelwert 3 Sensoren je Fuge)

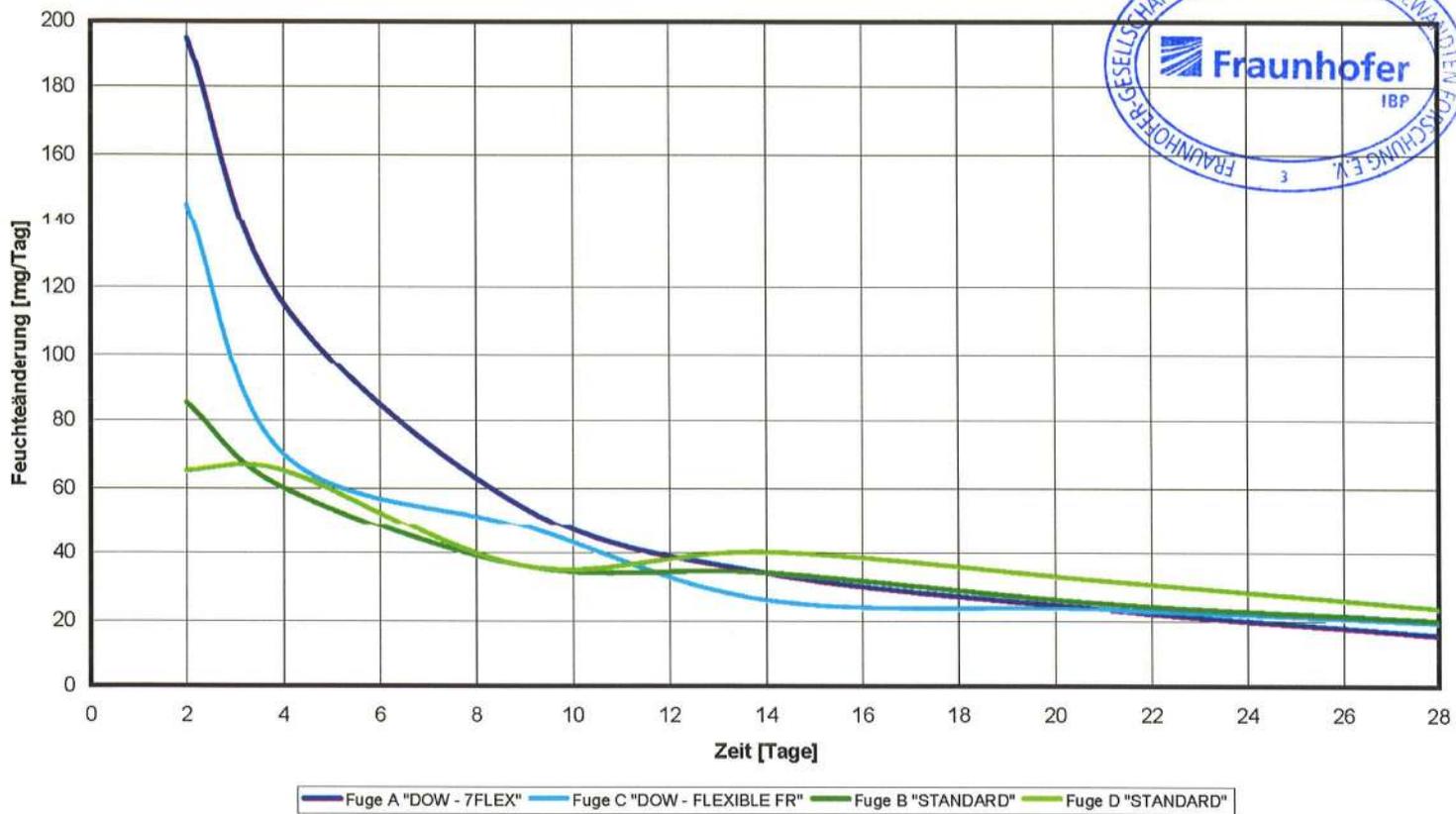


Bild 13: Darstellung des Verlaufs der Feuchteänderung für die Fugen A, C und B, D.