

U 173008

**Contrôles pour l'autorisation de Pneumatit
comme adjuvant aux bétons de bâtiment
selon la norme SN EN 206:2013 (2^e édition)**

Mandant :

Pneumatit SA
M. Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau



Auteur :

Dr Fritz Hunkeler
Beratung & Expertisen
hunkeler@tfb.ch
062 887 72 25

Wildegg, 31 octobre 2017

Traduction par Pneumatit SA

(Leerseite)

Sommaire

1	Mandat	.5
2	Bases	.5
3	Contrôles	.5
3.1	Généralités5
3.2	Mélanges à tester6
3.3	Tests6
4	Résultats des tests	.7
4.1	Caractéristiques du béton frais.....	.7
4.2	Résistance à la compression sur cubes.....	.7
4.3	Conductivité hydraulique8
4.4	Résistance à la carbonatation8
5	Évaluation globale des résultats	.9
6	Recommandations au mandant.....	.9
7	Recommandations au centre d'homologation	.9

Annexes

- 1 Informations détaillées sur les mélanges testés
- 2 Rapports de tests sur le béton frais et des tests de compression
- 3 Rapports de tests de perméabilité à l'eau
- 4 Rapport de tests de carbonatation

(Leerseite)

1 Mandat

La TFB SA a reçu de Pneumatit SA, sur la base de l'offre no 97086 du 15 juin 2017, la mission de contrôler l'adjvant de type I présenté dans le tableau 1 selon l'annexe nationale NC à la norme SN EN 206:2013 (2^e édition) (que nous désignerons par la suite par SN EN 206). Ces contrôles sont exigés pour l'autorisation délivrée par le centre d'homologation. La base permettant l'autorisation de cette substance a été formulée dans le rectificatif C2, valable depuis le 1^{er} mai 2017, chiffre NA.5.2.5.2.1 (8).

Tableau 1 : Produit à contrôler

Désignation du produit	Fabricant, désignation du fabricant	Autorisation pour les classes d'exposition
Adjuvant type I	Pneumatit SA, Klosterplatz 1, 8462 Rheinau Pneumatit	Classes d'exposition selon SN EN 206 pour le béton de bâtiment

Le produit à contrôler a déjà fait l'objet d'une Évaluation Technique Européenne (ETB-16/0551 du 22 août 2016 délivrée par le Österreichisches Institut für Bautechnik, Vienne).

2 Bases

En Suisse, seuls certains adjuvants pour béton sont autorisés (« homologués »). Ceux-ci sont explicitement nommés dans la SN EN 206. Le tableau NA.2 « Quantités maximales d'adjuvants de type II pour assurer la durabilité » mentionne les substances pour lesquelles une valeur k est fixée.

L'annexe nationale NC « Règles d'autorisation d'adjuvants et de combinaisons d'adjuvants au ciment pour la fabrication du béton selon la norme SN EN 206:2013 » réglemente l'autorisation de nouveaux adjuvants et de nouvelles combinaisons d'adjuvants pour le ciment d'après SN EN 206 qui ne sont pas couverts par la norme, ou seulement en partie. Les contrôles effectués dans le cadre de ce mandat correspondent à la demande NC.2.2 :

NC.2.2 Demande d'autorisation d'une substance selon NA.5.2.5.2.1 (8) ou d'un adjuvant réactif (type II) d'après SN EN 206 pour l'emploi duquel il n'y a pas de réglementation en Suisse selon SN EN 206.

L'autorisation selon NC.2.2 est liée au produit soumis à contrôle et à son fabricant ou son intermédiaire.

3 Contrôles

3.1 Généralités

En déposant sa demande le 14 juillet 2017 au centre d'homologation, le mandant a proposé de procéder selon le chiffre NC.4.3.3 de SN EN 206 et de fabriquer et de faire tester les mélanges 1 et 3 avec une teneur maximale en Pneumatit. Il a également proposé de fabriquer les bétons avec le ciment CEM II/A-LL.

Par lettre du 7 septembre 2017, le centre d'homologation a informé le client que la commission des normes 262 a accepté l'ensemble des contrôles proposés le 31 août 2017.

3.2 Mélanges à contrôler

Pour les contrôles, les mélanges ont été fabriqués et testés selon le **tableau 2** avec un volume de béton frais de 120 litres. Le béton a été fabriqué avec la teneur maximale en Pneumatit, soit 125 ml/m³.

Les compositions précises des mélanges fabriqués se trouvent en **annexe 1**. Les composants utilisés sont cités dans le **tableau 3**.

Tableau 2 : Présentation des mélanges à contrôler pour béton de bâtiment (dimension maximale des granulats 32 mm)

No du mélange à contrôler	Classe d'exposition (CH)	Exigences
M1	XC1, XC2	Rapport max. eau/ciment = 0,65 Teneur min. en ciment ^{a)} = 280 kg/m ³
M3	XC4, XF1	Rapport max. eau/ciment = 0,50 Teneur min. en ciment ^{a)} = 300 kg/m ³

^{a)} Sans tenir compte d'éventuels adjonctions

Tableau 3 : Composants utilisés

Composant	Désignation	Origine, fabricant, fournisseur
Adjvant testé	Pneumatit	Pneumatit SA, Klosterplatz 1, 8462 Rheinau
Ciment	CEM II/A-LL 42,5 N	JCF, Wildegg
Granulats (GK)	Grossiers (« gravier ») Fins (« sable »)	Holcim Kies und Beton SA, Werk Mülligen
Fluidifiant	Viscocrete 3082	Sika Schweiz SA

3.3 Tests

Les tests ont été effectués conformément aux directives de l'Annexe nationale L (**tableau 4**).

Tableau 4 : Tests et normes (béton de bâtiment).

Tests	Normes	Nombre de tests spécifiques par essai
Tests sur béton frais	Mesure de la consistance immédiatement et 45 minutes après fabrication	SN EN 12350-5 (mesure de l'étalement)
	Masse volumique du béton frais	SN EN 12350-6
	Teneur en air	SN EN 12350-7
Fabrication des échantillons pour les contrôles de béton durci	SN EN 12390-2	
Résistance à la compression	après 2, 7 et 28 jours	SN EN 12390-3
Tests de durabilité au bout de 28 jours	Perméabilité à l'eau	SIA 262/1:2013, annexe A
	Résistance à la carbonatation	Norme SIA 261/1:2103, annexe I

Le nombre des échantillons à tester pour les tests de durabilité s'est basé sur les directives de la norme SIA 262/1, l'Annexe nationale NA et NB de SN EN 206.

4 Résultats des tests

Les rapports de tests se trouvent dans les annexes 2 à 4.

4.1 Caractéristiques du béton frais

Les résultats des tests sur le béton frais sont présentés dans le **tableau 5**. Masse volumique, teneur en air et consistance, mesurées immédiatement après la fabrication, se trouvaient dans le cadre attendu, voire souhaité.

La consistance se dégrada plus ou moins nettement avec le temps pour les mélanges de béton. Quarante-cinq minutes après la fabrication, sa classe de consistance était généralement inférieure d'un rang à celle qu'elle avait immédiatement après la fabrication.

Évaluation : Conformément à l'Annexe nationale NC, les résultats des tests sur le béton frais ont un caractère indicatif et ne sont pas évalués.

Tableau 5 : Résultats des tests sur béton frais

Paramètres de mesure		Mélange	
		M1A	M3A
Fabrication			
Teneur en ciment	kg/m ³	280	300
Eau/ciment	-	0.65	0.50
Fluidifiant	%/C	0.00	0.10
Température de l'air	°C	16.4	16.5
Température du béton	°C	19.2	19.2
Masse volumique	kg/m ³	2380	2420
Teneur en air	Vol.-%	0.8	1.3
Consistance			
Étalement, 0 min.	mm	540	440
Étalement, 45 min.	mm	470	380
Différence	mm	-70	-60
Étalement, 0 min.	classe	F4	F3
Étalement, 45 min.	classe	F3	F2
Différence	classe	-1	-1

4.2 Résistance à la compression sur cubes

Les valeurs moyennes de résistance à la compression après 2, 7 et 28 jours, ainsi que les résistances aux 2e et 7e jours en pourcentage de la résistance au bout de 28 jours (= 100%) sont présentées dans le **tableau 6**.

Critère : La résistance au bout de 28 jours des deux mélanges à tester doit répondre à l'exigence imposée aux classes d'exposition correspondantes conformément au tableau NA.5.

Évaluation : Tous les mélanges à tester répondent au critère exigé.

Tableau 6 : Valeurs moyennes de la résistance à la compression sur cubes des différents mélanges au bout de 2, 7 et 28 jours et évolution de la résistance en % de la résistance au bout de 28 jours. Béton de bâtiment.

Age, jours	Résistance à la compression, N/mm ²		Évolution de la résistance à la compression, % de la valeur au 28 ^e jour	
	Mélange		Mélange	
	M1A	M3A	M1A	M3A
2	12.3	21.7	43%	49%
7	21.1	34.1	73%	77%
28	28.8	44.1	100%	100%
Classe de résistance selon tabl. NA.2	C20/25	C30/37		
Évaluation	Critères respectés	Critères respectés		

4.3 Perméabilité à l'eau (PE)

Les résultats des tests de perméabilité à l'eau sont présentés dans le **tableau 7**.

Critère : Valeur limite de la valeur moyenne pour chaque mélange à tester : $q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$

Évaluation : Tous les mélanges répondent au critère.

Tableau 7 : Valeurs moyennes et écarts types de la perméabilité à l'eau des différents mélanges.

Paramètres de mesure	Perméabilité à l'eau, g/m ² h	
	Mélange	
	M1A	M3A
Valeur moyenne	6	4
Écart standard	1.5	0.9
Critère	$\leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$	
Évaluation	Critères respectés	Critères respectés

4.4 Résistance à la carbonatation (RC)

Pour l'évaluation des résultats, les valeurs limites sont celles du **tableau 8**. Les valeurs limites K_N dépendent de la durée de service et de l'enrobage.

Tableau 8 : Valeurs limites du coefficient de carbonatation

Paramètres	Classe d'exposition					
	XC3			XC4		
Durée de service	Ans	50	100	50	100	
Enrobage de l'armature c_{nom}	mm	35	35	40	40	40
Coefficient de carbonatation K_N	mm/an ^{1/2}	5.0	4.0	4.5	5.0	4.5

Tableau 9 : Coefficient de carbonatation du mélange testé et évaluation de la résistance à la carbonatation.

Paramètres de mesure	Mélange
	M3A
Coefficient de carbonatation K_N, mm/an^{1/2}	4.0
Critère (50 ans), mm/an ^{1/2} et enrobage de l'armature selon norme SIA 262	≤ 5.0
Évaluation	Critère respecté
Critère (100 ans), mm/an ^{1/2} et enrobage de l'armature selon norme SIA 262	≤ 4.5
Évaluation	Critère respecté

Évaluation : Le mélange testé répond aux critères exigés pour une durée de service de 50 et 100 ans.

5 Évaluation globale des résultats

L'adjuvant « Pneumatit », d'après nos tests, n'a pas d'effets identifiables sur les caractéristiques des bétons de bâtiment que nous avons contrôlés. Tous les bétons testés répondent aux exigences légales.

6 Recommandations au mandant

- Aucune.

7 Recommandations au centre d'homologation

Au vu de l'évaluation globale, nous recommandons l'autorisation de l'adjuvant « Pneumatit » pour l'emploi dans le bâtiment (toutes classes d'exposition).

TFB SA – Technologie et recherche pour le béton



Dr Fritz Hunkeler
Conseil et expertises



Roger Wasmer
Laboratoire

Anhang 1

Detailangaben zu den Prüfmischungen

173008: Freigabe von Pneumatit

Prüfmischungen mit CEM II/A-LL von JCF, Wildegg

Material-Management:

Mischungsgrösse: 120 Liter

120 Liter

Auftrags-Nr.	Mischungs-Nr.	Herstell-datum	Expositionsklasse	max. w/z-Wert	Zement-gehalt [kg/m³]	Luftgehalt [Vol.-%]	Annahme Luftgehalt [Vol.-%]	Zement	Wasser	GK brech 0/2	GK rund 0/4	GK 4/8	GK 8/16	GK 16/32	GK total	Sika Viscocrete 3082	Sika FRO-V5-A	Total	
										12%	24%	8%	24%	32%		[% Zem.]	[kg]	[kg/m³]	
01	1 (Sorte A)	26.07.2017	XC2	0.65	280	≤ 2	1.0%	33.6	21.8	27.639	55.279	18.426	55.279	73.705	230.33	0.00	0.000	0.00	0.000 2381.4
02	3 (Sorte C)	26.07.2017	XC4, XF1	0.50	300	< 2	1.0%	36.0	18.0	28.621	57.243	19.081	57.243	76.324	238.51	0.40	0.144	0.00	0.000 2438.8

Mengen pro Zementsorte [kg]	70	40	56	113	38	113	150	469		0.144	0.00

Rohdichte Zement: 3.05 [kg/dm³]

Rohdichte Gesteinskörnung: 2.68 [kg/dm³]

Pneumatit Dosierung : 125 ml /m3 Baustoff entspricht auf 120 Liter Beton = 15 ml pro Mischung

Min.	Ideal	
Zemente:	70 kg	250 kg

Ausbreitmass Zielwert: F3 420-480 mm nach 0 Min. und 45 Min.

Dosierung Zusatzmittel: gemäss Zementhersteller: gemäss Sika TM:

FM: Sika Viscocrete 3082: 0.8 - 1.0 % bez. Zement 0.4 - 1.5 % bez. Zement

Vorsicht bei der Zudosierung der Zusatzmittel!
Vor allem dann, wenn beide zum Einsatz kommen.

Anhang 2

Prüfberichte der Frischbeton- und Druckfestigkeitsprüfungen



Technik und Forschung im Betonbau

Pneumatit AG
Herr Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau

Prüfbericht

Willegg, 24. August 2017

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt	Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone		
Bauteil	Prüfmischung 1 (Sorte A) XC2		
Projekt-Nr.	173008 - 01		

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	TFB AG, Lindimatten
Expositionsklassen	XC2	Rezeptur-Nr.	Sorte A
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM II/A-LL 42.5 N
Konsistenzklasse	F3		280 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche --- kg/m ³
Größtkorn D _{max} .	32 mm		Silikastaub --- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A = A _c - G ₁)	Silikast.-Slurry --- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	---	Zusatzmittel 1	--- % Zem.
		Zusatzmittel 2	--- % Zem.
Weitere Angaben	Pneumatit 125 ml/m ³		

Datum FBK	26.07.2017	Entnahme	Labormischer	Labor
Witterung	Labor	Stichproben		Laborant re

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz		Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w _{0/z} * [-]	c [-]	f [mm]	
1	-	9:42	9:47	16.4	19.2	2380	0.8				540	F4	W 1-12
2			10:32								470	F3	
3													
4													
5													
6													

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmaß F; W = Würfel; P = Prismen

*) w_{0/z}, ohne Berücksichtigung der Wasseraufnahme wG

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone

Bauteil Prüfmischung 1 (Sorte A) XC2

Projekt-Nr. 173008 - 01

Druckfestigkeiten

SN EN 12390-3 / SOP 3050

Prüfkörper

Prüfkörperoberfläche

150 x 150 x 150 mm

gesättigt

Probenbezeichnung	Herstell-datum	Prüfdatum	Prüf-alter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Roh-dichte [kg/m³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit [MPa]	Bruch-bild
W1	26.07.2017	28.07.2017	2	150.0	149.7	149.9	7'998	2380	279.2	12.4	normal
W2	26.07.2017	28.07.2017	2	150.6	150.7	150.5	8'137	2380	291.4	12.8	normal
W3	26.07.2017	28.07.2017	2	150.3	149.6	150.3	8'115	2400	262.0	11.7	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg re	Mittelwert	Standardabweichung	2390		12.3	
				11.5		0.6	

W4	26.07.2017	02.08.2017	7	150.3	150.1	150.2	8'149	2400	469.5	20.8	normal
W5	26.07.2017	02.08.2017	7	150.7	150.9	150.5	8'150	2380	483.1	21.2	normal
W6	26.07.2017	02.08.2017	7	150.4	149.7	150.3	8'141	2410	478.7	21.3	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg aw	Mittelwert	Standardabweichung	2400		21.1	
				15.3		0.3	

W7	26.07.2017	23.08.2017	28	150.7	149.7	150.2	8'185	2420	657.5	29.1	normal
W8	26.07.2017	23.08.2017	28	150.7	150.6	150.0	8'153	2390	644.1	28.4	normal
W9	26.07.2017	23.08.2017	28	150.7	151.3	150.3	8'218	2400	655.2	28.7	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg st	Mittelwert	Standardabweichung	2400		28.8	
				15.3		0.4	

Prüfort geprüft durch	Wildegg	Mittelwert	Standardabweichung							

Prüfort geprüft durch	Wildegg	Mittelwert	Standardabweichung							

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Daniela Amsler

Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden.
 Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch





Technik und Forschung im Betonbau

Pneumatit AG
Herr Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau

Prüfbericht

Wildegg, 24. August 2017

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt	Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone		
Bauteil	Prüfmischung 3 (Sorte C) XC4, XF1		
Projekt-Nr.	173008 - 02		

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	TFB AG, Lindimatten	
Expositionsklassen	XC4, XF1	Rezeptur-Nr.	Sorte C	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM II/A-LL 42.5 N	
Konsistenzklasse	F3			300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Größtkorn D _{max} .	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A = A _c - G ₁)	Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	---	(w=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 1	Sika ViscoCrete 3082
			Zusatzmittel 2	0.10 % Zem. --- % Zem.
Weitere Angaben	Pneumatit 125 ml/m ³			

Datum FBK	26.07.2017	Entnahme	Labormischer	Labor
Witterung	Labor	Stichproben		Laborant re

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz		Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w _{0/z} *) [-]	c [-]	f [mm]	
1	-	10:22	10:27	16.5	19.2	2420	1.3				440	F3	W1-12 P1
2			11:12								380	F2	
3													
4													
5													
6													

E = Entrmischung festgestellt bei Ausbreitmaß F; W = Würfel; P = Prismen

*) w_{0/z}, ohne Berücksichtigung der Wasseraufnahme wG

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone

Bauteil Prüfmischung 3 (Sorte C) XC4, XF1

Projekt-Nr. 173008 - 02

Druckfestigkeiten

SN EN 12390-3 / SOP 3050

Prüfkörper

Prüfkörperoberfläche

150 x 150 x 150 mm

gesättigt

Probenbezeichnung	Herstell-datum	Prüfdatum	Prüf-alter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Roh-dichte [kg/m³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit [MPa]	Bruch-bild
W1	26.07.2017	28.07.2017	2	150.3	149.8	150.3	8'160	2410	496.6	22.1	normal
W2	26.07.2017	28.07.2017	2	150.3	149.9	150.3	8'168	2410	491.9	21.8	normal
W3	26.07.2017	28.07.2017	2	150.3	149.8	150.3	8'079	2390	475.9	21.1	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg re	Mittelwert <i>Standardabweichung</i>	2400 11.5	21.7 0.5
--------------------------	---------------	--	---------------------	--------------------

W4	26.07.2017	02.08.2017	7	150.6	151.9	150.5	8'356	2430	740.1	32.4	normal
W5	26.07.2017	02.08.2017	7	150.2	148.6	150.1	8'095	2420	772.8	34.6	normal
W6	26.07.2017	02.08.2017	7	150.6	149.5	150.6	8'188	2410	795.2	35.3	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg aw	Mittelwert <i>Standardabweichung</i>	2420 10.0	34.1 1.6
--------------------------	---------------	--	---------------------	--------------------

W7	26.07.2017	23.08.2017	28	150.8	150.5	150.4	8'257	2420	990.5	43.6	normal
W8	26.07.2017	23.08.2017	28	150.1	149.5	149.9	8'125	2420	961.1	42.8	normal
W9	26.07.2017	23.08.2017	28	150.5	148.3	150.3	8'239	2460	1020.8	45.7	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegg st	Mittelwert <i>Standardabweichung</i>	2430 23.1	44.1 1.5
--------------------------	---------------	--	---------------------	--------------------

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegg	Mittelwert <i>Standardabweichung</i>									
--------------------------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegg	Mittelwert <i>Standardabweichung</i>									
--------------------------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2

Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Daniela Amsler

Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden.

Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch



Anhang 3

Prüfberichte der Wasserleitfähigkeitsprüfungen



Technik und Forschung im Betonbau

Pneumatit AG
Herr Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau

Prüfbericht Wildegg, 14.09.2017
Wasserleitfähigkeit nach SIA-Norm 262/1:2013, Anhang A / SOP 3065

Projekt-Nr. 173008-01
Objekt Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone
Bauteil Prüfmischung 1 (Sorte A) XC2
Eingang Labor 26.07.2017 Probenart Bohrkerne aus Probekörper
Herstelldatum 26.07.2017 Probenherkunft Probenherstellung TFB
Prüfdatum 25.08.2017 Lagerung TFB Wasserlagerung 20±2 °C
Prüfalter 30 Tage geprüft durch re/sb

Probenbezeichnung	Höhe BK	Ø BK	Trockenrohdichte Beton	Dichte Beton	Wassergehalt Beginn	Wasser-aufnahme	Steighöhe	Hydratationsporen	Gesamtporosität	Luftporengehalt	Wasserleitfähigkeit
	h_{PK} [mm]	d [mm]	ρ_{R110} [kg/m³]	ρ_{110} [kg/m³]	U_B [Vol.-%]	M24 [g/m²]	h_{24} [mm]	U_E [Vol.-%]	n [Vol.-%]	LP [Vol.-%]	q_w [g/(m²·h)]
BK1	49.9	49.7	2328	2700	5.2	1526.4	22.7	12.1	13.8	1.7	3.2
BK2	50.1	49.6	2353	2702	4.5	2103.8	31.5	11.2	12.9	1.7	5.8
BK3	50.1	49.7	2355	2702	4.8	2122.8	33.1	11.3	12.8	1.6	6.4
BK4	50.3	49.6	2310	2697	5.3	2406.6	32.5	12.8	14.4	1.5	7.0
BK5	50.4	49.7	2354	2717	4.8	2353.4	32.6	12.1	13.3	1.2	6.6
Mittelwert	50.1	49.6	2340	2704	4.9	2102.6	30.5	11.9	13.4	1.5	6
Stabw.	0.2	0.0	20	8	0.3	349.2	4.4	0.7	0.6	0.2	1.5

Beurteilung nach SIA 262/1:2013, Tabelle 6.

Wasserleitfähigkeit "ERFÜLLT":

Die untersuchten Probekörper weisen im geprüften Alter eine Wasserleitfähigkeit auf, die den Anforderungen der Expositionsklasse XC3(CH) gemäss SIA 262/1:2013, Tab. 6, im Normprüfalter entspricht.

SIA 262/1:2013 Tabelle 6. Grenzwerte für die Prüfungsart TT-1

Betone mit Expositionsklassen:	XC3(CH)
Grenzwert für Serienmittelwert:	$q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$
Grenzabweichung für Serienmittelwert (nur für statistische Auswertung):	$q_w \leq 12 \text{ g/m}^2\text{h}$

Bemerkungen

Labor Physik: Daniela Amsler

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert.
Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

Pneumatit AG
Herr Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau

Prüfbericht Wildegg, 14.09.2017
Wasserleitfähigkeit nach SIA-Norm 262/1:2013, Anhang A / SOP 3065

Projekt-Nr. 173008-02
Objekt Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone
Bauteil Prüfmischung 3 (Sorte C) XC4, XF1
 Eingang Labor 26.07.2017 Probenart Bohrkerne aus Probekörper
 Herstelldatum 26.07.2017 Probenherkunft Probenherstellung TFB
 Prüfdatum 25.08.2017 Lagerung TFB Wasserlagerung 20±2 °C
 Prüfalter 30 Tage geprüft durch re/sb

Probenbezeichnung	Höhe BK	Ø BK	Trockenrohdichte Beton	Dichte Beton	Wassergehalt Beginn	Wasser-aufnahme	Steighöhe	Hydratationsporen	Gesamtporosität	Luftporengehalt	Wasserleitfähigkeit
	h_{PK} [mm]	d [mm]	ρ_{R110} [kg/m³]	ρ_{110} [kg/m³]	U_B [Vol.-%]	M24 [g/m²]	h_{24} [mm]	U_E [Vol.-%]	n [Vol.-%]	LP [Vol.-%]	q_w [g/(m²·h)]
BK1	50.2	49.6	2410	2702	4.5	1422.7	28.7	9.5	10.8	1.3	4.0
BK2	50.1	49.6	2399	2702	4.3	1283.5	25.4	9.4	11.2	1.8	3.1
BK3	50.2	49.6	2371	2679	3.8	1578.5	28.0	9.5	11.5	1.9	3.9
BK4	49.9	49.6	2412	2699	4.4	1662.7	33.9	9.4	10.6	1.2	5.6
BK5	50.0	49.6	2390	2721	5.0	1485.3	28.2	10.4	12.2	1.8	4.3
Mittelwert	50.1	49.6	2396	2700	4.4	1486.5	28.8	9.6	11.3	1.6	4
Stabw.	0.1	0.0	17	15	0.4	145.6	3.1	0.4	0.6	0.3	0.9

Beurteilung nach SIA 262/1:2013, Tabelle 6.

Wasserleitfähigkeit "ERFÜLLT":

Die untersuchten Probekörper weisen im geprüften Alter eine Wasserleitfähigkeit auf, die den Anforderungen der Expositionsklasse XC3(CH) gemäss SIA 262/1:2013, Tab. 6, im Normprüfalter entspricht.

SIA 262/1:2013 Tabelle 6. Grenzwerte für die Prüfungsart TT-1

Betone mit Expositionsklassen:	XC3(CH)
Grenzwert für Serienmittelwert:	$q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$
Grenzabweichung für Serienmittelwert (nur für statistische Auswertung):	$q_w \leq 12 \text{ g/m}^2\text{h}$

Bemerkungen

Labor Physik: Daniela Amsler

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert.
Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.



Anhang 4

Prüfbericht der Karbonatisierungsprüfung



Technik und Forschung im Betonbau

Pneumatit AG
Herr Markus Sieber
Klosterplatz 1
8462 Rheinau

Wildegg, 26.10.2017

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2013 Anhang I / SOP 3310

Objekt	Untersuchung zur Freigabe von Pneumatit für Hochbaubetone				
Bezeichnung	Prüfmischung 3 (Sorte C) XC4, XF1				
Projekt-Nr.	173008-02				
Prüfkörper					
Herkunft	Prismenherstellung TFB			Herstelldatum	26.07.2017
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm			Eingang Labor	26.07.2017
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage			Prüfdatum	23.08.2017
Expositionsklassen	XC4 XF1			Reaktor Nr.	6
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h Wasser, danach im Klimaschrank (rH 57 ±3 %, Temp. 20±2 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.				

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.0	0.6	1.0	1.0	0.9	1.3	1.5	4.0
7	6.2	5.0	6.4	6.8	6.1			
28	10.8	5.4	10.4	10.2	9.2			
63	15.4	10.4	14.0	13.4	13.3			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH), XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.0 mm/√Jahr	4.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH), XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**

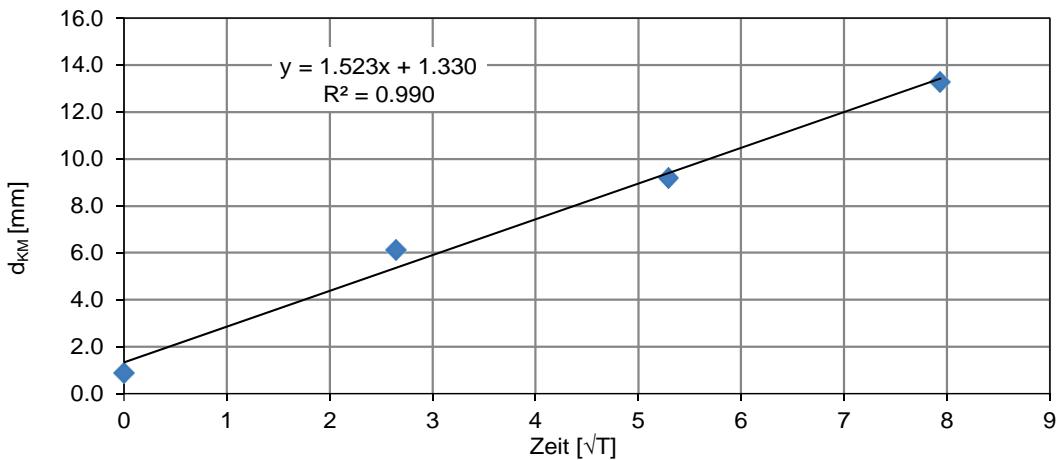
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre

Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 23.08.2017



0 Tage

2. Messung - 30.08.2017



7 Tage

3. Messung - 20.09.2017



28 Tage

4. Messung - 25.10.2017



63 Tage

Labor Chemie

Yvonne Moser

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.