



Technik und Forschung im Betonbau

Ringversuch Frischbetonkontrolle VAB

Nr. 2-1-038-01.14

Kurzfassung

*Auftraggeber: VAB/ALA
Association of
Accredited Building Material
Testing Laboratories
info@vab-ala.ch*

vertreten durch: Fernand Deillon

Verfasser: Frank Jacobs, TFB AG

Wildeg, 28.01.2014

Inhalt

1. Auftrag	3
2. Ergebnisse	3
2.1 Vorbemerkung	3
2.2 Abkürzungen:	4
2.3 Ausreisser	4
2.4 Betontemperatur [°C]	7
2.5 w/z-Wert	8
2.6 Luftgehalt [Vol.-%]	9
2.7 Rohdichte [kg/m ³]	11
2.8 Ausbreitmass [mm]	13
2.9 Verdichtungsmass [-]	14
2.10 Setzmass [mm]	15
2.11 Setzfließmass [mm]	16
2.12 Setzfließmasszeit t ₅₀₀ [s]	17
2.13 Siebrückstand SR [%]	17
2.14 Blockierneigung PJ	18
2.15 Setzfließmass mit Blockierring SF ₃ [mm]	18
2.16 Setzfließmasszeit t _{500j} mit Blockierring [s]	19
Anhang	20

1. Auftrag

An fünf Standorten (Graubünden, Innerschweiz, Zürich, Tessin, Westschweiz) wurden die Versuche durchgeführt, wobei die Versuche in der Innerschweiz (Oberdorf) und Westschweiz an jeweils zwei Tagen stattfanden. Folgende drei Betone waren herzustellen:

- Sorte 1: XC2(CH), C3, C20/25, Dmax32, Pumpmischung
- Sorte 2: XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH), C2, C30/37, Dmax32, Kranmischung mit künstlich eingeführter Luft
- Sorte 3 (SVB): XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH), SF2, C30/37, Dmax16

C2 bedeutet ein Verdichtungsmass von 1.11 bis 1.25 und C3 eines von 1.04 bis 1.10. SF2 bedeutet ein Setzfließmass von 660 – 750 mm.

Beim SVB wurden nur wenige Prüfungen durchgeführt, da die Labore oft nicht über die notwendige Ausrüstung verfügen.

In der SN EN 206-9 heisst es wie folgt:

- Im Falle von SVB müssen die Erstprüfungen eine Untersuchung der Robustheit der Betonrezeptur gegenüber Schwankungen des Wassergehalts mit einschliessen.
- Der zulässige Bereich des Wassergehaltes, innerhalb dessen die Festlegungen für den Frischbeton (hinsichtlich Fließfähigkeit, Viskosität, Blockierneigung und Sedimentationsstabilität) erfüllt werden, ist festzulegen.

Demzufolge müssten alle Betonwerke, die SVB herstellen, die o.g. Prüfungen durchführen.

2. Ergebnisse

2.1 Vorbemerkung

Nachfolgend sind die Ergebnisse pro Frischbetoneigenschaft tabellarisch und graphisch dargestellt und auch angegeben, wie viele Labore teilnahmen. Bei den Eigenschaften, bei denen ein Einfluss des Aufsatzrings erwartet werden konnte, wurde dieser Einfluss dargestellt.

Die drei Betonsorten wurden an fünf Orten in fünf verschiedenen Transportbetonwerken hergestellt. Jedes Labor nahm sich die benötigten Frischbetonproben auf einmal und führte daran die notwendigen Prüfungen (jeweils Doppelbestimmungen) durch. 53 Labore nahmen insgesamt teil, wobei nicht jedes Labor alle Prüfungen vornahm.

Betonsorten:

- Sorte A nach SN EN 206: C25/30, XC2, C3, Dmax32
- Sorte G nach SN EN 206: C30/37, XC4, XD3, XF4, C2, Dmax32
- Sorte F nach SN EN 206: C30/37, XC4, XD3, XF2, SF2 (SVB), Dmax16

Sowohl der hergestellte Beton Nr. 2 als auch Beton Nr. 3 (SVB) erfüllten nicht immer die Konsistenzvorgaben C2 bzw. SF2.

Sofern vorhanden, sind bei den Ergebnisse Angaben zur Genauigkeit der Prüfung gemäss Normen bzw. «Ringversuch Graubünden 2012» dargestellt. In den Tabellen zur Genauigkeit sind die Ergebnisse zum Mittelwert der Prüfungen aufgenommen.

Die Ergebnisse decken sich weitgehend mit denjenigen in den Normen und vom Ringversuch Graubünden. Ausnahmen sind:

- Blockierneigung PJ

Auf keinem Prüfbericht sind Abweichungen zur Normprüfung erwähnt.

Die Handhabung des Aufsatzrings ist bei den beteiligten Laboren sehr unterschiedlich, was den Vorgaben im Nationalen Anhang widerspricht. Im Nationalen Anhang zur SN EN 12350-7 heisst es: „Ohne anders lautende Vorgaben wird der Beton ohne Aufsatzring eingefüllt und mit einem Innenrüttler verdichtet.“

2.2 Abkürzungen:

- BS1, BS2: Betonsorte 1, Betonsorte 2
- n.b. bedeutet nicht bestimmt
- sr: Wiederholstandardabweichung
- sR: Vergleichsstandardabweichung
- r: Wiederholbarkeit, mit Erweiterungsfaktor 2.83 berechnet, der einem Vertrauensbereich von 99.5 % entspricht.
- R: Vergleichbarkeit, mit Erweiterungsfaktor 2.83 berechnet, der einem Vertrauensbereich von 99.5 % entspricht.
- SVB: selbstverdichtender Beton
- oA: ohne Aufsatzring
- mA: mit Aufsatzring

2.3 Ausreisser

Diverse Ergebnisse wurden gemäss Cochran und Grubb Test (ISO 5725) als Ausreisser qualifiziert.

Die Norm ISO 5725 setzt voraus, dass die Messungen innerhalb eines Labors möglichst kleine Streuungen aufweisen. Diese Voraussetzung wird mit dem Cochran's Test überprüft.

Die Testgrösse C wird berechnet aus dem Quotient der grössten Standardabweichung im Quadrat und der Summe aller Standardabweichungen im Quadrat. Der Cochran Test setzt voraus, dass in allen Labors für ein Messniveau die gleiche Anzahl Wiederholungsmessungen durchgeführt worden sind. Die so berechnete Testgrösse C wird nun mit den kritischen Werten bei 95% und 99% Wahrscheinlichkeit verglichen.

Aus dem Vergleich können folgende Beurteilungen vorgenommen werden:

- Ist die Testgrösse C kleiner oder gleich des kritischen Wertes bei 95% Wahrscheinlichkeit, dann liegen keine Ausreisser vor. Es können alle Messwerte für die Auswertung verwendet werden.
- Liegt die Testgrösse C zwischen den kritischen Werten bei 95% und 99% Wahrscheinlichkeit, so scheinen die Messungen des Labors nicht korrekt zu sein, bzw. weisen im Vergleich zu den Messungen der anderen Labors eine zu grosse Streuung unter Wiederholbedingungen auf. Diese Werte können unter Vorbehalt für die weitere Auswertung verwendet werden. Es sollte aber der Grund dafür ermittelt werden.
- Die Messungen eines Labors sind als Ausreisser zu bezeichnen, wenn die Testgrösse C grösser als der kritische Wert bei 99% Wahrscheinlichkeit ist. Diese Messwerte sind für die weitere Auswertung auszuschliessen, und der Test ist mit den restlichen Messwerten zu wiederholen. Auch Messungen mit sehr kleinen Standardabweichungen sollten geprüft werden. Zu kleine Abweichungen können auch durch eine falsche Ausführung des Messverfahrens verursacht werden.

Wenn sich aus der wiederholten Durchführung des Cochran's Test mehrere Ausreisser ergeben, und diese bei einem gewissen Niveau auftreten, so muss das Ausschliessen nochmals beurteilt werden. Die auftretenden grossen Streuungen könnten in diesem Fall auch durch das Messverfahren selbst verursacht werden.

Mit dem Grubbs' Test werden die Messungen (Mittelwerte) der Labors untereinander verglichen. Wobei der Test sowohl für die Maximal- als auch für die Minimalwerte durchzuführen ist. Die Testgrössen G werden mit den kritischen Werten bei 95% und 99% Wahrscheinlichkeit verglichen. Die Kriterien für zu grosse Abweichung und für Ausreisser sind die gleichen wie beim Cochran's Test.

Der Grubb's Test wird zuerst auf den grössten Mittelwert angesetzt. Ist dieser ein Ausreisser, so werden die Messwerte ausgeschlossen und der Test für den kleinsten Mittelwert durchgeführt. Wird dabei ein Ausreisser festgestellt, so sind diese Messwerte ebenfalls auszuschliessen. Der Grubb's Test muss dann für den gegenüberliegenden Extremwert (Maximal- oder Minimalwert) ausgeführt werden. Sobald keine Ausreisser mehr auftreten, so ist das Grubb'sche Testverfahren beendet.

Sind gemäss Grubb's Test der Maximal- und der Minimalwert keine Ausreisser, so wird der Grubb's Test auf die zwei grössten Extremwerte und anschliessend auf die zwei kleinsten Extremwerte angesetzt.

Prüfort	Ausreisser bei Eigenschaft	Anzahl Labore
Tessin 16.5.2013	Temperatur	2
Graubünden 28.3.2013	Temperatur Luftgehalt Ausbreitmass	2 1 2
Oberdorf 11.4.13	Temperatur	1
Oberdorf 18.4.13	Rohdichte Temperatur	1 1
Zürich 25.3.2013	Verdichtungsmass Luftgehalt Setzmass	1 1 1
Westschweiz 29.4.13	Temperatur Verdichtungsmass	2 1
Westschweiz 30.4.13	Temperatur	1

Da es sich bei den gemäss den o.g. Verfahren bestimmten Ausreissern nicht zwangsläufig um Messfehler oder Ähnliches handelt, wurden in den Auswertetabellen alle Werte verwendet.

Bei den Angaben vom Tiefbauamt Graubünden in den Tabellen «Genauigkeitsangaben» ist ausgewiesen, ob Extremwerte ausgeschlossen wurden. Dabei handelt es sich nicht um Ausreisser im o.g. Sinne (Abschnitt 2.3).

2.4 Betontemperatur [°C]

		Mittelwert	r	R	Anzahl	sr	sR
BS1	Graubünden	11.1	0.2	3.0	11	0.1	1.1
	Oberdorf 11.4.13	13.7	0.8	1.0	7	0.3	0.3
	Oberdorf 18.4.13	18.7	1.2	1.8	6	0.4	0.6
	Tessin	19.0	n.b.	2.7	5	n.b.	0.9
	Westschweiz 29.4.13	17.2	n.b.	3.2	7	n.b.	1.1
	Westschweiz 30.4.13	19.3	2.2	4.4	7	0.8	1.6
	Zuerich	9.6	0.4	1.7	14	0.2	0.6
	Mittelwert	15.5	0.9	2.5		0.3	0.9

		Mittelwert	r	R	Anzahl	sr	sR
BS2	Graubünden	11.3	0.4	2.8	11	0.1	1.0
	Oberdorf 11.4.13	14.3	0.9	1.1	7	0.3	0.4
	Oberdorf 18.4.13	20.1	1.8	1.8	6	0.6	0.6
	Tessin	19.3	n.b.	0.6	5	n.b.	0.2
	Westschweiz 29.4.13	19.8	n.b.	5.1	7	n.b.	1.8
	Westschweiz 30.4.13	19.3	1.9	1.9	6	0.7	0.7
	Zuerich	9.3	0.4	2.4	14	0.1	0.9
	Mittelwert	16.2	1.1	2.2		0.4	0.8

		Mittelwert	r	R	Anzahl	sr	sR
SVB	Graubünden	14.9	1.3	6.0	10	0.5	2.1
	Oberdorf 11.4.13	16.3	2.4	2.4	7	0.8	0.8
	Oberdorf 18.4.13	22.7	5.4	5.8	5	1.9	2.0
	Tessin	20.1	n.b.	1.3	5	n.b.	0.5
	Westschweiz 29.4.13	20.4	n.b.	3.1	7	n.b.	1.1
	Westschweiz 30.4.13	20.8	1.0	1.5	6	0.3	0.5
	Zuerich	11.0	0.6	3.5	14	0.2	1.2
	Mittelwert	18.0	2.1	3.4		0.8	1.2

Genauigkeitsangaben; *ohne Extremwerte

Quelle	Bereich [-]	r [°C]	R [°C]	sr [°C]	sR [°C]
Normen	keine				
Mittelwert S1	15.5	0.9	2.5	0.3	0.9
Mittelwert S2	16.2	1.1	2.2	0.4	0.8
Mittelwert S3	18.0	2.1	3.4	0.8	1.2

2.5 w/z-Wert

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden	11	0.417	0.055	0.055	0.020	0.020
	Oberdorf 11.4.13	7	0.417	0.030	0.060	0.010	0.021
	Oberdorf 18.4.13	6	0.418	0.038	0.066	0.014	0.024
	Tessin	5	0.411	0.034	0.058	0.012	0.020
	Westschweiz 29.4.13	7	0.387	0.031	0.044	0.011	0.015
	Westschweiz 30.4.13	7	0.393	0.027	0.046	0.010	0.016
	Zuerich	14	0.434	0.047	0.069	0.016	0.024
	Mittelwert		0.411	0.037	0.057	0.013	0.020
	Minimum		0.411	0.037	0.057	0.013	0.020
	Maximum		0.387	0.027	0.044	0.010	0.015

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	10	0.493	0.083	0.083	0.029	0.029
	Oberdorf 11.4.13	7	0.489	0.081	0.113	0.029	0.040
	Oberdorf 18.4.13	5	0.427	0.041	0.057	0.014	0.020
	Tessin	5	0.335	0.063	0.063	0.022	0.022
	Westschweiz 29.4.13	7	0.467	0.034	0.079	0.012	0.028
	Westschweiz 30.4.13	6	0.442	0.079	0.079	0.028	0.028
	Zuerich	14	0.395	0.038	0.038	0.013	0.013
	Mittelwert		0.435	0.060	0.073	0.021	0.026
	Minimum		0.335	0.034	0.038	0.012	0.013
	Maximum		0.493	0.083	0.113	0.029	0.040

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [-]	sr [%]	sR [%]	sr [-]	sR [-]
SIA 262/1 (VAB)		3.4	4.8		
RV Graubünden 2012	0.43			0.0163 / 0.0111*	0.023 / 0.0139*
Mittelwert S2	0.41	3.2	4.9	0.013	0.020
Mittelwert S3	0.44	4.8	5.9	0.021	0.026

2.6 Luftgehalt [Vol.-%]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS1	Graubünden mA	9	1.27	0.31	1.04	0.11	0.37
	Graubünden oA	2	1.10	0.24	0.28	0.08	0.10
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	1.09	0.56	0.56	0.20	0.20
	Oberdorf 18.4.13 oA	6	1.34	0.25	0.67	0.09	0.24
	Tessin oA	5	1.02	0.30	0.82	0.11	0.29
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	1.09	0.21	0.61	0.07	0.22
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	1.21	0.25	0.32	0.09	0.11
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	0.99	0.38	0.38	0.13	0.13
	Zuerich mA	2	2.58	0.32	0.32	0.11	0.11
	Zuerich oA	12	2.39	0.33	0.86	0.12	0.30
	Mittelwert		1.41	0.32	0.59	0.11	0.21
	Minimum		0.99	0.21	0.28	0.07	0.10
	Maximum		2.58	0.56	1.04	0.20	0.37

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden mA	9	4.19	0.67	0.67	0.24	0.24
	Graubünden oA	2	4.33	0.67	1.38	0.24	0.49
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	5.55	2.47	2.47	0.87	0.87
	Oberdorf 18.4.13 oA	6	5.37	2.47	2.47	0.87	0.87
	Tessin oA	5	2.91	0.35	1.32	0.12	0.47
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	3.85	0.55	0.55	0.19	0.19
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	4.05	0.84	1.25	0.30	0.44
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	3.28	0.78	1.46	0.28	0.52
	Zuerich mA	2	6.95	0.53	4.75	0.19	1.68
	Zuerich oA	12	7.40	0.96	2.86	0.34	1.01
	Mittelwert		4.79	1.03	1.92	0.36	0.68
	Minimum		2.91	0.35	0.55	0.12	0.19
	Maximum		7.40	2.47	4.75	0.87	1.68

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden mA	9	2.49	1.18	1.85	0.42	0.65
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	0.47	0.43	0.43	0.15	0.15
	Oberdorf 18.4.13 oA	5	1.66	0.41	1.20	0.14	0.42
	Tessin oA	5	0.75	0.38	0.65	0.14	0.23
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	1.75	0.27	1.11	0.10	0.39
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	1.56	0.31	1.82	0.11	0.64
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	1.28	0.65	0.65	0.23	0.23
	Zuerich mA	2	1.80	0.24	0.73	0.08	0.26
	Zuerich oA	12	1.61	0.29	0.47	0.10	0.17
	Mittelwert		5.89	1.49	0.99	0.16	0.35
	Minimum		2.00	0.47	0.43	0.08	0.15
	Maximum		12.00	2.49	1.85	0.42	0.65

Aufsatz	statistische Grösse	Mittelwert [%]	Wiederholstandardabweichung Sr [%]	Vergleichsstandardabweichung SR I [%]	Wiederholbarkeit r [%]	Vergleichbarkeit R [%]
Sorte 1: XC2(CH), C3, C20/25, Dmax32, Pumpmischung						
ja	Mittelwert	1.48	0.11	0.21	0.31	0.59
	Minimum	0.99	0.07	0.11	0.21	0.32
	Maximum	2.58	0.13	0.37	0.38	1.04
nein	Mittelwert	1.36	0.12	0.21	0.32	0.59
	Minimum	1.02	0.08	0.10	0.24	0.28
	Maximum	2.39	0.20	0.30	0.56	0.86
Sorte 2: XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH), C2, C30/37, Dmax32, Kranmischung mit künstlich eingeführter Luft						
ja	Mittelwert	4.57	0.23	0.66	0.63	1.86
	Minimum	3.28	0.19	0.19	0.53	0.55
	Maximum	6.95	0.28	1.68	0.78	4.75
nein	Mittelwert	4.94	0.46	0.69	1.29	1.96
	Minimum	2.91	0.12	0.44	0.35	1.25
	Maximum	7.40	0.87	1.01	2.47	2.86
Sorte 3 (SVB): XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH), SF2, C30/37, Dmax16						
ja	Mittelwert	1.83	0.21	0.38	0.59	1.09
	Minimum	1.28	0.08	0.23	0.24	0.65
	Maximum	2.49	0.42	0.65	1.18	1.85
nein	Mittelwert	1.21	0.13	0.32	0.36	0.91
	Minimum	0.47	0.10	0.15	0.29	0.43
	Maximum	1.66	0.15	0.64	0.43	1.82

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [-]	r [Vol.-%]	R [Vol.-%]	sr [Vol.-%]	sR [Vol.-%]
SN EN 12350-7	Keine				
RV Graubünden 2012	7.2 / 6.9*	1.0 / 1.0*	2.5 / 1.5*		
	4.7 / 4.8*	0.8 / 0.5*	1.6 / 1.4*		
S1 alle	1.41	0.31	0.59	0.11	0.21
S1 mit Aufsatz	1.48	0.30	0.59	0.11	0.21
S1 ohne Aufsatz	1.36	0.32	0.59	0.11	0.21
S2 alle	4.79	1.03	1.92	0.36	0.68
S2 mit Aufsatz	4.57	0.63	1.86	0.22	0.66
S2 ohne Aufsatz	4.93	1.29	1.96	0.46	0.69
S3 alle	1.57	0.47	1.01	0.17	0.36
S3 mit Aufsatz	1.83	0.58	1.08	0.21	0.38
S3 ohne Aufsatz	1.21	0.36	0.92	0.13	0.32

2.7 Rohdichte [kg/m³]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS1	Graubünden mA	9	2416	10.6	41.4	3.7	14.7
	Graubünden oA	2	2415	13.1	24.2	4.6	8.6
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	2431	35.4	55.5	12.5	19.6
	Oberdorf 18.4.13 oA	6	2398	12.4	29.0	4.4	10.3
	Tessin oA	5	2412	12.9	30.9	4.5	10.9
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	2411	19.8	36.4	7.0	12.9
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	2388	11.6	40.0	4.1	14.1
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	2407	11.9	25.0	4.2	8.8
	Zuerich mA	2	2389	30.7	51.7	10.8	18.3
	Zuerich oA	12	2383	16.5	40.5	5.8	14.3
	Mittelwert		2405	17.5	37.5	6.2	13.3
	Minimum		2383	10.6	24.2	3.7	8.6
	Maximum		2431	35.4	55.5	12.5	19.6

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden mA	9	2394	15.1	50.4	5.4	17.8
	Graubünden oA	2	2422	22.2	22.2	7.8	7.8
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	2319	81.9	81.9	28.9	28.9
	Oberdorf 18.4.13 oA	6	2321	83.0	83.0	29.4	29.4
	Tessin oA	5	2422	27.4	37.6	9.7	13.3
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	2390	21.1	78.6	7.5	27.8
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	2375	26.6	69.0	9.4	24.4
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	2404	22.6	43.4	8.0	15.3
	Zuerich mA	2	2275	46.2	126.0	16.3	44.6
	Zuerich oA	12	2261	53.2	75.3	18.8	26.6
	Mittelwert		2358	39.9	66.7	14.1	23.6
	Minimum		2261	15.1	22.2	5.4	7.8
	Maximum		2422	83.0	126.0	29.4	44.6

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden oA	9	2357	62.4	92.9	22.0	32.8
	Oberdorf 11.4.13 oA	7	2390	34.4	47.2	12.2	16.7
	Oberdorf 18.4.13 oA	5	2387	15.2	63.6	5.4	22.5
	Tessin oA	5	2424	42.6	58.5	15.1	20.7
	Westschweiz 29.4.13 mA	4	2350	8.4	38.7	3.0	13.7
	Westschweiz 29.4.13 oA	3	2348	9.2	114.2	3.2	40.4
	Westschweiz 30.4.13 mA	6	2372	20.5	37.1	7.2	13.1
	Zuerich mA	2	2406	42.2	42.2	14.9	14.9
	Zuerich oA	12	2402	21.3	36.4	7.5	12.9
	Mittelwert		2382	28	59	10	21
	Minimum		2348	8	36	3	13
	Maximum		2424	62	114	22	40

Aufsatz	Statistische Grösse	Mittelwert [kg/m ³]	Wiederholstandardabweichung Sr [kg/m ³]	Vergleichsstandardabweichung SR [kg/m ³]	Wiederholbarkeit r [kg/m ³]	Vergleichbarkeit R [kg/m ³]
Sorte 1: XC2(CH), C3, C20/25, Dmax32, Pumpmischung						
ja	Mittelwert	2406	6	14	18	39
	Minimum	2389	4	9	11	25
	Maximum	2416	11	18	31	52
nein	Mittelwert	2405	6	13	17	37
	Minimum	2383	4	9	12	24
	Maximum	2431	13	20	35	56
Sorte 2: XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH), C2, C30/37, Dmax32, Kranmischung mit künstlich eingeführter Luft						
ja	Mittelwert	2366	9	26	26	75
	Minimum	2275	5	15	15	43
	Maximum	2404	16	45	46	126
nein	Mittelwert	2353	17	22	49	62
	Minimum	2261	8	8	22	22
	Maximum	2422	29	29	83	83
Sorte 3 (SVB): XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH), SF2, C30/37, Dmax16						
ja	Mittelwert	2376	8	14	24	39
	Minimum	2350	3	13	8	37
	Maximum	2406	15	15	42	42
nein	Mittelwert	2385	11	24	31	69
	Minimum	2348	3	13	9	36
	Maximum	2424	22	40	62	114

Genauigkeitsangaben

Quelle	Bereich [-]	sr [kg/m ³]	sR [kg/m ³]	r	R	
SN EN 12350-6	2300 - 2400	6	15	15	29	Dmax20, mit Stampfer verdichtet
RV Graubünden 2012	2281	22	38	61	105	
	2346	12	21	34	59	
S1 alle	2405	18	38	6	13	
S1 mit Aufsatz	2406	6	14	18	39	
S1 ohne Aufsatz	2405	6	13	17	37	
S2 alle	2358	40	67	14	24	
S2 mit Aufsatz	2366	9	26	26	75	
S2 ohne Aufsatz	2353	17	22	49	62	Sehr unterschiedliche Dichten aufgrund von Ausreissern, robuster Mittelwerte ähnlich
S3 alle	2382	28	59	10	21	
S3 mit Aufsatz	2376	8	14	24	39	
S3 ohne Aufsatz	2385	11	24	31	69	

2.8 Ausbreitmass [mm]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS1	Graubünden	11	423	11	42	4	15
	Oberdorf 11.4.13	7	404	14	80	5	28
	Oberdorf 18.4.13	6	393	21	53	7	19
	Tessin	5	391	17	47	6	17
	Westschweiz 29.4.13	7	346	14	45	5	16
	Westschweiz 30.4.13	7	348	17	72	6	26
	Zuerich	14	435	20	78	7	28
	Mittelwert		391	16	60	6	21
	Minimum		346	11	42	4	15
	Maximum		435	21	80	7	28

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden	11	382	30	43	11	15
	Oberdorf 11.4.13	7	301	29	29	10	10
	Oberdorf 18.4.13	6	320	22	72	8	26
	Tessin	5	387	27	90	9	32
	Westschweiz 29.4.13	7	274	20	52	7	18
	Westschweiz 30.4.13	7	307	23	113	8	40
	Zuerich	14	436	23	91	8	32
	Mittelwert		344	25	70	9	25
	Minimum		274	20	29	7	10
	Maximum		436	30	113	11	40

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	SR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-5	555	25	33	69	91
RV Graubünden 2012	485	9	19	25	52
Mittelwert S1	391	6	21	17	60
Mittelwert S2	344	9	25	25	70

2.9 Verdichtungsmass [-]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS1	Graubünden	11	1.064	0.034	0.044	0.012	0.016
	Oberdorf 11.4.13	7	1.062	0.024	0.037	0.008	0.013
	Oberdorf 18.4.13	6	1.099	0.015	0.028	0.005	0.010
	Tessin	5	1.040	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Westschweiz 29.4.13	7	1.083	0.044	0.117	0.016	0.041
	Westschweiz 30.4.13	7	1.075	0.025	0.074	0.009	0.026
	Zuerich	14	1.036	0.022	0.039	0.008	0.014
	Mittelwert		1.066	0.027	0.057	0.010	0.020
	Minimum		1.036	0.015	0.028	0.005	0.010
	Maximum		1.099	0.044	0.117	0.016	0.041

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden	11	1.087	0.037	0.051	0.013	0.018
	Oberdorf 11.4.13	7	1.282	0.057	0.100	0.020	0.035
	Oberdorf 18.4.13	6	1.275	0.045	0.113	0.016	0.040
	Tessin	5	1.052	0.014	0.032	0.005	0.011
	Westschweiz 29.4.13	7	1.192	0.028	0.096	0.010	0.034
	Westschweiz 30.4.13	7	1.219	0.056	0.151	0.020	0.053
	Zuerich	14	1.044	0.021	0.031	0.007	0.011
	Mittelwert		1.164	0.037	0.082	0.013	0.029
	Minimum		1.044	0.014	0.031	0.005	0.011
	Maximum		1.282	0.057	0.151	0.020	0.053

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	SR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-4	Keine				
RV Graubünden 2012	1.1 / 1.1*	0.012	0.022	0.03 / 0.04*	0.06 / 0.04*
Mittelwert S1	1.066	0.008	0.017	0.023	0.049
Mittelwert S2	1.164	0.013	0.029	0.037	0.082

2.10 Setzmass [mm]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS1	Graubünden	10	104.1	18.4	33.3	6.5	11.8
	Oberdorf 11.4.13	7	86.7	13.0	32.8	4.6	11.6
	Oberdorf 18.4.13	6	53.7	7.4	18.7	2.6	6.6
	Tessin	4	98.8	20.1	37.1	7.1	13.1
	Westschweiz 29.4.13	7	48.6	6.1	40.5	2.2	14.3
	Westschweiz 30.4.13	6	40.7	9.4	34.4	3.3	12.2
	Zuerich	13	130.3	22.5	67.0	8.0	23.7
	Mittelwert	7.6	80.4	13.8	37.7	4.9	13.3
	Minimum		40.7	6.1	18.7	2.2	6.6
	Maximum		130.3	22.5	67.0	8.0	23.7

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
BS2	Graubünden	10	123.8	14.2	17.5	5.0	6.2
	Oberdorf 11.4.13	7	16.0	8.8	16.5	3.1	5.8
	Oberdorf 18.4.13	6	18.0	8.3	25.3	2.9	9.0
	Tessin	4	168.8	20.0	32.7	7.1	11.6
	Westschweiz 29.4.13	7	24.6	6.4	15.1	2.2	5.3
	Westschweiz 30.4.13	6	38.3	7.8	70.8	2.8	25.0
	Zuerich	13	147.2	20.8	42.1	7.4	14.9
	Mittelwert	7.6	76.7	12.3	31.4	4.4	11.1
	Minimum		16.0	6.4	15.1	2.2	5.3
	Maximum		168.8	20.8	70.8	7.4	25.0

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	SR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-2	50 - 80	4	8	11	22
Mittelwert S1	80.4	4.9	13.3	13.9	37.7
Mittelwert S2	76.7	4.4	11.1	12.3	31.4

2.11 Setzfließmass [mm]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	10	667.5	41.7	57.9	14.8	20.5
	Oberdorf 11.4.13	7	711.8	51.4	107.3	18.2	37.9
	Oberdorf 18.4.13	5	428.1	21.9	21.9	7.7	7.7
	Tessin	5	743.0	38.2	166.3	13.5	58.8
	Westschweiz 29.4.13	4	643.8	23.5	137.4	8.3	48.6
	Westschweiz 30.4.13	6	610.1	69.6	297.0	24.6	105.0
	Zuerich	11	600.9	41.6	53.7	14.7	19.0
	Mittelwert		629.3	41.1	120.2	14.5	42.5
	Minimum		428.1	21.9	21.9	7.7	7.7
	Maximum		743.0	69.6	297.0	24.6	105.0
	Mittelwert o. Oberdorf 18.4.		662.9	44.3	136.6	15.7	48.3
	Minimum		600.9	23.5	53.7	8.3	19.0
	Maximum		743.0	69.6	297.0	24.6	105.0

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	SR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-8	< 600	keine			
	600 – 750			42	43
	> 750			22	28
Mittelwert S3	629.3	14.5	42.5	41.1	120.2
Mittelwert S3 o O'dorf 18.4.	662.9	15.7	48.3	44.3	136.6

2.12 Setzflussmasszeit t500 [s]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	10	3.8	1.1	3.2	0.4	1.1
	Oberdorf 11.4.13	6	2.4	1.6	2.9	0.6	1.0
	Tessin	5	3.0	0.8	1.4	0.3	0.5
	Westschweiz 29.4.13	4	1.9	1.0	1.6	0.4	0.6
	Westschweiz 30.4.13	6	3.0	1.6	3.9	0.6	1.4
	Zuerich	11	3.1	1.1	1.8	0.4	0.6
	Mittelwert		2.9	1.2	2.5	0.5	0.9
	Minimum		1.9	0.8	1.4	0.3	0.5
	Maximum		3.8	1.6	3.9	0.6	1.4

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [s]	SR [s]	r [s]	R [s]
SN EN 12350-8	> 6	keine			
	3.5 - 6			0.66	0.88
	< 3.5			1.18	1.18
Mittelwert S3	4.4	0.5	1.1	1.4	3.1

2.13 Siebrückstand SR [%]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	6	9.8	5.3	5.3	1.9	1.9
	Westschweiz 29.4.13	3	7.3	10.1	10.1	3.6	3.6
	Westschweiz 30.4.13	2	2.7	0.4	6.0	0.2	2.1
	Mittelwert		6.6	2.2	3.3	0.8	1.2
	Minimum		2.7	0.8	1.4	0.3	0.5
	Maximum		9.8	5.3	5.3	1.9	1.9

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [%]	sR [%]	r [%]	R [%]
SN EN 12350-11	> 20			3.7	3.7
	≤ 20			10.9	10.9
Mittelwert S3	6.6	1.9	2.5	5.3	7.1

2.14 Blockierneigung PJ

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	4	17.0	7.2	32.8	2.6	11.6
	Zuerich	6	14.8	48.8	48.8	17.3	17.3
	Mittelwert	5.	15.9	28.0	40.8	10.0	14.5
	Minimum		14.8	7.2	32.8	2.6	11.6
	Maximum		17.0	48.8	48.8	17.3	17.3

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	sR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-12	> 20			7.8	7.8
	≤ 20			4.6	4.9
Mittelwert S3	15.9	9.9	14.4	28.0	40.8

2.15 Setzfließmass mit Blockierring SF_J [mm]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	4	631	29	55	10	20
	Zuerich	3	553	88	110	31	39
	Mittelwert	4	592	59	83	21	30
	Minimum		553	29	55	10	20
	Maximum		631	88	110	31	39

Quelle	Bereich [mm]	sr [mm]	sR [mm]	r [mm]	R [mm]
SN EN 12350-12	< 600			59	67
	600 - 750			46	46
	> 750			25	31
Mittelwert S3	592.3	20.6	29.2	58.2	82.7

2.16 Setzflussmasszeit t_{500} mit Blockierring [s]

		Anzahl	Mittelwert	r	R	sr	sR
SVB	Graubünden	4	6.2	1.0	2.0	0.3	0.7
	Oberdorf 11.4.13	3	5.3	1.5	4.0	0.5	1.4
	Zuerich	6	7.8	2.2	3.6	0.8	1.3
	Mittelwert		6.4	1.6	3.2	0.5	1.1
	Minimum		5.3	1.0	2.0	0.3	0.7
	Maximum		7.8	2.2	4.0	0.8	1.4

Genauigkeitsangaben; *ohne Ausreisser

Quelle	Bereich [s]	sr [s]	sR [s]	r [s]	R [s]
SN EN 12350-12	≤ 3.5			0.700	0.90
	3.5 – 6.0			1.23	1.32
	> 6			4.34	4.34
Mittelwert S3	6.4	0.6	1.3	1.6	3.2

Anhang