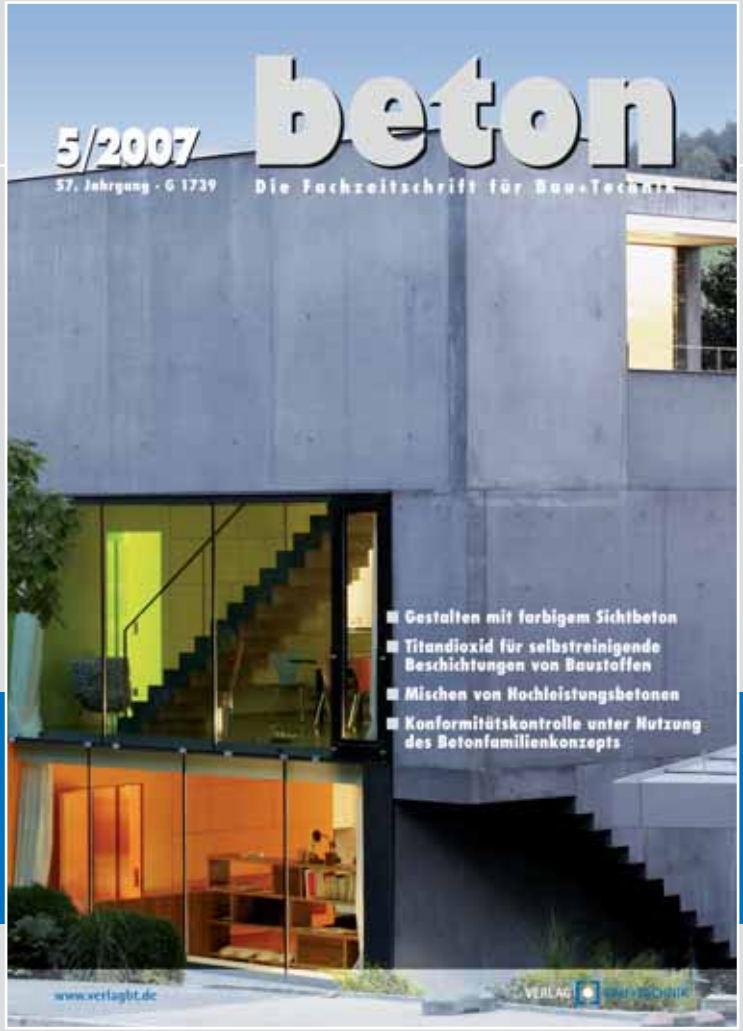

Sonderdruck

Konformitätskontrolle unter Nutzung des Betonfamilienkonzepts – ein Beispiel für die praktische Umsetzung

Beschreibung des Ablaufs und Hinweise zur Durchführung

Monika Helm, Berlin, und Detlef Zeh, Hamburg

Überreicht durch den

Bundesüberwachungsverband Transportbeton e.V. (BÜV TB)
Düsseldorfer Straße 50, 47051 Duisburg
Tel.: 0203/99239-42, Fax: 0203/99239-98
E-Mail: buev@baustoffverbaende.de
www.buev-baustoffueberwachung.de

Verlag Bau+Technik GmbH
www.verlagbt.de

Beschreibung des Ablaufs und Hinweise zur Durchführung

Konformitätskontrolle unter Nutzung des Betonfamilienkonzepts – ein Beispiel für die praktische Umsetzung*

Monika Helm, Berlin, und Detlef Zeh, Hamburg

Seit der Einführung von DIN EN 206-1/DIN 1045-2, zusammengefasst im DIN-Fachbericht 100 „Beton" [1], ist eine Produktions- und Konformitätskontrolle an Betonfamilien möglich. Der Unterschied zur Auswertung an einzelnen Betonzusammensetzungen besteht im Wesentlichen darin, dass Normal- und Schwerbetone der Druckfestigkeitsklassen C8/10 bis C50/60 und Leichtbetone der Druckfestigkeitsklassen LC8/9 bis LC50/55 unter bestimmten Bedingungen zusammengefasst werden [2]. Im Beitrag wird anhand von Druckfestigkeitsergebnissen aus einem Transportbetonwerk dargestellt, wie die Auswertung an Betonfamilien erfolgt und wie bei Nichtkonformität vorzugehen ist.

1 Bilden von Betonfamilien

Betonfamilien sind Gruppen von Betonen, für die aufgrund der verwendeten Ausgangsstoffe und der Herstellungsbedingungen ein zuverlässiger Zusammenhang zwischen den maßgebenden Eigenschaften besteht. Die Anzahl der zu bildenden Betonfamilien ist im Wesentlichen abhängig von der Anzahl der eingesetzten Zemente, Zusatzstoffe und Gesteinskörnungen.

Betone dürfen unter folgenden Bedingungen zu Betonfamilien zusammengefasst werden:

- Zement einer Art (Normalzementart), Festigkeitsklasse und eines Werks
- nachweisbar ähnliche Gesteinskörnungen gleichen geologischen Ursprungs und Zusatzstoffe des Typs I (Gesteinsmehl, Pigmente)
- Betone sowohl mit als auch ohne wasserreduzierende/verflüssigende Zusatzmittel
- alle Konsistenzklassen
- mind. zwei Betonfamilien von C8/10 bis C50/60 bzw. LC8/9 bis LC50/55
- Betone von einer Produktionsstätte

In getrennte Betonfamilien sind einzuordnen:

- Betone mit Zusatzstoff Typ II (Flugasche)
- Betone mit Zusatzmitteln mit Auswirkungen auf die Druckfestigkeit (z.B. LP, VZ, …)

Für hochfeste Betone ist das Betonfamilienkonzept nicht anwendbar

Die Einschränkung, dass die Betone mindestens in zwei Betonfamilien einzuteilen sind, um den Bereich der Festigkeitsklassen von C8/10 bis C50/60 bzw. LC8/9 bis LC50/55 abzudecken, ist darauf zurückzuführen, dass die Bildung von sehr großen und damit unübersichtlichen Betonfamilien vermieden werden soll. Werden drei Zemente jeweils mit und ohne Zusatzstoff des Typs II eingesetzt und die gleichen Gesteinskörnungen verwendet, so würden sich damit mindestens sechs Betonfamilien ergeben. Eine Reihe von Betonen wird aber wahrscheinlich auch als Einzelbeton ausgewertet werden können.

Bei der Zusammenstellung einer Betonfamilie sollte jeder Beton noch einmal kritisch hinsichtlich seiner bisherigen Prüfergebnisse betrachtet werden. Gegebenenfalls sind Betone, die in der Vergangenheit große Schwankungen der Druckfestigkeitsergebnisse aufwiesen, nicht in eine Betonfamilie aufzunehmen, um eine Nichtkonformität in der Betonfamilie zu vermeiden und keine Ressourcen zu verschenken. Der betreffende Beton würde dann als Einzelbeton zu betrachten sein.

2 Zielfestigkeit

Im Zusammenhang mit der Auswahl der Betone für die Betonfamilie ist die Zielfestigkeit f_{cta} der einzelnen Betone festzulegen. Für die Zielfestigkeit eines Betons wird empfohlen, den Mittelwert aus Ergebnissen der Erstprüfungen und weiterer Prüfungen heranzuziehen. Es können dabei auch Erfahrungen mit ähnlichen Betonen genutzt werden. Eine Anpassung der Zielfestigkeit kann vorgenommen werden, wenn dies auf Grund der während der Überwachung ermittelten Druckfestigkeitsergebnisse plausibel erscheint. Dies ist im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zu dokumentieren.

Diese Zielfestigkeit ist nicht gleichzusetzen mit dem Kriterium zur Annahme der Erstprüfung, bei der unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen der werkseigenen Produktionskontrolle empfohlen wird, ein Vorhaltemaß von mindestens 6 N/mm² bis 12 N/mm² in Bezug auf die charakteristische Festigkeit zu wählen.

* Die Bearbeitung des Beitrags erfolgte in Abstimmung mit dem Bundesfachausschuss des Bundesüberwachungsverbandes Transportbeton e.V. (BÜV TB) und Dr.-Ing. Ulrich Wöhnl, wib Ingenieurbüro für Beton und Mauerwerk, Osnabrück.

Die Autoren:

Dr.-Ing. Monika Helm studierte Baumaschinentechnik an der Otto von Guericke Universität Magdeburg, wo sie auch promoviert wurde. Von 1984 bis 1994 war sie wissenschaftliche Assistentin an der Otto von Guericke Universität Magdeburg im Fachbereich Baumaschinentechnik. Anschließend begann sie ihre Tätigkeit im TBR Technologiezentrum GmbH & Co. KG, wo sie von 1996 bis 2003 als Geschäftsführerin tätig war. Seit 2003 ist sie selbstständig im ibh Ingenieurbüro Helm für baustoffliche Aufgabenstellungen und Qualitätsmanagementsysteme. Monika Helm ist Mitglied in den DAfStB-Unterausschüssen „Massige Bauteile", „Ultrahochfester Beton" sowie „Stahlfaserbeton". Sie ist weiterhin stellv. Obfrau des Fachausschuss TB des Bundesüberwachungsausschusses.

Dipl.-Ing. Detlef Zeh studierte Baustoffverfahrenstechnik an der jetzigen Bauhaus-Universität Weimar und arbeitete anschließend ab 1989 in der Bauleitung sowie der Betreuung von Kies- und Transportbetonaktivitäten einer norddeutschen Bauunternehmung. Seit 1993 ist er Geschäftsführer des Baustoffüberwachungs- und Zertifizierungsverbandes Nord (BÜV Nord) e.V. mit Sitz in Hamburg und arbeitet in einer Vielzahl technischer Gremien, u.a. im DAfStb-Unterausschuss „Alkalireaktion im Beton" mit.

3 Referenzbeton und Transformationsmethoden

Um Betone, die unterschiedliche Frisch- und Festbetoneigenschaften aufweisen können, in einer Betonfamilie auszuwerten, ist ein Referenzbeton auszuwählen. Unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten sollte als Referenzbeton derjenige Beton einer Betonfamilie gewählt werden, der voraussichtlich am häufigsten produziert wird. Ein Wechsel des Referenzbetons ist möglich und zu dokumentieren. Innerhalb eines Nachweiszeitraums ist stets ein Referenzbeton beizubehalten. Der Wechsel des Referenzbetons ist nur zu Beginn eines neuen Nachweiszeitraums möglich. Der Nachweiszeitraum für die Ersterstellung beträgt drei Prüfergebnisse und für die stetige Herstellung 15 Prüfergebnisse.

Lediglich für den Nachweis des Kriteriums 1 der Konformitätskontrolle (Mittelwert f_{cm}) müssen die Einzelwerte der Druckfestigkeit f_{ci} in eine äquivalente Druckfestigkeit f_{ceq} umgerechnet werden. Dafür stehen drei Transformationsmethoden zur Verfügung [2]:

- Differenzverfahren
- Quotientenverfahren
- Wasserzementwertverfahren

Letztere Transformationsmethode findet in Deutschland keine Anwendung. Im Allgemeinen wird sich der Anwender für das Differenzverfahren entscheiden, bei dem lineare Zusammenhänge genutzt werden. Über die Zielfestigkeiten der Einzelbetone f_{cta} und des Referenzbetons f_{cR} werden die Prüfergebnisse auf eine äquivalente Druckfestigkeit umgerechnet. Die Berechnung wird wie folgt ausgeführt:

$$f_{ci} - f_{cta} = \Delta_i \quad (1)$$

$$f_{ceq} = f_{cR} + \Delta_i \quad (2)$$

f_{ci} = einzelnes Prüfergebnis der Druckfestigkeit [N/mm²]
f_{cta} = Zielfestigkeit des geprüften Betons [N/mm²]
Δ_i = Druckfestigkeitsdifferenz [N/mm²]
f_{ceq} = äquivalente Druckfestigkeit des Referenzbetons [N/mm²]
f_{cR} = Zielfestigkeit des Referenzbetons [N/mm²]

Das Quotientenverfahren wird relativ selten eingesetzt, obgleich dies sicherlich für einige Anwendungsfälle Vorteile bieten kann.

4 Ersterstellung und stetige Herstellung

Für die Mindesthäufigkeit der Probenahme zur Beurteilung der Konformität und für die Konformitätskriterien wird in [1] zwischen Ersterstellung und stetiger Herstellung unterschieden. Dabei ist es unerheblich, ob Einzelbetone ausgewertet werden oder mit Betonfamilien gearbeitet wird.

Die Ersterstellung umfasst den Zeitraum bis zum Erreichen von mindestens 35 Prüfergebnissen. Während dieser Phase ist die Prüfhäufigkeit doppelt so hoch wie bei der stetigen Herstellung, um mit den Betonen Erfahrungen zu sammeln.

Tafel 1: Konformitätskriterium 2 für die Druckfestigkeit (Auszug aus Tabelle 14 in [1])

Herstellung	Anzahl n der Ergebnisse in der Reihe	Kriterium 2
		Jedes einzelne Prüfergebnis f_{ci} [N/mm²]
Ersterstellung	3	$\geq f_{ck} - 4$ Hochfester Beton: $\geq f_{ck} - 5$
Stetige Herstellung	Mindestens 15	$\geq f_{ck} - 4$ Hochfester Beton: $\geq 0{,}9\ f_{ck}$

Tafel 2: Bestätigungskriterium für einen Beton aus einer Betonfamilie (Tabelle 15 in [1])

Anzahl n der Prüfergebnisse für die Druckfestigkeit eines einzelnen Betons	Kriterium 3
	Mittelwert von n Ergebnissen (f_{cm}) für einen einzelnen Beton der Betonfamilie [N/mm²]
2	$\geq f_{ck} - 1{,}0$
3	$\geq f_{ck} + 1{,}0$
4	$\geq f_{ck} + 2{,}0$
5	$\geq f_{ck} + 2{,}5$
6 bis 14	$\geq f_{ck} + 3{,}0$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma$

Tafel 3: Konformitätskriterium 1 für die Druckfestigkeit (Auszug aus Tabelle 14 in [1])

Herstellung	Anzahl n der Ergebnisse in der Reihe	Kriterium 1
		Mittelwert von n Ergebnissen f_{cm} [N/mm²]
Ersterstellung	3	$\geq f_{ck} + 4$ Hochfester Beton: $\geq f_{ck} + 5$
Stetige Herstellung	Mindestens 15	$\geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma,\ \sigma \geq 3$ N/mm² Hochfester Beton: $\geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma,\ \sigma \geq 5$ N/mm²

Stetige Herstellung ist dann erreicht, wenn innerhalb eines Zeitraums von mindestens drei und höchstens zwölf Monaten mindestens 35 Prüfergebnisse erhalten wurden.

Für den Fall, dass mehrere Betonfamilien gebildet werden, ist es somit möglich, dass einige Betonfamilien nach den Kriterien der Ersterstellung und andere nach den Kriterien der stetigen Herstellung beurteilt werden.

Als Nachweiszeitraum für die Ersterstellung wird eine Zeitspanne bis zum Erreichen von drei Prüfergebnissen definiert, als Nachweiszeitraum für die stetige Herstellung eine Zeitspanne bis zum Erreichen von 15 Prüfergebnissen, wobei ein Zeitraum von höchstens zwölf Monaten nicht überschritten werden darf.

Wird die Herstellung einer ganzen Betonfamilie für mehr als sechs Monate unterbrochen, so ist dann wieder mit den Bedingungen der Ersterstellung fortzufahren.

5 Konformitätskriterien

Sowohl für die Ersterstellung als auch für die stetige Herstellung sind die in [1] festgelegten drei Kriterien 1, 2 und 3 in der Reihenfolge 2 – 3 – 1 nachzuweisen.

Das Kriterium 2 für den Einzelwert wird auf jedes ursprüngliche und nicht transformierte einzelne Prüfergebnis f_{ci} angewendet, das die in Tafel 1 festgelegten Anforderungen in Bezug auf die charakteristische Festigkeit f_{ck} erfüllen muss.

Zum Nachweis, dass jeder einzelne Beton zu der Betonfamilie gehört, werden die Mittelwerte der nicht transformierten Prüfergebnisse f_{cm} für jeden einzelnen Beton der Betonfamilie gegenüber dem Kriterium 3 nachgewiesen (Tafel 2).

Kriterium 3 gilt als das Bestätigungskriterium (kein Konformitätskriterium) dafür, dass ein einzelner Beton zu Recht der Betonfamilie zugeordnet ist. Es soll vermieden werden, dass ein Beton mit unzureichenden Prüfergebnissen über die Betonfamilie den Konformitätsnachweis nur dadurch besteht, dass die anderen Betonfamilienmitglieder bessere Prüfergebnisse aufweisen [3]. Kriterium 3 ist ebenfalls auf einen Nachweiszeitraum von drei Prüfergebnissen bei Ersterstellung und 15 Prüfergebnissen bei stetiger Herstellung (maximal zwölf Monate) begrenzt.

Das Kriterium 1 (Tafel 3) wird auf die Mittelwerte f_{cm} aus drei (Ersterstellung) bzw. 15 (stetige Herstellung) nicht überlappenden, aufeinander folgenden, transformierten Prüfergebnissen angewandt.

6 Beispiel einer Auswertung

Für die Auswertung einer Betonfamilie bei Ersterstellung und stetiger Herstellung wur-

Tafel 4: Konformitätskontrolle bei Erstherstellung

							Kriterium 2 (Einzelwert)		Kriterium 3 (Bestätigungskriterium)				Kriterium 1 – Differenzverfahren (Mittelwert)					
Lfd. Nr.	Datum	Beton	Druck-festigkeits-klasse	Ziel-festigkeit f_{ck} [N/mm²]	Prüfergebnisse Druckfestigkeit f_{ci} [N/mm²]	Charakter. Festigkeit f_{ck} [N/mm²]	f_{ck} - 4 [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ck}$ - 4	Anzahl der Druckfestig-keitsprüf-ergebnisse des Betons	Mittelwert der Einzelergebnis-se des Betons f_{cm} [N/mm²]	$f_{cm} \geq$ nach Tafel 2 [N/mm²]	Bemerkung	Differenz f_{ci} - f_{cta} [N/mm²]	Äquivalente Druckfestig-keit f_{ceq} [N/mm²]	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(3)}$ [N/mm²]	f_{ck} + 4 [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ck}$ + 4	Schätzwert σ_{25} (berechnet) [N/mm²]
	Referenz-beton	3	C20/25	f_{ck} 30		f_{ckR} 25												
1	21. Jan.	1	C12/15	20,0	18,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	-2	28				
2	24. Jan.	2	C08/10	15,0	13,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	-2	29				
3	24. Jan.	3	C20/25	30,0	34,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	5	35	30,3	29	erfüllt	
4	1. Feb.	4	C12/15	20,0	22,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	2	32				
5	1. Feb.	5	C20/25	30,0	30,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	0	30				
6	4. Feb.	3	C20/25	30,0	31,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	1	31	31,0	29	erfüllt	
7	6. Feb.	6	C30/37	42,0	46,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	5	35				
8	6. Feb.	6	C30/37	42,0	49,0	37	33	erfüllt	2	47,8	36,0	erfüllt	7	37	36,0	29	erfüllt	
9	8. Feb.	3	C20/25	30,0	36,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	7	37				
10	11. Feb.	6	C30/37	42,0	41,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-1	29				
11	11. Feb.	7	C30/37	42,0	46,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	4	34				
12	15. Feb.	4	C12/15	20,0	23,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4	34	32,2	29	erfüllt	
13	21. Feb.	5	C20/25	30,0	40,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	10	40				
14	25. Feb.	3	C20/25	30,0	41,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	11	41				
15	4. März	8	C30/37	42,0	49,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	7	37	39,3	29	erfüllt	
16	5. März	4	C12/15	20,0	27,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	8	38				
17	5. März	3	C20/25	30,0	38,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	9	39				
18	14. März	9	C20/25	30,0	36,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	6	36	37,3	29	erfüllt	
19	15. März	5	C20/25	30,0	33,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	3	33				
20	15. März	3	C20/25	30,0	34,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	4	34				
21	15. März	9	C20/25	30,0	33,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	3	33	33,3	29	erfüllt	
22	21. März	5	C20/25	30,0	37,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	7	37				
23	21. März	5	C20/25	30,0	35,5	25	21	erfüllt	2	36,3	24,0	erfüllt	6	36				
24	26. März	2	C08/10	15,0	16,0	10	6	erfüllt	1	–	–	–	1	31	34,5	29	erfüllt	
25	26. März	5	C20/25	30,0	30,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	1	31				
26	26. März	5	C20/25	30,0	33,0	25	21	erfüllt	2	31,8	24,0	erfüllt	3	33				
27	28. Mär.	4	C12/15	20,0	24,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	5	35	32,7	29	erfüllt	
28	2. Apr.	4	C12/15	20,0	31,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	11	41				
29	19. Apr.	5	C20/25	30,0	36,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	7	37				
30	19. Apr.	3	C20/25	30,0	32,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	2	32	36,5	29	erfüllt	
31	19. Apr.	9	C20/25	30,0	36,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	7	37				
32	8. Mai	4	C12/15	20,0	28,7	15	11	erfüllt	1	–	–	–	9	39				
33	8. Mai	3	C20/25	30,0	44,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	14	44	39,7	29	erfüllt	
34	8. Mai	3	C20/25	30,0	40,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	10	40				
35	13. Mai	9	C20/25	30,0	41,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	11	41	41,7	29	erfüllt	3,9

den reale Druckfestigkeitsergebnisse aus einem Transportbetonwerk herangezogen.

Die Tafeln 4 und 5 sind so aufgebaut, dass die Reihenfolge der Vorgehensweise nachvollziehbar ist (2 – 3 – 1). Die Nachweiszeiträume sind grau und weiß hervorgehoben.

Zuerst wird das Kriterium 2 ausgewertet. Dabei wird jeder Einzelwert so betrachtet wie bei der Auswertung als Einzelbeton.

Aus der Tafel 4 für die Erstherstellung ist zu erkennen, dass das Bestätigungskriterium für die Betonfamilie in dem Nachweiszeitraum im Höchstfall für drei Prüfergebnisse eines einzelnen Betons betrachtet werden kann. Bei einem Nachweiszeitraum von 15 Prüfergebnissen bei der stetigen Herstellung (Tafel 5) greift das Bestätigungskriterium 3. In dieser Tafel ist zu sehen, dass in einem Nachweiszeitraum der Beton mit der Nummer 6 zehnmal auftritt.

Für den wohl eher nur theoretisch denkbaren Fall, dass in einem Nachweiszeitraum 15 Mal der gleiche Beton geprüft wurde, muss der Mittelwert der Druckfestigkeiten die Bedingung nach Tafel 3 $f_{cm} \geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma_{(15)}$ erfüllen. Tritt diese Situation ein, so ist der Schätzwert $\sigma_{(15)}$ aus diesen letzten 15 Prüfergebnisse dieses Betons zu ermitteln.

Als Transformationsverfahren wurde für das Beispiel das Differenzverfahren gewählt. Die ermittelten Werte sind aus den Tafeln 4 und 5 ersichtlich.

Innerhalb der stetigen Herstellung (Tafel 5) muss beim Kriterium 1 der Mittelwert der umgerechneten Druckfestigkeitsergebnisse $f_{cm(15)} \geq f_{ck} + 1{,}48\ \sigma_{(35)}$ erfüllen. Der Schätzwert $\sigma_{(35)}$ der Standardabweichung ist aus den letzten 35 transformierten Prüfergebnissen zu bestimmen. Diese Ergebnisse sind in Tafel 5 unter „Schätzwert (berechnet)“ aufgeführt. Ob dieser berechnete Wert für den Nachweiszeitraum seine Berechtigung hat, wird beim Nachweis der Gültigkeit (Tafel 5) beurteilt. Beim Gültigkeitsnachweis wird überprüft, ob die Standardabweichung der letzten Prüfergebnisse s_{15} den Schätzwert $\sigma_{(35)}$ um mehr als 37 % unter- oder überschreitet [1]. Werden diese Bedingungen nur knapp erfüllt, so ist den Betonen dieser Betonfamilie besondere Aufmerksamkeit zu schenken, um eine etwaige Nichtkonformität zu vermeiden. Wenn der Gültigkeitsnachweis in der stetigen Herstellung nicht erfüllt wird, muss mit der Prüfhäufigkeit der Erstherstellung fortgefahren werden. Die Auswertung hat jedoch weiter nach den Bedingungen der stetigen Herstellung zu erfolgen.

Für die Ermittlung des Schätzwerts sind zwei Verfahren möglich.

Verfahren 1

Der Anfangswert der Standardabweichung kann verwendet werden, wenn die Standardabweichung der letzen 15 Prüfergebnisse s_{15} nicht signifikant von der angenommenen Standardabweichung abweicht. Der Schätzwert wird solange beibehalten, bis der Nachweis der Gültigkeit nicht erfüllt wird.

Wird die Bedingung beim Verfahren 1 nicht erfüllt, so ist ein neuer Schätzwert für die Standardabweichung im neuen Nachweiszeitraum anzuwenden.

Tafel 5: Konformitätskontrolle bei stetiger Herstellung

							Kriterium 2 (Einzelwert)		Kriterium 3 (Bestätigungskriterium)				Kriterium 1 – Differenzverfahren (Mittelwert)							Nachweis der Gültigkeit			
Lfd. Nr.	Datum	Beton	Druck-festigkeits-klasse	Ziel-festigkeit f_{cta} [N/mm²]	Prüfergebnisse Druckfestigkeit f_{ci} [N/mm²]	Charakter. Festigkeit f_{ck} [N/mm²]	f_{ck} - 4 [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ck}$ - 4	Anzahl der Druckfestig-keitsprüf-ergebnisse des Betons	Mittelwert der Einzelergebnis-se des Betons f_{cm} [N/mm²]	$f_{cm} \geq$ nach Tafel 2 [N/mm²]	Bemerkung	Differenz f_{ci} - f_{cta} [N/mm²]	Äquivalente Druckfestig-keit f_{ceq} [N/mm²]	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(15)}$ [N/mm²]	Schätz-wert σ_{35} (berechnet)	Schätz-wert σ_{35} (verwendet)	f_{ckR} + 1,48* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ckR}$ + 1,48* σ_{35}	0,63* σ_{35} [N/mm²]	Standard-abweichung s_{15} [N/mm²]	1,37* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung
																				0,63* $\sigma_{35} \leq \sigma_{15} \leq$ 1,37* σ_{35}			
	Referenz-beton	3	C20/25	f_{cR} 30		f_{ckR} 25																	
36	14. Mai	6	C30/37	43	53,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	10,5	40,5									
37	17. Mai	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	3,5	33,5									
38	21. Mai	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	2	47,8	36,0	erfüllt	-1,0	29,0									
39	30. Mai	6	C30/37	43	47,0	37	33	erfüllt	3	47,5	38,0	erfüllt	4,0	34,0									
40	6. Juni	1	C12/15	20	26,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	6,0	36,0									
41	6. Juni	4	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	24,5	14,0	erfüllt	5,5	35,5									
42	6. Juni	4	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	3	24,3	16,0	erfüllt	4,0	34,0									
43	10. Juni	8	C30/37	43	40,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-2,5	27,5									
44	11. Juni	3	C20/25	30	34,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	4,0	34,0									
45	24. Juni	7	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-1,0	29,0									
46	24. Juni	6	C30/37	43	41,0	37	33	erfüllt	4	45,9	39,0	erfüllt	-2,0	28,0									
47	28. Juni	1	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	25,8	14,0	erfüllt	5,5	35,5									
48	28. Juni	3	C20/25	30	34,5	25	21	erfüllt	2	34,3	24,0	erfüllt	4,5	34,5									
49	28. Juni	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	5	45,1	39,5	erfüllt	-1,0	29,0									
50	28. Juni	3	C20/25	30	28,0	25	21	erfüllt	3	32,2	26,0	erfüllt	-2,0	28,0	32,5	3,9	3,9	30,8	erfüllt	2,5	3,9	5,4	erfüllt
51	1. Juli	1	C12/15	20	21,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
52	1. Juli	4	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	3,0	33,0									
53	1. Juli	3	C20/25	30	24,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	-6,0	24,0									
54	2. Juli	2	C08/10	15	16,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
55	2. Juli	7	C30/37	43	35,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-8,0	22,0									
56	2. Juli	6	C30/37	43	46,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	3,0	33,0									
57	12. Juli	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	2	23,3	14,0	erfüllt	3,5	33,5									
58	12. Juli	4	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,8	16,0	erfüllt	5,0	35,0									
59	15. Juli	6	C30/37	43	53,0	37	33	erfüllt	2	49,5	36,0	erfüllt	10,0	40,0									
60	17. Juli	3	C20/25	30	41,5	25	21	erfüllt	2	32,8	24,0	erfüllt	11,5	41,5									
61	18. Juli	1	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	2	22,3	14,0	erfüllt	3,0	33,0									
62	22. Juli	3	C20/25	30	32,0	25	21	erfüllt	3	32,5	26,0	erfüllt	2,0	32,0									
63	26. Juli	7	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	2	38,5	36,0	erfüllt	-1,0	29,0									
64	27. Juli	6	C30/37	43	52,0	37	33	erfüllt	3	50,3	38,0	erfüllt	9,0	39,0									
65	31. Juli	1	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,2	16,0	erfüllt	5,0	35,0	32,9	4,1	3,9	30,8	erfüllt	2,5	5,3	5,4	erfüllt
66	6. Aug.	1	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	5,0	35,0									
67	6. Aug.	8	C30/37	43	44,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	1,0	31,0									
68	6. Aug.	4	C12/15	20	28,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	8,0	38,0									
69	6. Aug.	3	C20/25	30	41,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	11,5	41,5									
70	6. Aug.	3	C20/25	30	40,0	25	21	erfüllt	2	40,8	24,0	erfüllt	10,0	40,0									
71	6. Aug.	6	C30/37	43	47,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	4,0	34,0									
72	7. Aug.	1	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	2	24,5	14,0	erfüllt	4,0	34,0									
73	8. Aug.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	2	47,5	36,0	erfüllt	5,0	35,0									
74	8. Aug.	6	C30/37	43	50,0	37	33	erfüllt	3	48,3	38,0	erfüllt	7,0	37,0									
75	13. Aug.	6	C30/37	43	46,5	37	33	erfüllt	4	47,9	39,0	erfüllt	3,5	33,5									
76	15. Aug.	2	C08/10	15	16,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
77	15. Aug.	4	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	2	26,5	14,0	erfüllt	5,0	35,0									
78	15. Aug.	6	C30/37	43	50,0	37	33	erfüllt	5	48,3	39,5	erfüllt	7,0	37,0									
79	16. Aug.	7	C30/37	43	43,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	0,0	30,0									
80	20. Aug.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	6	48,3	40,0	erfüllt	5,0	35,0	35,2	5,0	3,9	30,8	erfüllt	2,5	3,2	5,4	erfüllt
81	20. Aug.	6	C30/37	43	49,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	6,0	36,0									
82	21. Aug.	3	C20/25	30	43,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	13,0	43,0									
83	24. Aug.	6	C30/37	43	51,0	37	33	erfüllt	2	50,0	36,0	erfüllt	8,0	38,0									
84	29. Aug.	6	C30/37	43	53,5	37	33	erfüllt	3	51,2	38,0	erfüllt	10,5	40,5									
85	2. Sep.	6	C30/37	43	48,5	37	33	erfüllt	4	50,5	39,0	erfüllt	5,5	35,5									
86	3. Sep.	3	C20/25	30	38,5	25	21	erfüllt	2	40,8	24,0	erfüllt	8,5	38,5									
87	4. Sep.	1	C12/15	20	21,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
88	4. Sep.	7	C30/37	43	44,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	1,0	31,0									
89	4. Sep.	4	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4,0	34,0									
90	5. Sep.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	5	50,0	39,5	erfüllt	5,0	35,0									
91	12. Sep.	6	C30/37	43	45,0	37	33	erfüllt	6	49,2	40,0	erfüllt	2,0	32,0									
92	12. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	7	48,5	40,0	erfüllt	1,5	31,5									
93	13. Sep.	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	8	47,7	40,0	erfüllt	-1,0	29,0									
94	13. Sep.	6	C30/37	43	43,0	37	33	erfüllt	9	47,2	40,0	erfüllt	0,0	30,0									
95	13. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	10	46,9	40,0	erfüllt	1,5	31,5	34,5	4,4	3,9	30,8	erfüllt	2,5	4,1	5,4	erfüllt
96	13. Sep.	6	C30/37	43	43,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	0,0	30,0									
97	17. Sep.	6	C30/37	43	52,0	37	33	erfüllt	2	47,5	36,0	erfüllt	9,0	39,0									
98	17. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	3	46,5	38,0	erfüllt	1,5	31,5									
99	17. Sep.	6	C30/37	43	46,0	37	33	erfüllt	4	46,4	39,0	erfüllt	3,0	33,0									
100	17. Sep.	4	C12/15	20	24,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4,5	34,5									

Tafel 6: Gültigkeitsnachweis für die stetige Herstellung nach Verfahren 1

	Anwendung Verfahren 1								Nachweis der Gültigkeit			
Lfd. Nr.	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(15)}$ [N/mm²]	Schätzwert σ_{35} (berechnet) [N/mm²]	Schätzwert σ_{35} (berechnet) aus lfd. Nr.	Anfangswert für Nachweis-zeitraum	**Schätzwert σ_{35} (verwendet) [N/mm²]**	**Schätzwert σ_{35} (berechnet) aus lfd. Nr.**	f_{ckR} + 1,48* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung ≥ f_{ckR} + 1,48* σ_{35}	0,63* σ_{35} [N/mm²]	Standard abweichung s_{15} 0,63* $\sigma_{35} \leq s_{15} \leq$ 0,63* σ_{35} [N/mm²]	1,37* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung
50	32,5	3,9	1 bis 35	36 bis 50	**3,9**	**1 bis 35**	30,8	erfüllt	2,5	3,9	5,4	erfüllt
65	32,9	4,1	16 bis 50	51 bis 65	**3,9**	**1 bis 35**	30,8	erfüllt	2,5	5,3	5,4	erfüllt
80	35,2	5,0	31 bis 65	66 bis 80	**3,9**	**1 bis 35**	30,8	erfüllt	2,5	3,2	5,4	erfüllt
95	34,5	4,4	46 bis 80	81 bis 95	**3,9**	**1 bis 35**	30,8	erfüllt	2,5	4,1	5,4	erfüllt

Verfahren 2
Die Standardabweichung wird nach einem kontinuierlichen Verfahren geschätzt, wobei die Empfindlichkeit des Verfahrens 1 anzuwenden ist. Für jeden Nachweiszeitraum wird der Schätzwert der Standardabweichung kontinuierlich verändert und damit an die aktuellen Gegebenheiten angepasst.

Folgende Voraussetzung muss bei beiden Verfahren erfüllt sein:

$$0{,}63\ \sigma_{(35)} \leq s_{15} \leq 1{,}37\ \sigma_{(35)} \qquad (3)$$

In Tafel 6 wurde Verfahren 1 angewendet, in Tafel 7 wurde dagegen nach Verfahren 2 ausgewertet. In Tafel 5 entspricht die Spalte „Schätzwert (verwendet)“ den Werten nach dem Verfahren 1 und die Spalte „Schätzwert (berechnet)“ dem Verfahren 2. Die Tafel 7 zeigt im Vergleich zu Tafel 6 die kontinuierliche Anpassung des Schätzwerts der Standardabweichung. Wie die kontinuierliche Anpassung des Schätzwerts der Standardabweichung erfolgen soll, ist im Vorfeld festzulegen. Im Beispiel wurde der Schätzwert $\sigma_{(35)}$ aus den vorangegangenen Nachweiszeiträumen berechnet und der betrachtete Nachweiszeitraum wurde nicht mit berücksichtigt, so wie es auch im Verfahren 1 (Tafel 6) erfolgt.

Wenngleich in der Praxis im Allgemeinen Verfahren 1 zur Anwendung kommt, ist Verfahren 2 das vorteilhaftere [2], da hier die Schwankungen wesentlich besser erkennbar sind und damit auch frühzeitig Maßnahmen im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ergriffen werden können. Dies kann den Schwankungen des Schätzwerts der Standardabweichungen in Tafel 7 ($\sigma_{(35)}$ = 3,9 N/mm² … 5,0 N/mm²) beispielhaft entnommen werden. Für die gleichen Nachweiszeiträume wird beim Verfahren 1 (Tafel 6) der Schätzwert der Standardabweichung $\sigma_{(35)}$ = 3,9 N/mm² bei Erfüllung des Gültigkeitsnachweises stets beibehalten, obwohl dieser tatsächlich größeren Schwankungen unterworfen ist. Dies wurde in den Tafeln 6 und 7 farblich hervorgehoben.

Wenn das Kriterium 2 erfüllt ist, kann es durchaus möglich sein, dass der Gültigkeitsnachweis nicht erfüllt wird. Tritt dieser Fall beim Verfahren 1 ein, so wird der Anfangswert des Schätzwerts der letzten 35 Prüfergebnisse nach Tafel 6 „Schätzwert (berechnet)“ im neuen Nachweiszeitraum verwendet.

Im Beispiel der Tafeln 4 und 5 wurden alle Kriterien erfüllt und es sind keine Korrekturmaßnahmen erforderlich. Der folgende Abschnitt 7 wird die Tafel 5 in abgeänderter Form aufgreifen, um die Schritte bei Nichtkonformität zu erläutern.

7 Vorgehensweise bei Nichtkonformität

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei Nichtkonformität wieder in der Reihenfolge der Abarbeitung der Kriterien 2 – 3 – 1 beschrieben.

Erfüllt ein Beton das Kriterium 2 nicht, ist entsprechend DIN-FB 100, Abschnitt 8.4, die Nichtkonformität der Ladung bzw. Charge zu erklären [1]. Der betreffende Beton ist auszuschließen, um weitere Auswirkungen auf die Auswertung der anderen Betone der Betonfamilie zu vermeiden. Der Ausschluss aus der Betonfamilie hat solange zu erfolgen, bis nach ggf. durchgeführten Korrekturmaßnahmen die Anforderung an das Kriterium 2 wieder erfüllt wird.

Im Nachweiszeitraum der stetigen Herstellung mit der lfd. Nr. 51 bis 65 nach Tafel 8 erfüllt der Beton mit der Nummer 7 nicht das Kriterium 3. Daher ist dieser Beton aus der Betonfamilie für den betreffenden Nachweiszeitraum auszuschließen. Die Konformität für diesen Beton ist dann gesondert nachzuweisen. Der Konformitätsnachweis für die Betonfamilie wird für den betreffenden Nachweiszeitraum ohne den Beton mit der Nr. 7 durchgeführt. Die Auswertung des Beton mit der Nummer 7 ist unter den Bedingungen der Erstherstellung fortzuführen, bis die Anforderungen an das Kriterium 1 erfüllt sind. Damit sind die Voraussetzungen für die Wiederaufnahme in die Betonfamilie im nächsten Nachweiszeitraum gegeben. Im Beispiel der Tafel 9 wird der Beton im Nachweiszeitraum ab der lfd. Nr. 81 wieder in die Betonfamilie aufgenommen.

In der Tafel 8 ist auch der bereits im Abschnitt 6 beschriebene Fall eingetreten, dass das Kriterium 1 erfüllt ist, hingegen der Nachweis der Gültigkeit nicht erfüllt ist. In dem Fall, wenn keine Nichtkonformität eingetreten wäre, ist im neuen Nachweiszeitraum dann ein neuer Schätzwert zu verwenden, dies wäre, wie im Beispiel bezeichnet, der „Schätzwert (berechnet)“.

Ergibt die Auswertung der Betonfamilie eine Nichtkonformität beim Kriterium 1, so sind die notwendigen Korrekturmaßnahmen nach DIN-Fachbericht 100, Abschnitt 8.4, durchzuführen [1]. Falls ein einzelner Beton ursächlich für die Nichtkonformität verantwortlich ist, wird dieser Beton aus der Betonfamilie ausgeschlossen und als Einzelbeton betrachtet. In diesem Fall erfolgt dann für die restlichen Betone der Betonfamilie der Konformitätsnachweis. Die in Tafel 9 dargestellte Vorgehensweise ist entsprechend anzuwenden.

Im Folgenden sind die Schritte bei Nichtkonformität zusammenfassend dargestellt und im Bild 1 grafisch erfasst. Notwendige Korrekturmaßnahmen sind ggf. durchzuführen und im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zu dokumentieren. Betone, die aus der Betonfamilienauswertung ausgesondert werden, sind grundsätzlich nach den Kriterien der Erstherstellung auszuwerten.

Zusammenfassung der Vorgehensweise bei Nichtkonformität bei:

Kriterium 2
- Prüfergebnis der Druckfestigkeit eines Betons nicht erfüllt
- Nichtkonformität der Charge erklären
- Betreffendes Prüfergebnis aus Betonfamilienauswertung aussondern
- Nach Übereinstimmung Wiederaufnahme in die Be-

Tafel 7: Gültigkeitsnachweis für die stetige Herstellung nach Verfahren 2

	Anwendung Verfahren 1						Nachweis der Gültigkeit			
Lfd. Nr.	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(15)}$ [N/mm²]	**Schätzwert σ_{35} (berechnet) = (verwendet) [N/mm²]**	Schätzwert σ_{35} (berechnet) aus lfd. Nr.	Anfangswert für Nachweis-zeitraum	f_{ckR} + 1,48* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung ≥ f_{ckR} + 1,48* σ_{35}	0,63* σ_{35} [N/mm²]	Standard abweichung s_{15} 0,63* $\sigma_{35} \leq s_{15} \leq$ 0,63* σ_{35} [N/mm²]	1,37* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung
50	32,5	**3,9**	1 bis 35	36 bis 50	30,8	erfüllt	2,5	3,8	5,4	erfüllt
65	32,9	**4,1**	16 bis 50	51 bis 65	31,1	erfüllt	2,6	5,3	5,6	erfüllt
80	35,2	**5,0**	31 bis 65	66 bis 80	31,7	erfüllt	3,2	3,2	6,9	erfüllt
95	34,5	**4,4**	46 bis 80	81 bis 95	30,8	erfüllt	2,8	4,1	6,0	erfüllt

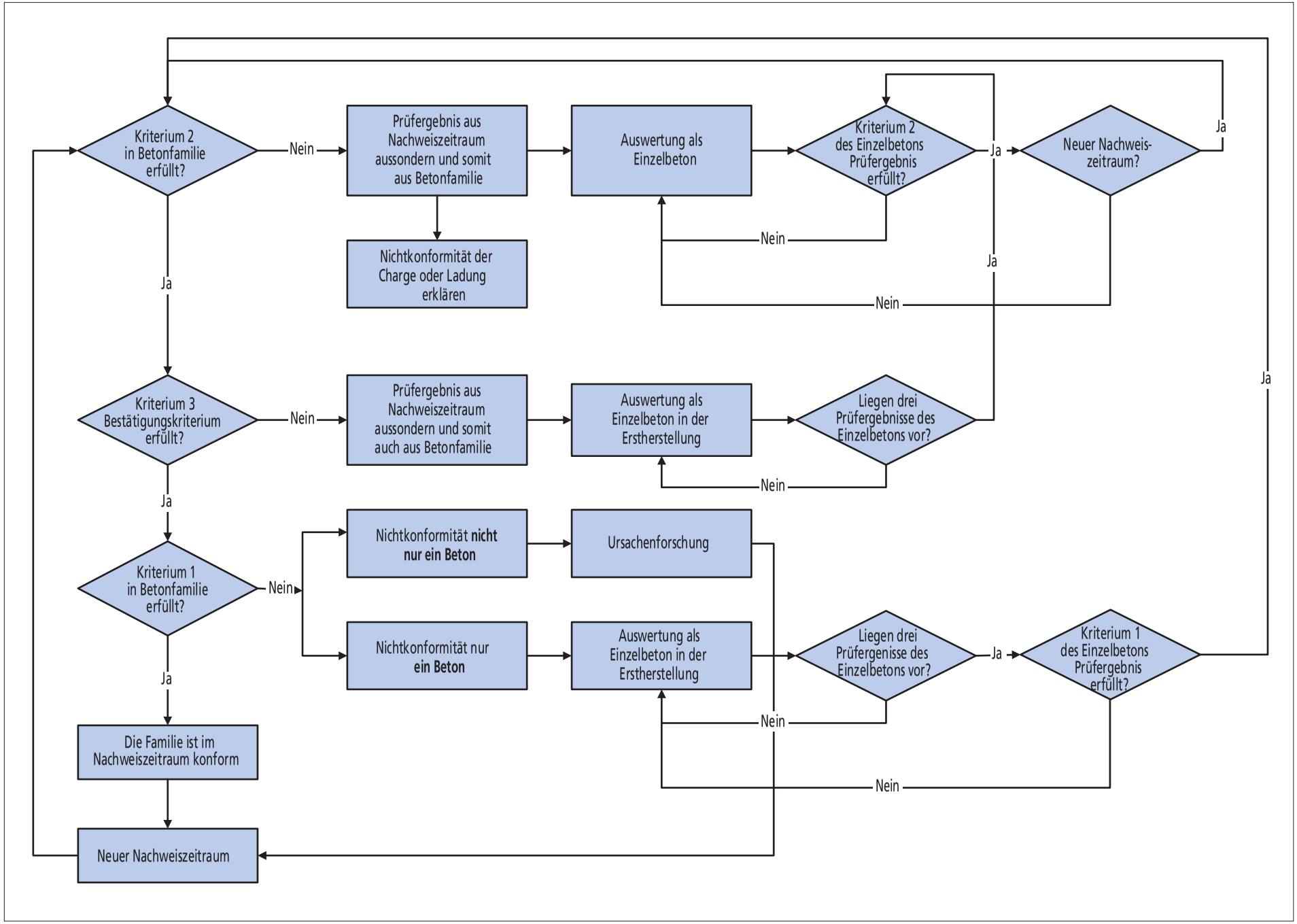

Bild 1: Ablaufschema bei Nichtkonformität

Tafel 8: Konformitätskontrolle bei stetiger Herstellung und Nichtkonformität

							Kriterium 2 (Einzelwert)		Kriterium 3 (Bestätigungskriterium)			Kriterium 1 – Differenzverfahren (Mittelwert)							Nachweis der Gültigkeit			
Lfd. Nr.	Datum	Beton	Druck-festigkeits-klasse	Ziel-festigkeit f_{cta} [N/mm²]	Prüfergebnisse Druckfestigkeit f_{ci} [N/mm²]	Charakter. Festigkeit f_{ck} [N/mm²]	f_{ck} - 4 [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ck}$ - 4	Anzahl der Druckfestig-keitsprüf-ergebnisse des Betons	Mittelwert der Einzelergebnis-se des Betons f_{cm} [N/mm²]	$f_{cm} \geq$ nach Tafel 2 [N/mm²]	Bemerkung	Differenz f_{ci} - f_{cta} [N/mm²]	Äquivalente Druckfestig-keit f_{ceq} [N/mm²]	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(15)}$ [N/mm²]	Schätz-wert σ_{35} (berechnet)	Schätz-wert σ_{35} (verwendet)	f_{ckR} + 1,48* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ckR}$ + 1,48* σ_{35}	0,63* σ_{35} [N/mm²]	Standard-abweichung s_{15} [N/mm²]	1,37* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung
	Referenz-beton	3	C20/25	f_{cR} 30		f_{ckR} 25														0,63* $\sigma_{35} \leq \sigma_{15} \leq$ 1,37* σ_{35}			
36	14. Mai	6	C30/37	43	53,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	10,5	40,5									
37	17. Mai	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	3,5	33,5									
38	21. Mai	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	2	47,8	36,0	erfüllt	-1,0	29,0									
39	30. Mai	6	C30/37	43	47,0	37	33	erfüllt	3	47,5	38,0	erfüllt	4,0	34,0									
40	6. Juni	1	C12/15	20	26,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	6,0	36,0									
41	6. Juni	4	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	24,5	14,0	erfüllt	5,5	35,5									
42	6. Juni	4	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	3	24,3	16,0	erfüllt	4,0	34,0									
43	10. Juni	8	C30/37	43	40,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-2,5	27,5									
44	11. Juni	3	C20/25	30	34,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	4,0	34,0									
45	24. Juni	7	C30/37	43	39,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-4,0	26,0									
46	24. Juni	6	C30/37	43	41,0	37	33	erfüllt	4	45,9	39,0	erfüllt	-2,0	28,0									
47	28. Juni	1	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	25,8	14,0	erfüllt	5,5	35,5									
48	28. Juni	3	C20/25	30	34,5	25	21	erfüllt	2	34,3	24,0	erfüllt	4,5	34,5									
49	28. Juni	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	5	45,1	39,5	erfüllt	-1,0	29,0									
50	28. Juni	3	C20/25	30	28,0	25	21	erfüllt	3	32,2	26,0	erfüllt	-2,0	28,0	32,3	3,9	3,9	30,8	erfüllt	2,5	4,1	5,4	erfüllt
51	1. Juli	1	C12/15	20	21,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
52	1. Juli	4	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	3,0	33,0									
53	1. Juli	3	C20/25	30	24,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	-6,0	24,0									
54	2. Juli	2	C08/10	15	16,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	1,5	31,5									
55	2. Juli	7	C30/37	43	35,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-8,0	22,0									
56	2. Juli	6	C30/37	43	46,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	3,0	33,0									
57	12. Juli	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	2	23,3	14,0	erfüllt	3,5	33,5									
58	12. Juli	4	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,8	16,0	erfüllt	5,0	35,0									
59	15. Juli	6	C30/37	43	53,0	37	33	erfüllt	2	49,5	36,0	erfüllt	10,0	40,0									
60	17. Juli	3	C20/25	30	41,5	25	21	erfüllt	2	32,8	24,0	erfüllt	11,5	41,5									
61	18. Juli	1	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	2	22,3	14,0	erfüllt	3,0	33,0									
62	22. Juli	3	C20/25	30	32,0	25	21	erfüllt	3	32,5	26,0	erfüllt	2,0	32,0									
63	26. Juli	7	C30/37	43	36,5	37	33	erfüllt	2	35,8	36,0	nicht erfüllt	-6,5	23,5									
64	27. Juli	6	C30/37	43	52,0	37	33	erfüllt	3	50,3	38,0	erfüllt	9,0	39,0									
65	31. Juli	1	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,2	16,0	erfüllt	5,0	35,0	32,5	4,3	3,9	30,8	erfüllt	2,5	5,7	5,4	nicht erfüllt

tonfamilie im nächsten Nachweiszeitraum

Kriterium 3
- Bestätigungskriterium für die Familienzugehörigkeit nicht erfüllt
- Beton aus gesamtem Nachweiszeitraum ausschließen
- Betonfamilienauswertung ohne den ausgesonderten Beton
- Einzelauswertung des ausgesonderten Betons unter den Bedingungen von Erstherstellung unabhängig davon, wie die Betonfamilienauswertung erfolgte
- Wiederaufnahme in die Betonfamilie im nächsten Nachweiszeitraum möglich, sofern Anforderungen an Kriterium 2 (mindestens drei Prüfergebnisse) erfüllt werden

Kriterium 1 (Fall 1)
- Nichtkonformität ist nicht auf einen Beton zurückzuführen
- Korrekturmaßnahmen nach DIN-FB 100, Abschnitt 8.4
- Ursachenforschung (Baustoffauswahl, Betonzusammensetzung, Herstellung, Prüfungen u.a.)
- Nach Ursachenbehebung ist die gesamte Betonfamilie in einem neuen Nachweiszeitraum auszuwerten.

Kriterium 1 (Fall 2)
- Ein Beton ist Ursache für Nichtkonformität
- Beton im betrachteten Nachweiszeitraum ausschließen
- Betonfamilienauswertung ohne den ausgesonderten Beton
- Einzelauswertung des ausgesonderten Betons unter den Bedingungen von Erstherstellung unabhängig davon, wie die Betonfamilienauswertung erfolgte
- Wiederaufnahme in die Betonfamilie auch innerhalb eines Nachweiszeitraums möglich, sofern Anforderungen an Kriterium 1 dieses Betons erfüllt werden (mindestens drei Prüfergebnisse)

Literatur

[1] DIN-Fachbericht 100 Beton: Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Beuth-Verlag, Berlin 2005

[2] Wöhnl, U.: Auswirkungen der Einführung von Betonfamilien bei der werkseigenen Produktionskontrolle in der Transportbetonindustrie; Transportbeton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 – Hinweise für die praktische Umsetzung; BTB, Duisburg 2003

[3] Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226. Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Heft 526, Beuth-Verlag, Berlin 2003, S. 42–53

Tafel 9: Konformitätskontrolle bei stetiger Herstellung nach Maßnahmen bei Nichtkonformität

							Kriterium 2 (Einzelwert)		Kriterium 3 (Bestätigungskriterium)				Kriterium 1 – Differenzverfahren (Mittelwert)							Nachweis der Gültigkeit			
Lfd. Nr.	Datum	Beton	Druck-festigkeits-klasse	Ziel-festigkeit f_{cta} [N/mm²]	Prüfergebnisse Druckfestigkeit f_{ci} [N/mm²]	Charakter. Festigkeit f_{ck} [N/mm²]	f_{ck} - 4 [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ck}$ - 4	Anzahl der Druckfestig-keitsprüf-ergebnisse des Betons	Mittelwert der Einzelergebnis-se des Betons f_{cm} [N/mm²]	$f_{cm} \geq$ nach Tafel 2 [N/mm²]	Bemerkung	Differenz f_{ci} - f_{cta} [N/mm²]	Äquivalente Druckfestig-keit f_{ceq} [N/mm²]	Mittelwert von f_{ceq} $f_{cm(15)}$ [N/mm²]	Schätz-wert σ_{35} (berechnet)	Schätz-wert σ_{35} (verwendet)	f_{ckR} + 1,48* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung $\geq f_{ckR}$ + 1,48* σ_{35}	0,63* σ_{35} [N/mm²]	Standard-abweichung s_{15} [N/mm²]	1,37* σ_{35} [N/mm²]	Bemerkung
																				0,63* $\sigma_{35} \leq \sigma_{15} \leq$ 1,37* σ_{35}			
	Referenz-beton	3	C20/25	f_{cR} 30		f_{ckR} 25																	
36	14. Mai	6	C30/37	43	53,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	11	41									
37	17. Mai	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4	34									
38	21. Mai	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	2	47,8	36,0	erfüllt	-1	29									
39	30. Mai	6	C30/37	43	47,0	37	33	erfüllt	3	47,5	38,0	erfüllt	4	34									
40	6. Juni	1	C12/15	20	26,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	6	36									
41	6. Juni	4	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	24,5	14,0	erfüllt	6	36									
42	6. Juni	4	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	3	24,3	16,0	erfüllt	4	34									
43	10. Juni	8	C30/37	43	40,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-3	28									
44	11. Juni	3	C20/25	30	34,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	4	34									
45	24. Juni	7	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	-1	29									
46	24. Juni	6	C30/37	43	41,0	37	33	erfüllt	4	45,9	39,0	erfüllt	-2	28									
47	28. Juni	1	C12/15	20	25,5	15	11	erfüllt	2	25,8	14,0	erfüllt	6	36									
48	28. Juni	3	C20/25	30	34,5	25	21	erfüllt	2	34,3	24,0	erfüllt	5	35									
49	28. Juni	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	5	45,1	39,5	erfüllt	-1	29									
50	28. Juni	3	C20/25	30	28,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	-2	28	32,5	3,9	3,9	30,8	erfüllt	2,5	3,9	5,4	erfüllt
51	1. Juli	1	C12/15	20	21,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	2	32									
52	1. Juli	4	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	3	33									
53	1. Juli	3	C20/25	30	24,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	-6	24									
54	2. Juli	2	C08/10	15	16,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	2	32									
55	2. Juli	6	C30/37	43	46,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	3	33									
56	12. Juli	4	C12/15	20	23,5	15	11	erfüllt	2	23,3	14,0	erfüllt	4	34									
57	12. Juli	4	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,8	16,0	erfüllt	5	35									
58	15. Juli	6	C30/37	43	53,0	37	33	erfüllt	2	49,5	36,0	erfüllt	10	40									
59	17. Juli	3	C20/25	30	41,5	25	21	erfüllt	2	31,2	24,0	erfüllt	12	42									
60	18. Juli	1	C12/15	20	23,0	15	11	erfüllt	2	22,3	14,0	erfüllt	3	33									
61	22. Juli	3	C20/25	30	32,0	25	21	erfüllt	3	31,4	26,0	erfüllt	2	32									
62	27. Juli	6	C30/37	43	52,0	37	33	erfüllt	3	50,3	38,0	erfüllt	9	39									
63	31. Juli	1	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	3	23,2	16,0	erfüllt	5	35									
64	6. Aug.	1	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	4	23,6	17,0	erfüllt	5	35									
65	6. Aug.	8	C30/37	43	44,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	1	31	33,9	4,1	3,9	30,8	erfüllt	2,5	4,2	5,4	erfüllt
66	6. Aug.	4	C12/15	20	28,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	8	38									
67	6. Aug.	3	C20/25	30	41,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	12	42									
68	6. Aug.	3	C20/25	30	40,0	25	21	erfüllt	2	40,8	24,0	erfüllt	10	40									
69	6. Aug.	6	C30/37	43	47,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	4	34									
70	7. Aug.	1	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4	34									
71	8. Aug.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	2	47,5	36,0	erfüllt	5	35									
72	8. Aug.	6	C30/37	43	50,0	37	33	erfüllt	3	48,3	38,0	erfüllt	7	37									
73	13. Aug.	6	C30/37	43	46,5	37	33	erfüllt	4	47,9	39,0	erfüllt	4	34									
74	15. Aug.	2	C08/10	15	16,5	10	6	erfüllt	1	–	–	–	2	32									
75	15. Aug.	4	C12/15	20	25,0	15	11	erfüllt	2	26,5	14,0	erfüllt	5	35									
76	15. Aug.	6	C30/37	43	50,0	37	33	erfüllt	5	48,3	39,5	erfüllt	7	37									
77	20. Aug.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	6	48,3	40,0	erfüllt	5	35									
78	20. Aug.	6	C30/37	43	49,0	37	33	erfüllt	7	48,4	40,0	erfüllt	6	36									
79	21. Aug.	3	C20/25	30	43,0	25	21	erfüllt	3	41,5	26,0	erfüllt	13	43									
80	24. Aug.	6	C30/37	43	51,0	37	33	erfüllt	8	48,7	40,0	erfüllt	8	38	36,6	4,5	3,9	30,8	erfüllt	2,5	3,1	5,4	erfüllt
81	29. Aug.	6	C30/37	43	53,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	11	41									
82	2. Sep.	6	C30/37	43	48,5	37	33	erfüllt	2	51,0	36,0	erfüllt	6	36									
83	3. Sep.	3	C20/25	30	38,5	25	21	erfüllt	1	–	–	–	9	39									
84	4. Sep.	1	C12/15	20	21,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	2	32									
85	4. Sep.	7	C30/37	43	44,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	1	31									
86	4. Sep.	4	C12/15	20	24,0	15	11	erfüllt	1	–	–	–	4	34									
87	5. Sep.	6	C30/37	43	48,0	37	33	erfüllt	3	50,0	38,0	erfüllt	5	35									
88	12. Sep.	6	C30/37	43	45,0	37	33	erfüllt	4	48,8	39,0	erfüllt	2	32									
89	12. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	5	47,9	39,5	erfüllt	2	32									
90	13. Sep.	6	C30/37	43	42,0	37	33	erfüllt	6	46,9	40,0	erfüllt	-1	29									
91	13. Sep.	6	C30/37	43	43,0	37	33	erfüllt	7	46,4	40,0	erfüllt	0	30									
92	13. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	8	46,1	40,0	erfüllt	2	32									
93	13. Sep.	6	C30/37	43	43,0	37	33	erfüllt	9	45,8	40,0	erfüllt	0	30									
94	17. Sep.	6	C30/37	43	52,0	37	33	erfüllt	10	46,4	40,0	erfüllt	9	39									
95	17. Sep.	6	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	11	45,5	40,0	erfüllt	2	32	33,4	4,1	3,9	30,8	erfüllt	2,5	3,6	5,4	erfüllt
96	17. Sep.	6	C30/37	43	46,0	37	33	erfüllt	1	–	–	–	3	33									
97	17. Sep.	4	C12/15	20	24,5	15	11	erfüllt	1	–	–	–	5	35									
98	19. Sep.	8	C30/37	43	44,5	37	33	erfüllt	1	–	–	–	2	32									
99	21. Sep.	8	C30/37	43	39,0	37	33	erfüllt	2	41,8	36,0	erfüllt	-4	26									
100	21. Sep.	3	C20/25	30	32,0	25	21	erfüllt	1	–	–	–	2	32									