

Baustellenanmeldung	Überwachungsbericht	1
Instandsetzungsrichtlinie	Stand sicherheitsbeurteilung	2
Leistungsverzeichnis	Auftraggeber Planer	3
Arbeitsanweisung	der Stoffhersteller Technische Merkblätter Rili des DAfStb, ZTV-ING	4
Sicherheitsdatenblätter	der Stoffhersteller	5
Fachpersonal Fremdüberwachung	SIVV-Schein(e) Düsenführerschein(e) Ausbildung Qualifizierte Führungskraft / E-Schein	6
Eignungsprüfungen ÜK 2 Baustellenbeton	Frischbeton: LP + Ausbreitmaß Festbeton: Druckfestigkeit Sortenverzeichnis	7
Lieferkontrolle	Lieferverzeichnis der Ausgangsstoffe	8
Bautagebuch		9
Karbonatisierung	Durchführungsanweisung zur Ermittlung	10
Oberflächenprüfungen	Haftzugfestigkeit + Taupunkt Rautiefe + Schichtdicke Gitterschnitt	11
ZTV-ING Füllen von Rissen	Risstagebuch Füllgrad	12

Absender	Baustelle:	ÜA
	Adresse:	
	Bauleiter:	
	Telefon:	
Landesgütegemeinschaft für Bauwerks- und Betonerhaltung Rheinland-Pfalz / Saarland e.V. Kohlweg 18 66123 Saarbrücken Fax: 0681 / 389 25-20	Anzeige von Baumaßnahmen	
	Reg.-Nr.	
	 	
Maßnahmen unter Verwendung von	Stoff / Produktbezeichnung	Menge
Beton / Zementmörtel		
Spritzbeton / Spritzmörtel		
Spritzbeton / -mörtel m. Kunststoffzusatz (SPCC)		
Zementbeton / -mörtel mit Kunststoffzusatz (PCC)		
Reaktionsharzbeton / -mörtel (PC)		
Korrosionsschutz für Bewehrung		
Oberflächenschutzsysteme (OS)		
Rissverfüllung EP-T / EP-I / PUR-I / ZL-I / ZS-I		
Sonstige Maßnahmen (z. B. schubfeste Klebeverbindungen)		
<u>Voraussichtliche Bauzeit:</u> Beginn: Ende:	<u>Ausführungsgrundlage:</u> ¹⁾ <input type="checkbox"/> Instandsetzungs-Richtlinie <input type="checkbox"/> ZTV-ING <input type="checkbox"/> Sonstiges:	
Festlegung des sachkundigen Planers ¹⁾ <input type="checkbox"/> Standsicherheit nicht relevant <input type="checkbox"/> Standsicherheit relevant		
Arbeitsgemeinschaft	Auftraggeber	
Nachunternehmer		

Datum / Stempel / Unterschrift Firma		

1) Zutreffendes bitte ankreuzen

02 Instandsetzungsrichtlinie Standsicherheitsbeurteilung

Hier einfügen

03 Leistungsverzeichnis Auftraggeber | Planer

Hier einfügen

Anhang A (normativ) Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen **Blatt 1**

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt	
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 Betonuntergrund													
1	Arbeitsplan (Anweisung für die Vorbereitung des Betonuntergrundes)	Vergleich mit den Erfordernissen	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	vor Beginn der Arbeiten	
2	Betonuntergrund	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	x	x	-	Eignung des Betonuntergrundes für die vorgesehene Maßnahme	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten	
3		Rautiefe	-	-	-	-	-	x	-	-	Wert ermitteln für Schichtdickenzuschlag	Bestimmung nach Abschnitt 3.2.5 oder Einstufung gemäß Begriffsdefinition der Rautiefe in Teil 1; Häufigkeit wie in Zeile 4	
4		Oberflächenzugfestigkeit	x	x	x	x	x	x	-	-	Eignung hinsichtlich der Oberflächenzugfestigkeit gemäß Teil 2, Abschnitt 2, Tabelle 2.3	> 50 m ² : 3 Einzelprüfungen; > 250 m ² : 3 Einzelprüfungen je angefangene 250 m ²	
5		Feuchte	x	x	x	x	x	x	x	-	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen	
6		Temperatur		x	x	x	x	-	-	x	-	Einhalten der Festlegungen gemäß Teil 2, Abschnitt 2	arbeitstäglich, vor Beginn der Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen
7				-	-	-	-	x	x	x	-	Temperatur 3 K höher als die Taupunkttemperatur	
8		Rissmerkmale	Messung der Rissbreiten und Rissbreitenänderungen	x	x	x	x	x	x	x	-	Messgenauigkeit gemäß Teil 3, Abschnitt 3.2.8	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 2

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt	
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
9		Bohrkernentnahme zur Feststellung von Rissart, Feuchtezustand und vorangegangenen Maßnahmen	x	x	x	x	x	x	x	x	-	Sichtprüfung zur Rissbeurteilung, Aufschluss über stoffspezifische Anwendungsbedingungen der Rissfüllung und der nachfolgenden Maßnahmen	in Ausnahmefällen, vor Beginn der nachfolgenden Maßnahmen
2 Gelieferte Stoffe													
10	Übergabe von werkgemischten Produkten	Lieferschein u. Verpackungsaufdruck, Kennzeichnung	x ⁵ ₆	x	x	x	x	x	x	x	x	Bezeichnung, Nachweis der Übereinstimmung	jede Lieferung
11		Sichtprüfung	x	-	x	x	x	x	x	x	x	keine auffälligen Veränderungen	laufend
12	Lagerung	Lagerungsbedingungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	nach den vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung	bei der Einlagerung, in Zweifelsfällen
3 Verarbeitungsfertige Stoffe													
13	Zusammensetzung der Stoffe	Konsistenz (nach Augenschein)	x	x	x	x	x	-	-	-	-	Einhalten der Mischanweisung und des festgelegten Konsistenzbereichs	jede Mischung
14		Luftgehalt (für Mörtel M 3; für Bauwerke im Verkehrsbe- reich)	-	-	-	x	-	-	-	-	-	Einhaltung der Festlegungen in den Angaben zur Ausführung und gemäß Teil 2, Abschnitt 4	3 x je Arbeitstag
15		Frischmörtelroh-dichte (für Mörtel M 3; für Bauwerke im Verkehrsbe- reich)	-	-	x	x	-	-	-	-	-		je angefangene 100 m ² , mindestens 1x je Arbeitstag

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 3

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4 Verarbeiten												
16	Arbeitsplan, Anweisung für das Herstellen, Fördern, Verarbeiten und Nachbehandeln	Durchsicht auf Vollständigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	richtig, vollständig	vor Beginn der Arbeiten
17	Witterung	Lufttemperatur, Höchst- und Tiefstwert, Witterungsverhältnisse	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 2 und den Angaben zur Ausführung der verwendeten Stoffe sowie Teil 3, Abschnitt 3.2.9	arbeitstäglich, vor Beginn der Arbeiten und in Zweifelsfällen, z. B. bei Wetteränderungen
18		Relative Luftfeuchte, Taupunkttemperatur	-	-	-	-	x	x	x	x		
19	Stoffe	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	-	x	x	keine auffälligen Veränderungen	laufend
20	Stoffmengen	Verbrauchsmessung	-	-	-	-	-	x	x	-	Einhalten der Angaben zur Ausführung	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
21	Schichtdicke	Stoffverbrauch, Differenzschichtdickenmessung	-	x	x	x	x	x	-	-	Einhalten der Angaben zur Ausführung	ausreichend häufig, so dass die Angaben der Ausführung eingehalten werden

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Blatt 4

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Rissfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 Ausgehärtete Stoffe												
22		Abklopfen der Oberfläche, Hohlstellen	-	x	x	x	x	-	-	-	keine Hohlstellen	vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten
23	Betonersatzsystem	Haftzugfestigkeit	-	x	x	x	x	-	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 4 $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ (Mittelwert) $\beta_{HZ} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ (kleinster Einzelwert)	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer, ohne Festlegung mindestens die Hälfte der Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit
24		Betondeckung, Zerstörungsfreie Messung	x	x	x	x	-	-	-	-	Einhalten der Festlegungen	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
25	Feinspachtel	Haftzugfestigkeit	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 5, Tabelle 5.4, Zeile 19	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer; ohne Festlegung mindestens die Hälfte der Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit
26	OS-System	Sichtprüfung, Poren, Blasen	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Anforderungen nach Teil 2, Abschnitt 5	nach Festlegung durch den sachkundigen Planer
27		Gitterschnitt in Anlehnung an DIN EN ISO 2409 (OS4 + OS5)	-	-	-	-	-	x	-	-	$GT \leq 2$	
28		Haftzugfestigkeit und Schichtdicke	-	-	-	-	-	x	-	-	Einhalten der Festlegungen nach Teil 2, Abschnitt 5, Tabelle 5.4, Zeile 19 bzw. nach Teil 2, Tabelle 5.2	
29	Füllgrad	Bohrkernentnahme	-	-	-	-	-	-	x	-	$\geq 80 \%$ gemäß Teil 3, Abschnitt 3.5 und Teil 2, Abschn. 6	

Anhang A (normativ) Überwachung durch das ausführende Unternehmen

	Gegenstand der Prüfung	Art der Prüfung, Prüfgröße	Anzuwenden für								Anforderungen	Erfordernis, Häufigkeit, Zeitpunkt
			Beton B II ¹	Spritzbeton B II ²	SPCC	PCC und Zementmörtel	PC	OS	Risfüllstoff ³	Korrosionsschutzstoffe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6 Technische Einrichtungen												
30	Abmessvorrichtung für Zusätze und Wasser	Sichtprüfung	x	x	x	x	x	x	x	x	einwandfreies Arbeiten	wöchentlich
31		Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	Einhalten der Sollmengen mit einer Genauigkeit von 3 %	bei Beginn der Arbeiten, dann monatlich
32	Mischwerkzeuge, Förder-, Einbring- und Verdichtungsgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	einwandfreies Arbeiten	bei Beginn der Arbeiten, dann mindestens monatlich
33	Mess-, Prüf-, Laborgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	ausreichende Messgenauigkeit	bei Inbetriebnahme, in angemessenen Zeitspannen
34	Mess-, Prüf-, Laborgeräte	Funktionskontrolle	x	x	x	x	x	x	x	x	ausreichende Messgenauigkeit	bei Inbetriebnahme, in angemessenen Zeitspannen

¹ Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DIN 1045

² Überwachung durch das ausführende Unternehmen nach DIN 18551

³ Beachtung der Anforderungen und Anwendungsbedingungen nach Teil 2, Abschnitt 6

⁴ Bei der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit sind Abschnitt 3.2.7 und Anhang C zu beachten

⁵ Bei Transportbeton und werksgemischtem Mörtel: Vollständigkeit der Angaben nach DIN 1045 bzw. DIN 18557

⁶ Bei werksgemischten Trockenprodukten: Nachweis der Überwachung nach DAfStb-Richtlinie für Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel

⁷ Bei Verarbeitung von Epoxidharz

Prüfungen bei Verwendung von Transportbeton

Klassen	Ausbreitmaß [mm]
F1	≤ 340
F2	350 - 410
F3	420 - 480
F4	490 - 550
F5	560 - 620
F6	≥ 630

ab F4 nur mit
Fließmittel

Häufigkeit der Prüfungen:

Prüfgegenstand	Überwachungsklasse 2
Druckfestigkeit	3 Proben je 300 m ³ oder je 3 Betoniertage ¹⁾
Luftgehalt von LP-Beton	1. zu Beginn jedes Betonierabschnittes 2. in Zweifelsfällen

sicher ist sicher

1 Probe je
Betoniertag
und je Sorte
bis 100 m³

¹⁾ Maßgebend, welche Forderung die größte Anzahl Proben ergibt.

Betonproben sind gleichmäßig über die Betonierzeit verteilt und aus verschiedenen Fahrzeugen zu entnehmen. Aus jeder Probe ist ein Probekörper herzustellen.

Die Betonnormen DIN EN 206-1 [1], DIN 1045-2 [2] und DIN 1045-3 [3], die die deutschen Anwendungsregeln zur DIN EN 13670 [4] enthält, unterscheiden zwischen Standardbeton, Beton nach Eigenschaften und Beton nach Zusammensetzung.

Für **Standardbeton** gelten gewisse Einschränkungen und Grenzwerte. Zur Erzielung der geforderten Eigenschaften ist seine Zusammensetzung mit entsprechenden Sicherheiten ausgestattet. Seine Anwendung ist auf wenige Druckfestigkeits- und Expositionsklassen beschränkt. Die bei der Herstellung und Verarbeitung vorgeschriebenen Überwachungen sind demzufolge vergleichsweise gering.

Bei der Verarbeitung von **Beton nach Eigenschaften** bestellt das ausführende Unternehmen den Beton beim Transportbetonhersteller anhand der festgelegten Frisch- und Festbetoneigenschaften sowie der geforderten Expositionsklassen. Der Betonhersteller ermittelt aus diesen Vorgaben die normgerechte und technisch erforderliche Betonzusammensetzung und gewährleistet die bestellten Betoneigenschaften.

Bei der Verwendung von **Beton nach Zusammensetzung** gibt der Besteller des Betons dem Hersteller die Betonzusammensetzung vor. Im Allgemeinen ist der Besteller das ausführende Bauunternehmen. Für das Erreichen der geplanten Betoneigenschaften ist nach den Regelungen der Norm der „Verfasser der Festlegung“ verantwortlich. In Abhängigkeit von den vertraglichen Regelungen kann dies der Auftraggeber oder das ausführende Bauunternehmen sein. In der Praxis ist dies üblicherweise derjenige, der die Erstprüfung des Betons mit der gewählten Zusammensetzung durchführt und die erforderlichen Eigenschaften auch während der Produktion nachweist. Die Verwendung von Beton nach Zusammensetzung erfordert besonders betontechnologisch qualifiziertes Personal und ein entsprechend ausgerüstetes Prüflabor für die Durchführung der Erstprüfung und aller weiteren Prüfungen, die im Rahmen der Betonherstellung erforderlich sind.

Die unterschiedlichen Verantwortungsbereiche bei Herstellung und Verarbeitung der vorgenannten Betone sind in Tafel 1 zusammengefasst. Beton nach Eigenschaften ist der in der Praxis überwiegend verwendete Beton. Aus diesem Grunde wird nachstehend vor allem die Überwachung von Beton nach Eigenschaften auf der Baustelle behandelt.

■ 1 Überwachung durch das Bauunternehmen (Betone der Überwachungsklassen 1, 2 und 3)

Bauunternehmen müssen bei der Herstellung von Betonbauwerken durch eine regelmäßige Überwachung aller Tätigkeiten sicherstellen, dass ihre Leistung in Übereinstimmung mit den geltenden Regelwerken und der Projektbeschreibung erfolgt. Die verwendeten Baustoffe und Bauteile müssen auf der Baustelle auf ihre Übereinstimmung mit diesen Anforderungen überprüft werden. Nicht ausreichend gekennzeichnete und nicht regelwerkskonforme Baustoffe oder Bauteile dürfen nicht eingebaut werden. Dies gilt insbesondere für den Baustoff Beton, der überwiegend als Transportbeton auf die Baustelle geliefert und dort verarbeitet wird.

Je nach Baumaßnahme wird zur Qualitätssicherung des Betons ein unterschiedlich hoher Überwachungsaufwand gefordert. Die DIN EN 13670/DIN 1045-3 [4,3] formuliert mit den Überwachungsklassen 1, 2 und 3 ein mehrstufiges Überwachungssystem (Tafel 2). Die Anforderungen an die Überprüfung der maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften nehmen mit aufsteigender Überwachungsklasse zu. Die Überwachungsklassen 1 und 2 regeln die Überwachung von Beton der Druckfestigkeitsklassen bis einschließlich C50/60 bzw. LC25/28 (bis Rohdichteklasse D1,4) und LC35/38 (ab Rohdichteklasse D1,6). Der Überwachungsaufwand und die Klasseneinteilung richten sich neben der Festigkeitsklasse vor allem auch nach den geforderten Expositionsklassen (Tafel 2), wobei für die Zuordnung die höchste zutreffende Überwachungsklasse maßgebend ist. Die Überwachungsklasse 3 betrifft hohe Druckfestigkeitsklassen für die so genannten hochfesten Betone.

Tafel 1: Verantwortungsbereiche bei Herstellung und Verarbeitung

Beton nach Eigenschaften	Beton nach Zusammensetzung	Standardbeton
Verfasser der Festlegung legt Betoneigenschaften fest.	Verfasser der Festlegung legt Zusammensetzung fest und ist verantwortlich für beabsichtigte Leistungsfähigkeit des Betons (Betoneigenschaften).	Nur ≤ C16/20 X0, XC1, XC2
Hersteller (TB) ¹⁾ ist verantwortlich für Erfüllung der Betoneigenschaften (führt Konformitäts- und Produktionskontrolle durch).	Hersteller (TB) ¹⁾ ist nur verantwortlich für das Einhalten der vorgegebenen Zusammensetzung des Betons.	Erfüllung der Eigenschaften sind hinreichend durch die Vorgaben der Norm abgedeckt.
Verwender (BU) ²⁾ ist verantwortlich für Überprüfung maßgeblicher Frisch- und Festbetoneigenschaften auf der Baustelle und Einbau (Überwachungsprüfung/Identitätsprüfung).	Verwender (BU) ²⁾ führt auf der Baustelle Konformitäts- und Produktionskontrolle sowie den Einbau des Betons durch.	Verwender (BU): Lieferscheinkontrolle, Gleichmäßigkeit, ggf. Konsistenzprüfung, Einbau.

¹⁾ Transportbetonhersteller

²⁾ Bauunternehmer

Tafel 2: Überwachungsklassen für Beton

Gegenstand	Überwachungsklasse 1	Überwachungsklasse 2 ¹⁾	Überwachungsklasse 3 ¹⁾
Druckfestigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton	≤ C25/30 ²⁾	≥ C30/37 und ≤ C50/60	≥ C55/67
Druckfestigkeitsklasse für Leichtbeton der Rohdichteklassen D1,0 bis D1,4 D1,6 bis D2,0	nicht anwendbar	≤ LC25/28	≥ LC30/33
	≤ LC25/28	LC 30/33 und LC 35/38	≥ LC40/44
Expositionsklasse	X0, XC, XF1	XS, XD, XA, XM ³⁾ , XF2, XF3, XF4	–
Besondere Betoneigenschaften ⁴⁾	Stahlfaserbeton der Leistungsklasse LK ≤ L1-1,2	<ul style="list-style-type: none"> – Beton für wasserundurchlässige Baukörper (z. B. Weiße Wannen) ⁵⁾ – Unterwasserbeton – Beton für hohe Gebrauchstemperaturen T ≤ 250 °C – Strahlenschutzbeton (außerhalb des Kernkraftwerkbaus) – FD- /FDE-Betone gemäß Richtlinie des DAfStb [5] – Stahlfaserbeton der Leistungsklasse LK > L1-1,2 [6] – Selbstverdichtender Beton (SVB) [7] – Verzögerter Beton gemäß Richtlinie des DAfStb [8] – Spritzbeton 	–

¹⁾ Das Bauunternehmen muss im Rahmen der Eigenüberwachung über eine ständige Betonprüfstelle verfügen. Fremdüberwachung durch anerkannte Überwachungsstelle erforderlich.

²⁾ Spannbeton C25/30 ist stets in Überwachungsklasse 2 einzuordnen.

³⁾ Gilt nicht für übliche Industrieböden.

⁴⁾ Ggf. entsprechende Richtlinien des DAfStb beachten.

⁵⁾ Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, z. B. für weiße Wannen [9], darf in die Überwachungsklasse 1 eingeordnet werden, wenn der Baukörper maximal nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung nichts anderes festgelegt ist.

Bei der Verarbeitung von Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 muss zusätzlich zu einer weiter reichenden Überwachung durch das Bauunternehmen (siehe Abschnitt 2) eine Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle nach Abschnitt 3 durchgeführt werden (Bild 1).

Darüber hinaus sind in DIN EN 13670/DIN 1045-3 [4, 3] verschiedene Regelungen und Anforderungen zu Schalung, Bewehrung, Verarbeitung und Nachbehandlung von Beton formuliert, die ungeachtet der Überwachungsklasse gelten. Verantwortlich für die ordnungsgemäße Durchführung aller in DIN EN 13670/DIN

1045-3 [4, 3] geforderten Überwachungsmaßnahmen auf der Baustelle ist die Bauleitung des ausführenden Unternehmens. Dies gilt unabhängig davon, ob eine firmeneigene oder eine externe ständige Betonprüfstelle die Durchführung der Überwachungsarbeiten des Betons übernommen hat.

Nachfolgend stehen die in der Norm vorgesehenen Prüfungen und Dokumentationen durch das ausführende Bauunternehmen für die Gewerke Schalen, Bewehren und Betonieren im Vordergrund. Die verantwortungsvolle Überwachung einer Betonbaustelle oder eines Betoniervorganges darf sich nicht nur auf die routinemäßige Abarbeitung normgemäßer Kontrollen beschränken. Das verantwortliche und fachkundige Aufsichtspersonal hat vor allem auf einen reibungslosen Bauablauf und materialgerechten Einsatz zu achten. Nur durch regelmäßige Präsenz vor Ort können z. B. Risiken, Unregelmäßigkeiten und Missverständnisse frühzeitig erkannt und behoben werden. Die fachliche Qualifikation und das Engagement des Aufsichtspersonals entscheiden im Zusammenspiel der beteiligten Gewerke maßgeblich über die Qualität des fertigen Bauwerks.

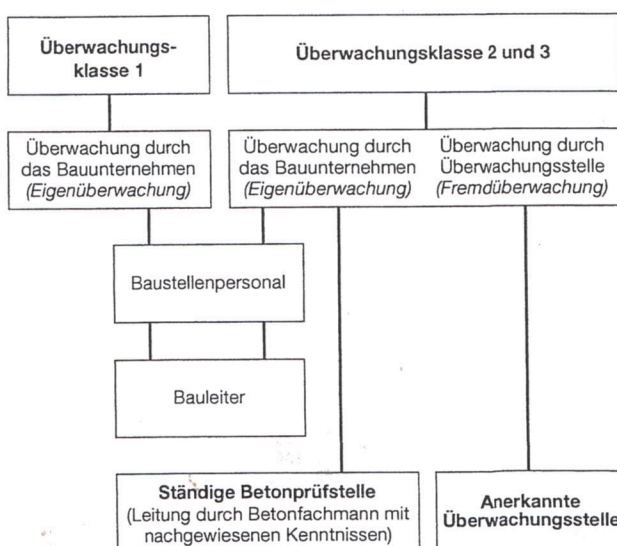


Bild 1: Organisation und Verantwortlichkeiten der Überwachung des Einbaus von Betonen nach Eigenschaften der Überwachungsklassen 1, 2 und 3

1.1 Überwachung von Gerüsten und Schalungen

Die Festlegung des Ausschaltzeitpunktes liegt in der Verantwortung der Bauleitung. Vor dem Ausrüsten bzw. Ausschalen ist zu prüfen, ob der Beton eine ausreichende Festigkeit besitzt. Wenn die Überprüfung der Festigkeit durch Erhärtungsprüfungen oder eine Reifeberechnung erfolgt, sollten die Ergebnisse dokumentiert werden. Die Zeiten des Ausrüstens und Ausschalens, die Lufttemperatur und die Witterungsverhältnisse sind ungeachtet der Überwachungsklasse aufzuzeichnen. Anhaltswerte für Ausschalfristen für Balken und Platten (bis 6 m Spannweite und bei max. 70 % Lastausnutzung) können nach dem DBV-Merkblatt Betonschalungen und Ausschalfristen [10] – siehe Tafel 3 – bestimmt werden.

Tafel 3: Anhaltswerte für Ausschalfrieten in Tagen [10]

Bauteiltemperatur ϑ [°C]	Festigkeitsentwicklung des Betons $r = f_{cm2} / f_{cm28}^{1)}$		
	schnell	mittel	langsam
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$
$\vartheta \geq 15$	4	8	14
$15 > \vartheta \geq 5^{3)}$	6	12	20

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten nach 2 Tagen und nach i. d. R. 28 Tagen beschrieben. Die Festigkeitsentwicklung ist vom Betonhersteller anzugeben und kann dem Betonliefererschein entnommen werden. Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist statt f_{cm28} die mittlere Druckfestigkeit zum entsprechend späteren Zeitpunkt anzusetzen. Dadurch ergeben sich i. d. R. längere Ausschalfrieten.

²⁾ Die tatsächliche Temperatur des Bauteils ϑ während des Abfließens der Hydrationswärme und in der Schalung ist i. d. R. höher als die Lufttemperatur. Anstelle der Temperatur des Bauteils ϑ darf vereinfachend die mittlere Lufttemperatur ϑ_m angesetzt werden. Als mittlere Lufttemperatur ϑ_m darf das Tagesmittel aus der höchsten und der niedrigsten Lufttemperatur in Bauwerkernähe verwendet werden.

³⁾ Bei Lufttemperaturen $\vartheta_m < 5\text{ °C}$ ist die Ausschalffrist um die Tage zu verlängern, an denen die Bauteiltemperatur $\vartheta < 5\text{ °C}$ betrug.

1.2 Überwachung des Bewehrns

Vor dem Betonieren ist, unabhängig von der geltenden Überwachungsklasse, zu überprüfen, ob

- Stahlsorte, Anzahl, Durchmesser und Lage der Bewehrung den Angaben der Bewehrungszeichnungen entsprechen,
- Stoß- und Übergreifungslängen eingehalten sowie mechanische Verbindungen ordnungsgemäß ausgeführt sind,
- die erforderliche Betondeckung durch geeignete Abstandhalter und Unterstützungen erreicht wird,
- die Bewehrung keine Verunreinigungen (z. B. Öl, Trennmittel, Farbe, Schmutz) und keinen losen Rost aufweist,
- die Bewehrung gegen Verschieben während des Betonierens ausreichend befestigt und gesichert ist,
- die Anordnung der Bewehrung das Einbringen und Verdichten des Betons nicht behindert (Einfüllöffnungen, Rüttellücken).

Änderungen der Bewehrungsführung aus baubetrieblichen oder aus anderen Gründen sind nur in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner oder verantwortlichen Ingenieur zulässig. Schweißarbeiten an Betonstahl dürfen nur durch Unternehmen

Tafel 4: Beton nach Eigenschaften: Umfang und Häufigkeit der Prüfungen der Frisch- und Festbetoneigenschaften

Prüfgegenstand	Prüfverfahren	Anforderung	Häufigkeit für Überwachungsklasse		
			1	2	3
Lieferschein	Augenscheinprüfung	Übereinstimmung mit der Festlegung	jedes Lieferfahrzeug		
Konsistenz ¹⁾	Augenscheinprüfung	normales Aussehen, wie festgelegt	Stichprobe	jedes Lieferfahrzeug	
	DIN EN 12350-2 [13], DIN EN 12350-3 [14], DIN EN 12350-4 [15], DIN EN 12350-5 [16]	wie festgelegt	in Zweifelsfällen	– beim ersten Einbringen jeder Betonzusammensetzung – bei der Herstellung von Probekörpern für die Festigkeitsprüfung – in Zweifelsfällen	
Frischbetonrohichte von Leicht- und Schwerbeton	DIN EN 12350-6 [17]	wie festgelegt	– bei der Herstellung von Probekörpern für die Festigkeitsprüfung – in Zweifelsfällen		
Gleichmäßigkeit des Betons	Augenscheinprüfung	homogenes Erscheinungsbild	Stichprobe	jedes Lieferfahrzeug	
	Vergleich von Eigenschaften	Stichproben müssen die gleichen Eigenschaften aufweisen	in Zweifelsfällen		
Druckfestigkeit	(siehe Abschnitt 1.5)	wie festgelegt, mit den Annahmekriterien (siehe Tafel 8)	in Zweifelsfällen	3 Proben je 300 m ³ oder je 3 Betoniertage	3 Proben je 50 m ³ oder je Betoniertag
Luftgehalt von Luftporenbeton	DIN EN 12350-7 für Normal- und Schwerbeton sowie ASTM C 173 für Leichtbeton [18, 19]	wie festgelegt	nicht zutreffend	– zu Beginn jedes Betonierabschnitts – in Zweifelsfällen	
Frischbeton-temperatur	Temperaturmessung	wie festgelegt ^{2) 3) 4)}	in Zweifelsfällen	bei Lufttemperaturen unter + 5 °C und über + 30 °C beim Einbau des Betons	
andere Eigenschaften	in Übereinstimmung mit Normen und Richtlinien, oder wie vorab vereinbart	–	–	–	–

¹⁾ In Abhängigkeit vom gewählten Prüfverfahren; fett gedruckt: in Deutschland bevorzugte Prüfverfahren.

²⁾ Bei Lufttemperaturen zwischen +5 °C und -3 °C darf die Temperatur des Betons beim Einbringen +5 °C nicht unterschreiten. Sie darf +10 °C nicht unterschreiten, wenn der Zementgehalt im Beton kleiner als 240 kg/m³ oder wenn Zemente mit niedriger Hydrationswärme verwendet werden.

³⁾ Bei Lufttemperaturen unter -3 °C muss die Betontemperatur beim Einbringen mindestens +10 °C betragen. Sie sollte anschließend wenigstens 3 Tage auf mindestens +10 °C gehalten werden. Ansonsten ist der Beton solange zu schützen, bis eine ausreichende Festigkeit erreicht ist.

⁴⁾ Die Frischbetontemperatur darf im Allgemeinen +30 °C nicht überschreiten, sofern nicht durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind.

Tafel 5: Umfang und Häufigkeit der Überprüfung technischer Einrichtungen

Prüfgegenstand	Prüfverfahren	Anforderung	Häufigkeit der Prüfungen für Überwachungsklasse		
			1	2	3
Verdichtungsgeräte	Funktionskontrolle	einwandfreies Arbeiten	in angemessenen Zeitabständen	bei Beginn der Betonierarbeiten, dann mindestens monatlich	je Betoniertag
Mess- und Laborgeräte	Funktionskontrolle	ausreichende Messgenauigkeit	bei Inbetriebnahme, dann in angemessenen Zeitabständen		je Betoniertag

bzw. durch Personal mit entsprechendem Eignungsnachweis gemäß DIN EN ISO 17660 [11] durchgeführt werden.

1.3 Überwachung des Betonierens

Neben den gemäß geltender Überwachungsklasse geforderten Frisch- und Festbetonprüfungen (siehe Abschnitt 1.4) sind – begleitend zur Betonverarbeitung und unabhängig von der Überwachungsklasse – folgende Daten aufzuzeichnen, z. B. im Bautagebuch.

- Lufttemperatur (Maximum/Minimum) und Witterungsverhältnisse während des Betonierens einzelner Abschnitte,
- Bauabschnitt und Bauteil,
- Art und Dauer der Nachbehandlung.

1.4 Überprüfung der Frisch- und Festbetoneigenschaften

Die geforderten Prüfungen an Frisch- und Festbeton sind für *Standardbeton*, *Beton nach Eigenschaften* und *Beton nach Zusammensetzung* unterschiedlich und abhängig von der Überwachungsklasse. Die durchzuführenden Prüfungen sind in den Anwendungsregeln zur DIN EN 13670 [4], der DIN 1045-3 [3] im Anhang NB geregelt. Die Proben für die Prüfungen müssen auf der Baustelle, ggf. nach Einstellen der Konsistenz, zufällig ausgewählt und nach DIN EN 12350-1 [12] entnommen werden.

Bei der Verarbeitung von *Standardbeton* sind lediglich Liefererschein, Konsistenz und die Gleichmäßigkeit des angelieferten Betons gemäß Tafel 4 sowie die Funktionsfähigkeit der Verdichtungsgeräte zu prüfen.

Bei der Verwendung von Beton nach Eigenschaften als Transportbeton sind die in Tafel 4 und 5 aufgeführten Prüfungen durchzuführen. Beim Einsatz von Baustellenbeton müssen nur die Verdichtungsgeräte zusätzlich überprüft werden. Ansonsten gelten die Regelungen von DIN EN 206/DIN 1045-2, Abschnitt 8.2 [1, 2].

Bei *Beton nach Zusammensetzung* führt der Hersteller des Betons im Rahmen seiner Konformitätskontrolle keine Überprüfung der geforderten Betoneigenschaften durch. Den Nachweis für das Erreichen dieser Eigenschaften übernimmt der Verwender des Betons (Bauunternehmen) im Rahmen der Überwachung auf der Baustelle. Art, Anforderung und Umfang der Prüfungen orientieren sich für alle Überwachungsklassen an den sonst für Beton nach Eigenschaften im Transportbetonwerk geltenden Konformitätskriterien nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 in Abschnitt 8.2 [1, 2]. Das ausführende Bauunternehmen muss darüber hinaus die Frischbetontemperatur sowie die Verdichtungs-, Mess- und Laborgeräte überprüfen und, ungeachtet der Überwachungsklasse, eine ständige Betonprüfstelle hinzuziehen (siehe Abschnitt 2.1). Diese kann eine unternehmenseigene oder eine externe, vertraglich gebundene Prüfstelle sein.

1.5 Prüfung der Druckfestigkeit für Beton nach Eigenschaften bei Verwendung von Transportbeton

Im Rahmen der Überwachung durch den Betonhersteller (Transportbetonwerk) und das Bauunternehmen gelten bestimmte Fachbegriffe und Prinzipien: Der Transportbetonunternehmer bestätigt im Rahmen seiner Überwachungsleistung die „Konformität“ seiner Produktion mit der geforderten Druckfestigkeit. Das Bauunternehmen überprüft auf der Baustelle die „Identität“ des gelieferten Betons mit dieser „konformen Grundgesamtheit“ (Identitätsprüfung, bzw. Überwachungsprüfung). Für jeden verarbeiteten Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 sind hierfür auf der Baustelle mindestens drei Proben zu entnehmen und zwar:

- bei Überwachungsklasse 2 jeweils für höchstens 300 m³ oder je drei Betoniertage,
- bei Überwachungsklasse 3 jeweils für höchstens 50 m³ oder je Betoniertag.

Maßgebend ist die Anforderung, welche die größere Anzahl von Proben ergibt. Die Proben müssen etwa gleichmäßig über die Betonierzeit verteilt und aus verschiedenen Lieferfahrzeugen entnommen werden. Aus jeder Probe ist ein Probekörper zur Prüfung der Druckfestigkeit herzustellen. Zusammensetzungsvarianten mit gleichen Ausgangsstoffen, gleichem w/z-Wert, aber anderem Größtkorn gelten als ein Beton.

Bei Betonen der Überwachungsklasse 1 ist eine Überprüfung der Druckfestigkeit für Beton nach Eigenschaften nur in Zweifelsfällen notwendig (siehe Tafel 4).

Die Druckfestigkeitsprüfung erfolgt nach DIN EN 12390, Teile 1 bis 4 [20–23], sowie nach Regelungen der DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2], Abschnitt 5.5.1.2 (z. B. Prüfkörperabmessungen, Lagerungsbedingungen). Für Betone üblicher Zusammensetzung werden im Allgemeinen Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm verwendet. Durch die Forderung aus DIN EN 12390-1 [20], Abschnitt 4.1, wonach die Kantenlänge des Probewürfels mindestens dem dreieinhalbfachen Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung entsprechen sollte, können sich auch andere Probekörperabmessungen ergeben. Die in der vorgenannten Norm aufgeführten Nennmaße sind hierbei einzuhalten. Von 150 mm Kantenlänge abweichende Probekörper erfordern eine Korrektur der Druckfestigkeitsergebnisse über einen Umrechnungsfaktor.

Tafel 6: Umrechnungsfaktoren für die Trockenlagerung

Normalbeton ≤ C50/60 (150 mm Kantenlänge)	Normalbeton ≥ C55/67 (150 mm Kantenlänge)
$f_{c,cube} = 0,92 \cdot f_{c,dry}$	$f_{c,cube} = 0,95 \cdot f_{c,dry}$

$f_{c,cube}$: Referenzlagerung nach DIN EN 12390-2

$f_{c,dry}$: Trockenlagerung nach DIN EN 12390-2, Anhang NA

Tafel 7: Voraussetzungen für ein von 28 Tagen abweichendes Prüfalter

Massenbeton nach Richtlinie [24]

oder			
Planung	Baustelle	anerkannte Überwachungsstelle ¹⁾	Transportbetonwerk
Feststellung: technisch erforderlich	≥ ÜK II	Prüfalter: Bestätigung der Notwendigkeit	
	QS-Plan: Bauablauf, Nachbehandlung, Ausschallfristen	Genehmigung vor Bauausführung	Einzelfallbezogener Hinweis auf: Prüfalter, Bauablauf, Nachbehandlung, Ausschallfristen

¹⁾ „Fremdüberwachung“

Werden statt Würfeln mit 150 mm solche mit 100 mm Kantenlänge verwendet, darf nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2], Abschnitt 5.5.1.2 für die Auswertung der Druckfestigkeitsprüfung eine Abminderung auf $0,97 \cdot f_{c,dry}$ vorgenommen werden.

Die Lagerung der Probekörper erfolgt bis zur Prüfung in einer Feuchtekammer oder unter Wasser (Referenzlagerung). Alternativ – und in Deutschland üblich – können die Probekörper im Alter von 7 Tagen aus dem Wasser oder der Feuchtekammer entnommen werden und bis zur Prüfung bei zugfreier Raumluft (15 °C bis 22 °C) gelagert werden (so genannte „Trockenlagerung“). Die bei der Trockenlagerung an Würfeln ermittelten Druckfestigkeitswerte ($f_{c,dry}$) sind gegenüber denen der Referenzlagerung ($f_{c,cube}$) abzumindern. Hierzu kann der nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2] für Normalbeton aufgeführte Abminderungsfaktor λ von 0,92 (Tafel 6) verwendet werden (für Betone der Festigkeitsklassen \geq C55/67 ist für $\lambda = 0,95$ einzusetzen).

Die Prüfung der Druckfestigkeit erfolgt im Alter von 28 Tagen. Von diesem Grundsatz darf nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden. Soll die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt bestimmt werden, müssen die in Tafel 7 genannten Voraussetzungen vorliegen, bzw. die aufgeführten Bedingungen von Planung, Bauausführung, anerkannter Überwachungsstelle und Transportbetonwerk erfüllt werden. Näheres hierzu regelt die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen (Fassung Februar 2013, Anlage 2.3/1).

Die Identität des Betons wird durch Vergleich der ermittelten Druckfestigkeiten mit so genannten „Annahmekriterien“ festgestellt. Die Annahmekriterien für die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung sind in Tafel 8 aufgeführt. Der Beton ist anzunehmen, wenn Mittel- und Einzelwertkriterium erfüllt sind. Damit gilt

Tafel 8: Annahmekriterien für Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung

Anzahl „n“ der Einzelwerte	Mittelwert ¹⁾ f_{cm} [N/mm ²]	Einzelwert f_{ci} [N/mm ²]	
		ÜK 1 + ÜK 2	ÜK 3
3 bis 4	$f_{cm} \geq f_{ck} + 1$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$	$f_{ci} \geq 0,9 \cdot f_{ck}$
5 bis 6	$f_{cm} \geq f_{ck} + 2$		
> 6	$f_{cm} \geq f_{ck} + \left(1,65 - \frac{2,58}{\sqrt{n}}\right) \cdot \sigma$ ²⁾		

¹⁾ Mittelwert von „n“ nicht überlappenden Einzelwerten.

²⁾ σ ist Standardabweichung der Stichprobe für $n \geq 35$, wobei $\sigma \geq 3$ N/mm² für ÜK 2 und $\sigma \geq 5$ N/mm² für ÜK 3. Bei Stichproben für $n < 35$ gilt $\sigma \geq 4$ N/mm².

die Identität des durch die Stichprobe repräsentierten Betons (Baustelle) mit der Grundgesamtheit (Transportbetonwerk) als nachgewiesen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, vorhandene Prüfergebnisse in kleinere Gruppen aufeinander folgender Werte (mindestens 3) aufzuteilen, so dass für die jeweiligen Mittelwerte die zugehörigen Anforderungen für 3 bis 4, für 5 bis 6 oder für > 6 Einzelwerte herangezogen werden dürfen.

Wenn der Nachweis der Identität nicht gelingt, sind weitere Maßnahmen erforderlich, um die Standsicherheit bzw. Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks sicherzustellen. Grundlage für weitere Prüfungen ist die DIN EN 13791 [25] „Bewertung der Druckfestigkeit von Beton im Bauwerk oder in Bauwerksteilen“, nach der in Abhängigkeit von repräsentativen Prüfverfahren und Ergebnissen Aussagen über die im Bauwerk vorhandene Druckfestigkeit getroffen werden können.

■ 2 Weitergehende Bestimmungen für die Überwachung durch das Bauunternehmen bei Einbau von Betonen der Überwachungsklassen 2 und 3

Für die Überwachung des Einbaus von Betonen der Überwachungsklassen 2 und 3 wird das bekannte Konzept aus Eigenüberwachung (Überwachung durch das Bauunternehmen) und Fremdüberwachung (Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle) fortgesetzt.

Baustellen, auf denen Betone der Überwachungsklassen 2 und 3 verarbeitet werden, sind an deutlich sichtbarer Stelle unter Angabe von „DIN EN 13670/DIN 1045-3“ und der Überwachungsstelle zu kennzeichnen.

2.1 Ständige Betonprüfstelle

Wird Beton nach Eigenschaften der Überwachungsklassen 2 oder 3 (oder Beton nach Zusammensetzung) verarbeitet, muss das Bauunternehmen über eine ständige Betonprüfstelle verfügen, die

- mit allen Geräten und Einrichtungen zur Durchführung der Prüfungen nach Tafel 4 ausgestattet ist und
- von einem in der Betontechnik erfahrenen Fachmann geleitet wird, der die dafür notwendigen erweiterten betontechnologischen Kenntnisse durch eine Bescheinigung einer hierfür anerkannten Stelle nachweisen kann.

Der Leiter der Betonprüfstelle ist für die Schulung der Fachkräfte in Abständen von höchstens drei Jahren verantwortlich und hat dies zu dokumentieren.

Bedient sich das Bauunternehmen einer externen, also nicht unternehmenseigenen Prüfstelle, so sind die Prüfungsaufgaben der Prüfstelle in einer schriftlichen Vereinbarung (Überwachungsvertrag) zu übertragen. Diese muss eine Mindestlaufzeit von einem Jahr haben. Die Überwachungsleistungen für das ausführende Unternehmen dürfen nicht durch eine Prüfstelle erfolgen, welche auch den Betonhersteller überwacht oder von diesem wirtschaftlich abhängig ist.

Aufgaben der ständigen Betonprüfstelle sind:

- Beratung des Bauunternehmens und der Baustelle,
- Durchführungen der Prüfungen gemäß Tafel 4, soweit diese nicht durch das Personal der Baustelle durchgeführt werden,
- Funktionsprüfung der Geräteausstattung der Baustelle nach Tafel 5 vor Beginn der Betonarbeiten,
- laufende Überprüfung und Beratung bei Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons,
- Beurteilung und Auswertung der Prüfergebnisse und Mitteilung der Ergebnisse an das Bauunternehmen und dessen Bauleitung,
- Schulung des Baustellenfachpersonals.

Die Leistungen der Bauunternehmung und der ständigen Betonprüfstelle im Rahmen der geforderten Prüfungen und Dokumentationen sind Nebenleistungen im Sinne der VOB Teil C (DIN 18331).

2.2 Aufzeichnungen

Die nachfolgend aufgeführten Aufzeichnungen zur Überwachung des Einbaus von Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 müssen während der Bauzeit auf der Baustelle verfügbar sein und sind, ebenso wie die Lieferscheine, nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

- Zeitpunkt und Dauer der einzelnen Betoniervorgänge,
- Lufttemperatur und Witterungsverhältnisse bei der Ausführung einzelner Betonierabschnitte oder Bauteile bis zum Ausschalen und Ausrüsten,
- Art und Dauer der Nachbehandlung,
- Frischbetontemperatur bei Lufttemperaturen unter +5 °C und über +30 °C,

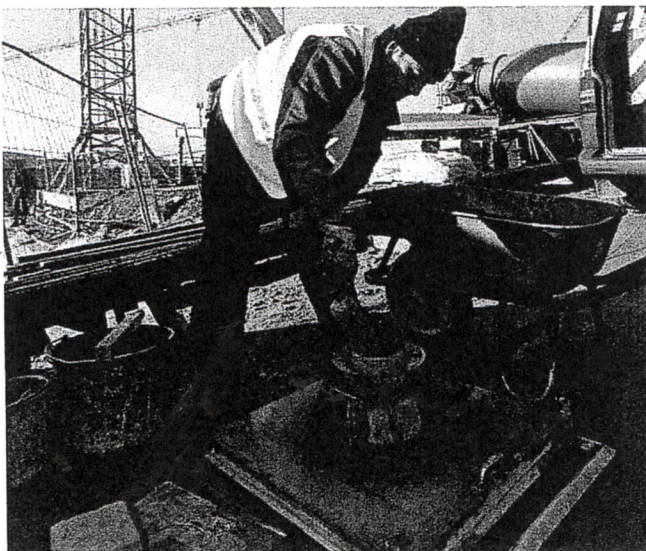


Bild 2: Auf der Baustelle wird u. a. die Frischbetonkonsistenz geprüft.

- Namen der Lieferwerke und Nummern der Lieferscheine sowie der zugehörige Bauabschnitt oder das Bauteil, ein Verzeichnis (Liste) der gelieferten Betone mit den Angaben, welche die einschlägigen Normen und Regelwerke fordern,
- Ergebnisse der Frisch- und Festbetonprüfungen gemäß Tafel 4.

Nach Beendigung der Betonarbeiten sind die Ergebnisse aller Prüfungen nach Tafel 4 an den Betonen der Überwachungsklassen 2 und 3 der bauüberwachenden Behörde und der Überwachungsstelle zu übergeben. Auf dieser Basis erstellt die anerkannte Überwachungsstelle einen Endbericht über die überwachte Baumaßnahme.

2.3 Anzeigepflicht des Bauunternehmens

Das Bauunternehmen hat der Überwachungsstelle schriftlich mitzuteilen:

- die ständige Betonprüfstelle mit Angabe des Prüfstellenleiters,
- einen Wechsel des Prüfstellenleiters,
- die Inbetriebnahme jeder Baustelle, auf der Betone der Überwachungsklassen 2 und 3 eingebaut werden, mit Angabe des Bauleiters,
- einen Wechsel des Bauleiters,
- Angaben zur Festlegung der vorgesehenen Betone nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2] sowie der Überwachungsklassen der Betone nach Tafel 2,
- die voraussichtlichen Betonmengen,
- den voraussichtlichen Beginn und das voraussichtliche Ende der Betonierzeiten,
- eine Unterbrechung der Betonierarbeiten von mehr als vier Wochen,
- die Wiederinbetriebnahme einer Baustelle nach einer Unterbrechung von mehr als vier Wochen.

3 Überwachung des Einbaus von Betonen der Überwachungsklassen 2 und 3 durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle

Die Verarbeitung von Betonen der Überwachungsklassen 2 und 3 ist durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle zu überprüfen. Bei Aufnahme der Überwachung wird geprüft, ob das Bauunternehmen über Fachkräfte mit hinreichender Sachkunde und Erfahrung sowie über die erforderliche Geräteausstattung verfügt.

Umfang der Überwachung sowie Häufigkeit und Probenahme sind in DIN EN 13670/ DIN 1045-3 [4, 3] im Anhang ND geregelt.

Die Ergebnisse der Überprüfung durch die Überwachungsstelle sind in einem Bericht festzuhalten. Dieser ist auf der Baustelle und bei der Überwachungsstelle aufzubewahren und den Beauftragten der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Der Überwachungsbericht muss mindestens enthalten:

- Bauunternehmen, Baustelle und Betonprüfstelle,
- Festlegung des Betons nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2],
- Überwachungsklasse des Betons nach Tafel 2,
- Bewertung der Überwachung durch das Bauunternehmen,
- ggf. Angaben über die Probenahme,

- Ergebnisse der durchgeführten Überprüfungen und Vergleich mit den Anforderungen und den Ergebnissen der Überwachung durch das Bauunternehmen,
- Gesamtbewertung,
- Ort und Datum,
- Unterschrift und Stempel der Überwachungsstelle.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Maßnahmen der anerkannten Überwachungsstelle sind Besondere Leistungen der Bauunternehmung im Sinne der VOB Teil C (DIN 18331) und damit vergütungspflichtig.

■ 4 Regelwerke

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> [1] DIN EN 206-1 Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität [2] DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 [3] DIN 1045-3 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670 [4] DIN EN 13670 Ausführung von Tragwerken aus Beton [5] Richtlinie des DAfStb „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (BUMWS), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [6] Richtlinie des DAfStb Stahlfaserbeton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [7] Richtlinie des DAfStb „Selbstverdichtender Beton“, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [8] Richtlinie des DAfStb Verzögerter Beton – Beton mit verlängerter Verarbeitbarkeitszeit, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [9] Richtlinie des DAfStb „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [10] DBV-Merkblatt Betonschalungen und Ausschalfristen, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin | <ul style="list-style-type: none"> [11] DIN EN ISO 17660 Schweißen von Betonstahl [12] DIN EN 12350-1 Prüfung von Frischbeton – Teil 1: Probenahme [13] DIN EN 12350-2 Prüfung von Frischbeton – Teil 2: Setzmaß [14] DIN EN 12350-3 Prüfung von Frischbeton – Teil 3: Vebé-Prüfung [15] DIN EN 12350-4 Prüfung von Frischbeton – Teil 4: Verdichtungsmaß [16] DIN EN 12350-5 Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß [17] DIN EN 12350-6 Prüfung von Frischbeton – Teil 6: Frischbetonrohichte [18] DIN EN 12350-7 Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalte – Druckverfahren [19] ASTM C 173 Bestimmung des Luftgehalts von Frischbeton durch Volumenmessung, siehe DAfStb-Heft 422 „Prüfung von Beton – Empfehlungen und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048“ [20] DIN EN 12390-1 Prüfung von Festbeton – Teil 1: Form, Maße und andere Anforderungen für Probekörper und Formen [21] DIN EN 12390-2 Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen [22] DIN EN 12390-3 Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern [23] DIN EN 12390-4 Prüfung von Festbeton – Teil 4: Bestimmung der Druckfestigkeit – Anforderungen an Prüfmaschinen [24] Richtlinie des DAfStb „Massige Bauteile aus Beton“, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V., Berlin [25] DIN EN 13791 Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen |
|--|--|

Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

Regionale Ansprechpartner

www.beton.org

BetonMarketing Nordost GmbH

Hannoversche Straße 21, 31319 Sehnde, Tel.: 05132 502099-0, hannover@bmnordost.de
Teltower Damm 155, 14167 Berlin, Tel.: 030 3087778-0, berlin@bmnordost.de

BetonMarketing Süd GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, info@betonmarketingsued.de
Büro München: Beethovenstraße 8, 80336 München, Tel.: 089 450984-0, info@betonmarketingsued.de

BetonMarketing West GmbH

Neustraße 1, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, info@bmwest.de

Herausgeber: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf

www.vdz-online.de

Verfasser: Dipl.-Ing. Michaela Biscopig; Dipl.-Ing. Roland Pickhardt, BetonMarketing West

Druckfestigkeit allein garantiert keine Dauerhaftigkeit. Beton nach DIN EN 206-1 [1] bzw. DIN 1045-2 [2] muss auch dicht sein. Denn je geringer die Porosität und die Permeabilität, also je dichter der Zementstein, desto höher ist auch der Widerstand gegen äußere Einflüsse. Deshalb ist eine früh einsetzende, ununterbrochene und ausreichend lange Nachbehandlung des Betons unerlässlich, damit er gerade in den oberflächennahen Bereichen die aufgrund seiner Zusammensetzung gewünschten Eigenschaften auch tatsächlich erreicht. DIN EN 13670/DIN 1045-3 [3] fordert in Abschnitt 8.5 die Nachbehandlung des Betons während der ersten Tage der Hydratation, um das Fröhschwinden gering zu halten, eine ausreichende Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Betonrandzone sicherzustellen, den Beton vor schädlichen Witterungsbedingungen zu schützen, das Gefrieren zu verhindern und schädliche Erschütterungen, Stoß oder Beschädigung zu vermeiden. In diesem Merkblatt werden die erforderlichen Maßnahmen beschrieben.

■ 1 Zweck der Nachbehandlung

Bis zur ausreichenden Erhärtung ist der frisch verarbeitete und junge Beton zu schützen gegen:

- vorzeitiges Austrocknen
- extreme Temperaturen bzw. Temperaturänderungen
- mechanische Beanspruchungen und schädliche Erschütterungen
- chemische Angriffe.

Zusätzlich muss der noch frische Beton nicht geschalter, freiliegenden Oberflächen gegen Regen geschützt werden. Schutz gegen vorzeitiges Austrocknen ist erforderlich, damit u. a. die Festigkeitsentwicklung des Betons nicht infolge Wasserentzugs gestört und seine Dauerhaftigkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Folgen zu frühen Wasserverlustes sind: geringere Festigkeit an der Oberfläche, Neigung zum Absanden, größeres Wasseraufnahmevermögen, verminderte Witterungsbeständigkeit, geringere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe, Entstehung von Fröhschwindrissen, erhöhte Gefahr späterer Schwindrissbildung.

Trocknet Beton aus, so verringert sich sein Volumen, er schwindet. Wird diese Verformung behindert, so entstehen Gefüge- und Eigenspannungen, die zu Rissen führen können. Schwindrisse beginnen an der Oberfläche des Betons und können sich nach innen fortsetzen. Es muss dafür gesorgt werden, dass der Beton nur langsam austrocknet. Das Austrocknen sollte erst dann beginnen, wenn der Beton eine Zugfestigkeit erreicht hat, bei der er die Schwindspannungen ohne Rissbildung aufnehmen kann.

So genannte Fröhschwindrisse entstehen in erster Linie infolge einer Volumenverminderung des grünen und jungen

Betons an freiliegender Oberfläche durch scharfes Austrocknen. Dieser Vorgang wird als „plastisches Schwinden“ bezeichnet. Solange der Beton noch verformbar ist, können auftretende Fröhschwindrisse durch Nachverdichten (z. B. mit einem Oberflächenrüttler) wieder geschlossen werden.

Beton trocknet um so schneller aus, je geringer die relative Luftfeuchte und je größer die Windgeschwindigkeiten sind.

Eine bedeutende Rolle spielt auch die Temperatur, insbesondere der Unterschied zwischen der Temperatur des erhärtenden Betons und seiner direkten Umgebung. Ist die Betonoberfläche wärmer als die sie umgebende Luft, wird das Austrocknen der Betonoberfläche beschleunigt. Darauf ist besonders an nicht geschalten Oberflächen, wie z. B. bei Decken, Betonböden oder Estrichflächen, zu achten.

Eine Vorstellung von der Größenordnung der Wasserverdunstung je m² Betonoberfläche bei unterschiedlichen Bedingungen vermittelt das folgende Diagramm (Bild 1).

Das Diagramm zeigt beispielsweise, dass bei Luft- und Betontemperaturen von 20 °C, relativer Luftfeuchte von 50 % und einer mittleren Windgeschwindigkeit von 20 km/h aus 1 m² nicht geschalter Betonoberfläche 0,6 kg Wasser je Stunde verdunsten kann. Mit zunehmendem

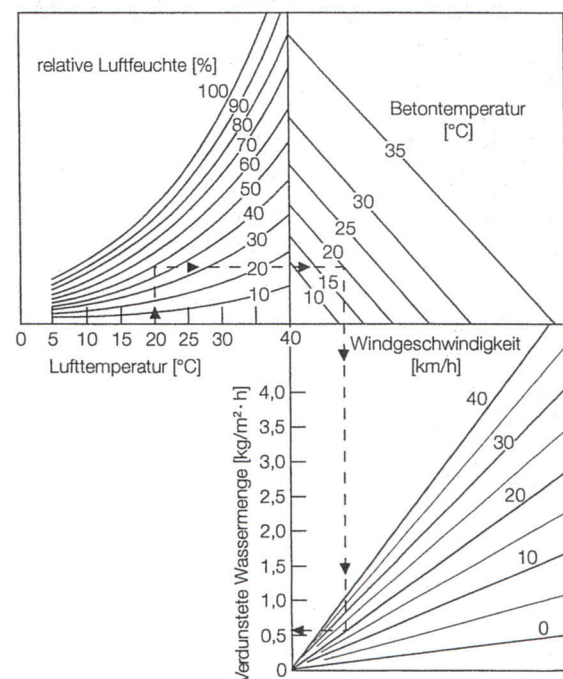


Bild 1: Das Austrocknungsverhalten von nicht geschalten Betonoberflächen in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und Temperatureinfluss [4]

Temperaturunterschied zwischen Beton und Luft erhöht sich die Verdunstungsrate. Dies kann bei sommerlichen Verhältnissen der Fall sein (z. B. kühle morgendliche Lufttemperaturen), aber auch im Winter – insbesondere bei Lieferung von Warmbeton – von Bedeutung sein. Das Diagramm zeigt auch sehr deutlich, dass die Verdunstung nicht nur durch die Temperatur, sondern noch stärker durch die Windgeschwindigkeit beeinflusst wird. Darauf ist insbesondere bei flächenhaften und exponierten Bauteilen zu achten.

Ein Beispiel verdeutlicht die Bedeutung dieser Zahlen für die Praxis: Ein Frischbeton mit 180 l Wasser je m³ enthält je m² in einer 1 cm dicken Schicht 1,8 kg Wasser. Die Verdunstungsrate von 0,6 kg/m² und Stunde bedeutet rechnerisch, dass dem Beton innerhalb von drei Stunden bereits eine Wassermenge entzogen wird, die dem Gesamtwassergehalt einer 1 cm dicken Betonschicht entspricht. Die negativen Auswirkungen auf Festigkeit, Verschleißwiderstand und Dichtigkeit der oberflächennahen Bereiche sind dann erheblich.

Extreme Temperatureinflüsse, (z. B. starke Sonneneinstrahlung), schroffe Temperaturänderung (z. B. Abkühlung durch Schlagregen) und die durch die Hydratation des Zementes entstehende Wärme führen zu Temperaturunterschieden zwischen Oberfläche und Kern eines Bauteils. Die Folge sind Spannungen, da sich die unterschiedlichen temperaturbedingten Verformungen im Bauteil gegenseitig behindern. Diese Spannungen führen bei jungem Beton, dessen Zugfestigkeit noch gering ist, häufig zu Rissen. Gegen diese äußeren Einwirkungen ist deshalb ein Witterungsschutz erforderlich. Die Temperaturunterschiede zwischen Betonoberfläche und Kern infolge der abfließenden Hydratationswärme sind zu begrenzen (i. d. R. < 20 K, bei sehr dicken Bauteilen u. U. < 12 K).

Die Temperatur übt auch einen Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung des Betons aus. Diese wird bei niedrigen Temperaturen verzögert und verläuft bei Temperaturen unter +5 °C sehr langsam. Um Schäden durch Gefrieren von frischem oder jungem Beton zu vermeiden, ist der Beton bei solchen Temperaturen wärmedämmend abzudecken, nötigenfalls ist Wärme zuzuführen. Hat ein gegen Fremdwasser (Regen, Schnee) geschützter Beton eine Druckfestigkeit von 5 N/mm² erreicht oder seine Temperatur vorher wenigstens 3 Tage 10 °C nicht unterschritten, dann gilt er als „gefrierbeständig“, d. h. widerstandsfähig gegen einmaliges Durchfrieren. Ein mehrmaliges Gefrieren und Auftauen übersteht ein junger Beton jedoch meist nicht ohne Schäden.

Die Leistungen zum Schutz des jungen Betons gegen kühle und warme Witterung sind – wie allgemein die Maßnahmen zur Nachbehandlung – eine Nebenleistung. Lediglich Vorsorge- und Schutzmaßnahmen für das Betonieren bei Lufttemperaturen unter +5 °C sowie bei über einen Zeitraum von 48 Stunden anhaltenden Lufttemperaturen von durchschnittlich über 30 °C vor dem Betonieren sind vergütungspflichtige „Besondere Leistungen“ im Sinne der VOB Teil C (DIN 18331) [5]. Grundsätzlich kann aber davon abweichend die Nachbehandlung auch als eigene Position im Leistungsverzeichnis erfasst werden.

Mechanische Beanspruchungen wie heftige Schwingungen und starke Erschütterungen während des Erstarrens und in der ersten Zeit des Erhärtens (z. B. bei Arbeiten an benachbar-

ten Bauteilen oder an Verkehrsbauwerken unter rollendem Verkehr) können ein Betonbauwerk schädigen, wenn hierdurch das Betongefüge oder der Verbund zwischen Beton und Bewehrungsstahl gelockert wird. Der Arbeitsverlauf sollte so geplant werden, dass bis etwa 36 Stunden nach Einbringen bzw. Erhärtungsbeginn des Betons keine derartigen Beanspruchungen auftreten. Beschädigungen durch nachfolgende Arbeiten sind durch möglichst spätes Ausschalen und nach dem Ausschalen durch Kantenschutz und Schutzabdeckungen zu verhindern. Bleibende Schäden am frischen und jungen Beton durch Regentropfen und abfließendes Regenwasser können durch eine vollflächige Folien- oder Mattenabdeckung bzw. durch Schutz vor Überströmen und schadhafte Ableitung von der Betonoberfläche verhindert werden.

■ 2 Arten der Nachbehandlung

Die im Folgenden genannten Schutzmaßnahmen zur Nachbehandlung des Betons dürfen nur bei regnerischem, feuchtem Wetter mit mindestens 85 % relativer Luftfeuchte während der ersten Tage der Hydratation unterbleiben. Da die Luftfeuchte über den Tag variiert, darf hierfür vereinfacht das Tagesmittel angesetzt werden. Eine Mittelwertbildung über längere Zeitspannen ist nicht zulässig [6]. Da das Wetter in unserer Klimazone relativ unbeständig ist und zuverlässige Vorhersagen nur bis zu drei Tagen möglich sind, sollte der Gebrauch der 85-Prozent-Regelung sorgfältig geprüft werden.

Einzelne Regelwerke (WU-Richtlinie des DAfStb oder ZTV-ING) setzen die 85-Prozent-Regelung außer Kraft und fordern die Nachbehandlung über die nachfolgend genannten konventionellen Schutzmaßnahmen.

Schutzmaßnahmen gegen vorzeitiges Austrocknen sind:

- Abdecken mit Folien
- Auflegen Wasser speichernder Abdeckungen
- Aufbringen flüssiger Nachbehandlungsmittel
- kontinuierliches Besprühen mit Wasser, Unterwasserlagerung (Fluten)
- Belassen in der Schalung
- eine Kombination dieser Verfahren.

Die gebräuchlichste Maßnahme gegen vorzeitiges Austrocknen ist ein sorgfältiges *Abdecken mit dampfdichter Kunststoff-Folie*, die aus Gründen der Reißfestigkeit und Wiederbenutzbarkeit mindestens 0,2 mm dick sein sollte. Die Folien müssen auf den noch feuchten Beton überlappend aufgelegt und an ihren Stößen befestigt werden (z. B. durch Beschweren mit Brettern oder durch Klebebänder).

Die Verwendung von Kunststoff-Folien ist besonders für Sichtbeton zu empfehlen. Auf diese Weise können unerwünschte Ausblühungen – verursacht durch nasse Nachbehandlung oder Niederschlagwasser – vermieden werden. Die Folie darf in diesem Fall nicht direkt anliegen, damit kein Kondenswasser an die Betonoberfläche gelangt, das seinerseits zu Ausblühungen führen kann. Zugluft zwischen Betonoberfläche und Abdeckung ist zu verhindern.

Beim Umschließen von Betonoberflächen mit *wasserspeichernden Materialien*, wie Jutegewebe, Strohmatte, Sand-

schichten o. Ä., ist die Abdeckung ständig feucht zu halten und ggf. zusätzlich durch eine Folie vor schneller Feuchtigkeitsabgabe zu schützen.

Nachbehandlungsmittel (Curingmittel) können auf die Betonoberflächen mit handelsüblichen Geräten (z. B. Obstbaumspritzen mit geeigneter Sprühdüse) aufgesprüht werden. Das Aufbringen muss vollflächig und so früh wie möglich erfolgen: bei freiliegenden Betonflächen sobald der sichtbare Wasserfilm verschwindet (Betonoberfläche mattfeucht), bei geschalteten Flächen sofort nach dem Entschalen. Wichtig ist, dass stets ein geschlossener Sprühfilm entsteht und die in der Arbeitsanweisung geforderte Menge je Quadratmeter aufgebracht wird. Diesen Mitteln ist meist ein heller Farbstoff beigemischt, sodass leicht zu erkennen ist, ob und wie gleichmäßig eine Fläche besprüht wurde. Bei hohen Temperaturen, starker Sonneneinstrahlung, starker Windeinwirkung oder extrem niedrigen Temperaturen sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Wachshaltige Nachbehandlungsmittel vermindern bei Anstrichen, Beschichtungen und Belägen die Haftung auf der Betonfläche. In diesen Fällen sind deshalb Nachbehandlungsmittel oder Reste davon zu entfernen, wenn nicht nachgewie-

Tafel 1: Nachbehandlungsverfahren für Beton in Abhängigkeit von der Oberflächen- / Lufttemperatur

Zeile	Art	Maßnahmen	Oberflächen-/Lufttemperatur [°C]					
			unter -3	-3 bis +5	+5 bis +10	+10 bis +15	+15 bis +25	über 25
1	Mit wasserdampfdichter Folie abdecken/ Nachbehandlungsmittel aufsprühen + mit Wasser benetzen	Abdecken oder NB-Mittel aufsprühen und benetzen zusätzlich: ■ Holzschalung nässen ■ Stahlschalung vor Sonne schützen ■ freie Betonoberflächen in der Schalung abdecken und benetzen					(X) ²⁾	X
2		Abdecken oder NB-Mittel aufsprühen ggf. zusätzliche Maßnahmen wie Zeile 1			X	X	X	
3		Abdecken oder NB-Mittel aufsprühen und Wärmedämmung auflegen ¹⁾ Verwendung wärmedämmender Schalung (z. B. Holz) sinnvoll, Stahlschalung mit Dämmmatten abhängen		X				
4		Abdecken und Wärmedämmung auflegen ¹⁾ ; Umschließung des Arbeitsplatzes (Zelt), ggf. Beheizung (z. B. Heizstrahler) zusätzlich: Betontemperatur mindestens 3 Tage ≥ +10 °C halten	X					
5		ständig sichtbarer Wasserfilm auf der Betonoberfläche vorhalten			(X)	X	X	

¹⁾ Nicht benetzen; Tau-/Regenwasser fernhalten.

²⁾ Bei ungünstigen Bedingungen (z. B. starker Wind) und Expositionsklassen XM, XD, XF, XS sinnvoll.

sen wird, dass nachteilige Auswirkungen auf nachfolgende Arbeiten ausgeschlossen sind. Es stehen auch Kombinationsprodukte zur Verfügung, die auf der Basis von Acryl-Mischpolymerisaten, Epoxidharzlösungen mit feuchtigkeitsunempfindlichen Lösungsmitteln u.Ä. gleichzeitig die Nachbehandlung und einen Betonschutz bzw. die farbliche Gestaltung bieten. Im öffentlichen Verkehrsbau haben sich Produkte nach den TL NBM-StB [7] bewährt.

Gegen ein vorzeitiges Austrocknen ist auch das *Besprühen der Betonoberflächen mit Wasser* eine gebräuchliche Maßnahme. Die Betonoberfläche muss ständig feucht bleiben, da wechselweises Anfeuchten und Austrocknen zu Spannungen und damit zu Rissen im jungen Beton führen können. Ein direktes Bespritzen des Betons mit starkem Wasserstrahl ist zu vermeiden, da infolge der schroffen Abkühlung der Betonoberfläche, insbesondere bei massigen Bauteilen, ebenfalls Risse entstehen können. Als Hilfsmittel sind perforierte Schläuche oder Düsen, wie sie zum Rasensprengen benutzt werden, geeignet. Zur Nachbehandlung können horizontale Flächen auch unter Wasser gesetzt werden.

Bei Frost sollte eine feuchte Nachbehandlung nicht erfolgen. Da bei niedrigen Außentemperaturen unter 0 °C eine Folie zwar den Wasserverlust, nicht aber die Auskühlung an der Betonoberfläche verhindert, ist als zusätzliche Schutzmaßnahme in der Regel eine *Wärmedämmung* vorzusehen.

Bei *Belassen in der Schalung* ist saugende Holzschalung feucht zu halten und Stahlschalung gegen Aufheizung durch Sonneneinstrahlung bzw. bei niedrigen Temperaturen vor zu schneller und starker Abkühlung zu schützen.

Die vorgenannten Arten der Nachbehandlung sind in Abhängigkeit von der Außentemperatur in der Tafel 1 zusammengefasst. Eine darauf basierende baustellengerechte Checkliste zur Arbeitsanweisung und Ausführungskontrolle findet sich als Tafel 4 auf Seite 5 des Merkblatts. Sie kann ausgefüllt als Dokumentation dienen und z.B. dem Bautagebuch beigelegt werden.

Vor schädigenden *Temperatureinflüssen* kann Beton bei starker Sonneneinstrahlung und hoher Temperatur durch Sonnenschutz bzw. durch feuchte Abdeckungen geschützt werden.

Wenn junger Beton gegen schädigenden Kontakt mit angreifenden Stoffen (z.B. Chloride) geschützt werden muss, ist dies in den bautechnischen Unterlagen anzugeben.

■ 3 Beginn und Dauer der Nachbehandlung

Nach Abschluss des Verdichtens und der Oberflächenbearbeitung des Betons ist die Oberfläche unverzüglich nachzubehandeln. Soll die Rissbildung an der freien Oberfläche infolge Fröhschwinden vermieden werden, ist eine zwischenzeitliche Nachbehandlung vor der Oberflächenbearbeitung durchzuführen.

Die Mindestdauer der Nachbehandlung richtet sich nach der Expositionsklasse, der Oberflächentemperatur und der Festig-

Tafel 2: Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen nach DIN EN 13670/DIN 1045-3 [3] für alle Expositionsklassen außer X0, XC1 und XM

Oberflächen- temperatur ϑ [°C] ²⁾	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen			
	Festigkeitsentwicklung des Betons $r = f_{cm2}/f_{cm28}^{1)}$			
	schnell $r \geq 0,5$	mittel $r \geq 0,30$	langsam $r \geq 0,15$	sehr langsam ³⁾ $r < 0,15$
$\vartheta \geq 25$	1	2	2	3
$25 > \vartheta \geq 15$	1	2	4	5
$15 > \vartheta \geq 10$	2	4	7	10
$10 > \vartheta \geq 5$	3	6	10	15

¹⁾ Zwischenwerte dürfen eingeschaltet werden.

²⁾ Anstelle der Oberflächentemperatur des Betons darf die morgendliche Lufttemperatur angesetzt werden.

³⁾ Betone mit sehr langsamer Festigkeitsentwicklung sind in Deutschland nicht üblich.

Tafel 3: Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen nach DIN EN 13670/DIN 1045-3 [3] für die Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 – Alternativverfahren in Abhängigkeit der Frischbetontemperatur

Frischbetontemperatur ϑ_{fb} zum Einbaupunkt [°C]	Festigkeitsentwicklung des Betons $r = f_{cm2}/f_{cm28}^{1)}$		
	schnell $r \geq 0,5$	mittel $r \geq 0,30$	langsam $r \geq 0,15$
$\vartheta \geq 15$	1	2	4
$15 > \vartheta \geq 10$	2	4	7
$10 > \vartheta \geq 5$	4	8	14

¹⁾ Zwischenwerte dürfen ermittelt werden.

keitsentwicklung des Betons. Die Festigkeitsentwicklung r wiederum hängt von der Betonzusammensetzung ab. Sie wird definiert durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeit nach 2 Tagen (f_{cm2}) und 28 Tagen (f_{cm28}), ermittelt an im Labor gesondert hergestellten Probekörpern [8] bei der Erstprüfung oder an einem vergleichbaren Beton (gleicher Zement, gleicher Wasserzementwert). Die Festigkeitsentwicklung kann für Beton nach Eigenschaften und ggf. für Standardbeton dem Lieferschein des Transportbetons entnommen werden. Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als nach 28 Tagen bestimmt, ist zur Ermittlung des Wertes r statt f_{cm28} die mittlere Druckfestigkeit zum entsprechend späteren Zeitpunkt anzusetzen (z. B. f_{cm56}).

Bei Umweltbedingungen, die den Expositionsklassen außer X0, XC1 und XM entsprechen, muss der Beton bis zum Erreichen von 50 % seiner charakteristischen Festigkeit im oberflächennahen Bereich nachbehandelt werden. Diese Forderung ist in Tafel 2 in Abhängigkeit von Festigkeitsentwicklung und Oberflächentemperatur des Betons in eine Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen umgesetzt. Wenn die Mindestdauer der Tafel 2 nicht eingehalten wird, ist ein spezieller Nachweis der tatsächlichen Festigkeitsentwicklung im Bauteil (z. B. durch eine Berechnung der Reife) erforderlich.

Anstelle der Werte nach Tafel 2 kann alternativ für die Expositionsklassen XC2, XC3, XC4 und XF1 die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer über die Messung der *Frischbetontemperatur ϑ_{fb} zum Einbaupunkt* und über die Festigkeitsentwicklung des Betons r erfolgen. Die hiernach erforderliche Nachbehandlungsdauer ist in Tafel 3 festgelegt. Bei Verwendung von Stahlschalung oder an ungeschalteten Oberflächen darf Tafel 3 nur angewendet werden, wenn ein übermäßiges

Auskühlen des Betons im Anfangsstadium der Erhärtung durch entsprechende Schutzmaßnahmen ausgeschlossen wird.

Ferner gilt für die Ermittlung der Mindestdauer der Nachbehandlung:

- für Beton mit einer Verarbeitbarkeitszeit > 5 h: angemessene Verlängerung (mind. um die Verzögerungszeit)
- bei Temperatur der Betonoberfläche < 5 °C: Verlängerung um die Zeitspanne mit Temperaturen unter 5 °C
- für die **Expositionsklassen XM**: bis zum Erreichen von 70 % seiner charakteristischen Festigkeit; ohne speziellen Nachweis sind die Werte nach Tafel 2 zu verdoppeln.
- für die **Expositionsklassen X0 und XC1**: 12 Stunden. Bei Fertigteilen darf diese Zeit unterschritten werden, wenn der Beton eine Reife aufweist, die sich unter Annahme einer konstanten Oberflächentemperatur von 20 °C und einer Nachbehandlungsdauer von 12 Stunden ergibt.

Bei Bauteilen mit besonders hoher Oberflächenbeanspruchung kann es ratsam sein, bei Auftragserteilung eine gegenüber Tafel 2 angemessen verlängerte Nachbehandlungsdauer zu vereinbaren, ähnlich der Praxis im Verkehrs- oder Wasserbau z. B. mit verdoppelter Anzahl der Nachbehandlungstage.

Wie wesentlich die Nachbehandlung für die Dichtheit des Betons bzw. Zementsteins ist, lässt sich aus Bild 2 ablesen. In dem Diagramm ist die Wasserdurchlässigkeit von Zementstein in Abhängigkeit vom Anteil der Kapillarporen im Zementstein aufgetragen und darunter der Zusammenhang zwischen Anteil der Kapillarporen, Wasserzementwert und Hydratationsgrad (der mit dem erreichten „Festigkeitsgrad“ einhergeht) dargestellt. Daraus ist einerseits abzulesen, dass bei vollständiger Hydratation Beton mit einem Wasserzementwert von 0,70 weitaus wasserdurchlässiger (und damit auch diffusions-offener) ist, als mit einem von 0,50. Es geht weiter auch daraus hervor, dass Betone mit w/z -Werten von 0,40, 0,50 und 0,60 etwa die gleiche Durchlässigkeit aufweisen, wenn der Zement nur zu 60 %, 80 % bzw. 100 % hydratisiert ist. Da die Hydratation bzw. Festigkeitsentwicklung und Zunahme der Dichtheit der Betonoberfläche aber direkt von der Dauer des

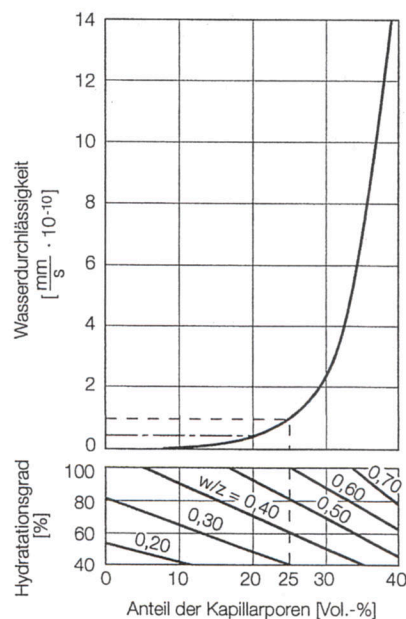


Bild 2: Wasserdurchlässigkeit von Zementstein in Abhängigkeit von der Kapillarporosität und vom Wasserzementwert (nach T.C. Powers) aus [4]

ausreichenden Wasserangebots an den Zement abhängt, wird deutlich, wie ausschlaggebend die Nachbehandlung für die Qualität und Dauerhaftigkeit von Betonoberflächen ist.

■ 4 Hinweise zur Nachbehandlung von Sichtbeton

Trotz der zuvor dargestellten eindeutigen Regelungen ist die Nachbehandlung von Bauteilen mit Sichtbetonflächen im Einzelfall schwierig. Nachbehandlungsmaßnahmen wirken naturgemäß über die Bauteilflächen. Sie sollten so ausgewählt werden, dass sie keine unerwünschten Auswirkungen auf das Erscheinungsbild haben.

An üblichen Innenbauteilen sind die Probleme meist gering, da solche Bauteile nur einen halben Tag (zwölf Stunden) Nachbehandlung erfordern, was durch Abdecken und Belassen in der Schalung erreicht wird.

Schwieriger ist die Nachbehandlung von Bauteilen mit Sichtbetonflächen, die frei bewittert sind. Hier gelten üblicherweise die Expositionsclassen XC4 und XF1, was eine Mindestdauer der Nachbehandlung nach Tafel 2 bzw. Tafel 3 erfordert. Dennoch bedarf die Nachbehandlung von Sichtbetonbauteilen auch für wenige Tage eine sachgerechte Planung und sorgfältige Durchführung.

Da an jungen Sichtbetonflächen jeglicher Kontakt mit flüssigem Wasser (auch Niederschlagswasser) unbedingt zu vermeiden ist, kommt nur ein Verdunstungsschutz als Nachbehandlung in Frage, üblicherweise durch Einpacken oder Einhausen in PE-Folie. Da herablaufendes Schwitzwasser (Kondensat) auf das Flächenbild die gleiche störende Wirkung haben kann wie etwa weiches Niederschlagswasser, sollte ein geringer Luftaustausch mit der Umgebung erhalten bleiben, um übermäßige Kondensatbildung zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund darf die Folie nicht direkt an der Sichtbetonfläche anliegen, sondern ist mit einigen Zentimetern Abstand zur Bauteiloberfläche anzubringen. Um diese Abstände abzusichern, werden oft zunächst Hilfskonstruktionen aus Resthölzern an das Betonteil gebaut, die aber ihrerseits bei direktem Kontakt mit Sichtbetonflächen Verfärbungen und Flächenabweichungen erzeugen können. Des-

halb sollten Abstand haltende Hilfskonstruktionen entweder aus Kunststoffteilen bestehen oder an den Kontaktpunkten mit Sichtbetonflächen auf PE-Folie aufsetzen. Obwohl ein eingeschränkter Luftaustausch gewünscht ist, sollte Zugluft möglichst nicht auftreten, da sie die Austrocknung der Betonrandzone fördert [9].

Einhausungen aus PE-Folie sind empfindlich gegen Einflüsse des laufenden Baubetriebs und gegen Witterungseinflüsse wie Wind oder Starkniederschläge. Sie sind deshalb regelmäßig zu prüfen und instand zu halten.

■ Literatur

- [1] DIN EN 206-1: Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [2] DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [3] DIN EN 13670: Ausführung von Tragwerken aus Beton; in Verbindung mit DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- [4] Zement-Taschenbuch. 51. Ausgabe 2008, Verein Deutscher Zementwerke (Hrsg.), Verlag Bau+Technik, Düsseldorf
- [5] DIN 18331: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Betonarbeiten
- [6] Erläuterung zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN EN 12620 – Heft 526, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.), Beuth Verlag, Berlin
- [7] TL NBM-StB: Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV, Köln (Hrsg.)
- [8] DIN EN 12390-3: Prüfung von Festbeton, Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern
- [9] Peck, Bose, Bosold: Technik des Sichtbetons – Praktische Hinweise zur Planung und Ausführung glatter Sichtbetonflächen, 2007, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf

Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

Regionale Ansprechpartner

www.beton.org

BetonMarketing Nordost GmbH

Anderter Str. 99D, 30559 Hannover, Tel.: 0511 554707-0, hannover@betonmarketing.de
Teltower Damm 155, 14167 Berlin, Tel.: 030 3087778-0, berlin@betonmarketing.de

BetonMarketing Süd GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, info@betonmarketingsued.de
Büro München: Beethovenstraße 8, 80336 München, Tel.: 089 450984-0, info@betonmarketingsued.de

BetonMarketing West GmbH

Neustraße 1, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, info@bmwest.de

Herausgeber: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf

www.vdz-online.de

Verfasser: Dipl.-Ing. Roland Pickhardt, BetonMarketing West; Dipl.-Ing. Wolfgang Schäfer, BetonMarketing Nordost

05 Sicherheitsdatenblätter der Stoffhersteller

Hier einfügen

**06 Fachpersonal Fremdüberwachung SIVV-Schein(e) |
Düsenführerschein(e) | Ausbildung Qualifizierte Führungskraft /
E-Schein**

Hier einfügen

Prüfung der Ausgangsstoffe Lieferkontrolle (Formblatt LGIB)

Lieferscheine der Stoffe: Stoffgruppe

**Frischmörtel/-beton
Trockenmörtel/-beton
(ggf. Überwachungsnachweis TL BE-PCC)**

Kunststoffdispersion/-emulsion

**Reaktionsharzmörtel/-härter
(ggf. Überwachungsnachweis TL BE-PC)**

**Korrosionsschutzstoffe
(ggf. Überwachungsnachweis TL BE-PCC)**

**Beschichtungsstoffe OS
Imprägnierungs- & Versiegelungsstoffe
(ggf. Überwachungsnachweis TL OS)**

**Reaktionsharze / Härter
für das Füllen von Rissen
(ggf. Überwachungsnachweis TL FG-EP)**

**Polyurethan
(ggf. Überwachungsnachweis)**

BAUTAGEBUCH INSTANDSETZUNG (Tagesbericht)

Datum:
zuständige Fachkraft (SIVV):
Bauvorhaben:
Bauteil:



Uhrzeit	Lufttemperatur (°C) _{min./max.}	relative Luftfeuchte (%)	Taupunkttemperatur (°C)	Bauteiltemperatur (°C)	Bauteilfeuchte (%)	Stofftemperatur (°C)	Witterung

Zeiten	Belegschaft			
	Poliere	Vorarbeiter	Facharbeiter	Bauwerker

Ausgeführte Vertragsarbeiten (eigene / fremde Leistungen)			Nachbehandlung/Dauer
Zeit	Fläche	Arbeiten / fremde Leistungen	

Bezeichnung der verarbeiteten Stoffe	Chargen Nr.	Stoffverbrauch	Durchgeführte Prüfungen

Anordnung des Bauherrn	Geräteinsatz Funktionskontrolle wurde durchgeführt / führt aus:	Besondere Vorkommnisse
aufgestellt Datum: (Bauleiter / Polier)	Kenntnis genommen Datum: (für den Bauherrn)	

Durchführungsanweisung

Für die Darstellung des Karbonatisierungsverlaufs müssen am Objekt die Karbonatisierungstiefe und die Betondeckung messtechnisch ermittelt werden. Das Alter des Objektes muss bekannt sein.

Aussagefähig für das gesamte Bauwerk sind die Ergebnisse nur dann, wenn nach Bauteilen unterschieden wird. Für jedes Bauteil ist die Diagnose getrennt vorzunehmen.

Das Formblatt „Ermittlung der Karbonatisierung/Überdeckung“ erleichtert Ihnen die Auswertung der Messergebnisse, da die Berechnung von komplizierten Formeln entfällt und trotzdem der Karbonatisierungsverlauf grafisch dargestellt wird. Eine erste Bewertung des Bauteilzustandes ist ebenso möglich.

Einteilung in verschiedene Bauteile

Bauteile sind zu unterscheiden nach:

- Lage Attika oder Sockel
 Himmelsrichtung
- Betonart Normalbeton, Leichtbeton
- Herstellart Ortbeton, Fertigteil

Für jedes unterschiedliche Bauteil wird ein Formblatt „Karbonatisierungsverlauf“ angelegt. Dazu ein Beispiel:

Ein mehrstöckiges Wohnhaus mit einer Fassade aus Ortbeton und Balkonbrüstungen aus Fertigteilen sollte in mindestens 8 Bauteile unterschieden werden

- Fassade, Wetterseite, Sockel
- Fassade, Wetterseite, Attika
- Fassade, wetterabgewandte Seite, Sockel
- Fassade, wetterabgewandte Seite, Attika
- Balkonbrüstung, Wetterseite, Erdgeschoss
- Balkonbrüstung, Wetterseite, oberstes Geschoss
- Balkonbrüstung, wetterabgewandte Seite, Erdgeschoss
- Balkonbrüstung, wetterabgewandte Seite, oberstes Geschoss.

Messen der Karbonatisierungstiefe

Mindestens 5 Messungen je Bauteil vornehmen.

Gemessen wird mit dem Phenolphthaleintest wie folgt:

- Beton aufstemmen, möglichst senkrechte Bruchfläche.
- Sofort Phenolphthaleinlösung aufsprühen.
- Nicht verfärbter Beton = karbonatisiert.
- Tiefe der Grenze zum verfärbten (violett) Beton ausmessen.
- Ergebnis in den jeweiligen Vordruck entsprechend (1) eintragen.

Werkzeug, Hilfsmittel:

- Hammer, Meißel
- Schieblehre mit Tiefenmesser
- 0,1 %ige alkoholische Phenolphthaleinlösung in Sprühflasche (beziehbar über Apotheken etc.).

Messen der Betondeckung

Mindestens 5 Messungen je Bauteil vornehmen.

Gemessen wird mit handelsüblichen Überdeckungsmessgeräten laut deren Anleitung. Messergebnisse in den jeweiligen Vordruck entsprechend (2) eintragen.

Messgeräte z.B.:
Profometer oder Profoscope der Fa. Proceq SA
Ferroscan der Fa. Hilti Deutschland AG

Daten bearbeiten

- Objekt und Bauteildaten eintragen.
- Durchschnittliche Karbonatisierungstiefe errechnen. (3)
- Überdeckungswert auf die entsprechenden Tiefenbereiche aufteilen (Strichliste). (4)
- Verteilung prozentual ausrechnen. (5)
- Verteilung (in Prozent) in das Diagramm (Rückseite), Spalte Überdeckungsanteil übertragen. (10)
- Auf dem Diagramm die durchschnittliche Karbonatisierungstiefe (senkrechte Skalierung (6) im Schnittpunkt mit dem Bauwerksalter (waagerechte Skalierung) (7) markieren (Punkt). (8)
- Durch den Nullpunkt (linke, untere Ecke) und dem o. g. Schnittpunkt eine gerade Linie bis ans Ende des Diagramms ziehen. (9)
- Diese Linie markiert den zukünftigen Karbonatisierungsverlauf.

Auswertung

Feststellen, wo die Linie „Karbonatisierungsverlauf“ den kleinsten Wert (Bereich) der gemessenen Betondeckung schneidet.

3 Möglichkeiten wird es geben:

1. Die Linie erreicht nicht den kleinsten Wert der gemessenen Betondeckung.
2. Oberhalb der durchschnittlichen Karbonatisierungstiefe. Diesen Schnittpunkt senkrecht auf die Skala „Bauwerksalter“ projiziert, zeigt das Bauwerksalter an, ab dem bei diesem Bauteil mit Korrosionsschäden zu rechnen ist.
3. Bereits unterhalb der durchschnittlichen Karbonatisierungstiefe, d. h. die Karbonatisierung hat die Bewehrung schon erreicht.

Schlussfolgerung

Auf Grund der Auswertung sind drei Bewertungen für das jeweilige Bauteil möglich. Diese sind auf der Vorderseite des Vordrucks vorgegeben und können laut Auswertung angekreuzt werden (12)

1. Bewertung (A) falls die 1. Möglichkeit der Auswertung zutrifft.
2. Bewertung (B) falls die 2. Möglichkeit der Auswertung zutrifft. Die Differenz zwischen Bauwerksalter (momentan) und projiziertem Alter entspricht dem verbleibenden Zeitraum für eine Betonimmunisierung.
3. Bewertung (C) falls die 3. Möglichkeit der Auswertung zutrifft.

Aus den einzelnen Bauteil-Bewertungen kann nun eine Zusammenstellung für das ganze Objekt vorgenommen werden.

Wichtige Anmerkung:

Sobald die Karbonatisierung den Bewehrungsstahl erreicht hat bzw. sichtbare Zeichen für Korrosionsschäden erkennbar sind, ist diese Zustandsbewertung kein Ersatz für ein Sanierungskonzept.

Ermittlung der Karbonatisierung/Überdeckung

Bauwerk _____
 Standort _____
 Baujahr _____ Erwartete Lebensdauer ___15 ___30 ___60 ___90 Jahre

Bauteildaten

Bezeichnung _____

Lage ___Sockel ___Stütze ___Wandteil ___Attika

Himmelsrichtung _____

Betonart ___Normalbeton ___Leichtbeton ___Hochfester Beton ___Mörtel

Herstellung ___Ortbeton ___Fertigteil ___Transportbeton

Bauteilfläche _____ m² Abplatzungen _____

Besonderheiten: _____

Karbonatisierungstiefe (1)

Anzahl der Messpunkte
 mind. 5 je Bauteil

Messpunkt	Tiefe in mm
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Summe	

Durchschnittliche
 Karbonatisierungstiefe (3)
 _____ MP= _____ mm

Bewehrungslage/Überdeckung (2)

Anzahl der Messpunkte
 mind. 5 je Bauteil

Messpunkt	Überdeckung in mm
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Einteilung der Bewehrung nach Überdeckung

Bereich	Auswertung (4)	Anzahl	% (5)
0 - 5 mm			
5 - 10 mm			
10 - 15 mm			
15 - 20 mm			
20 - 25 mm			
über 25 mm			
			= 100 %

Anhang A

Taupunkttafel

Tabelle A 1.3.1: Taupunkttafel

Lufttemperatur [°C]	Taupunkttemperaturen in [°C] bei einer relativen Luftfeuchte von										
	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
2	-7,8	-6,6	-5,4	-4,4	-3,2	-2,5	-1,8	-1,0	-0,3	0,5	1,2
4	-6,1	-4,9	-3,7	-2,6	-1,8	-0,9	-0,1	0,8	1,6	2,4	3,2
6	-4,5	-3,1	-2,1	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,7	3,6	4,5	5,4
8	-2,7	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,8	3,8	4,8	5,7	6,5	7,3
10	-1,3	0,0	1,3	2,5	3,7	4,8	5,8	6,8	7,7	8,5	9,3
11	-0,4	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
12	0,4	1,8	3,2	4,5	5,6	6,7	7,8	8,7	9,6	10,5	11,3
13	1,3	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
14	2,2	3,8	5,1	6,4	7,6	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,4
15	3,1	4,7	6,1	7,4	8,5	9,6	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4
16	4,1	5,6	7,0	8,3	9,5	10,6	11,7	12,7	13,6	14,6	15,5
17	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,6	14,5	15,4	16,2
18	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,6	15,4	16,3	17,3
19	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,4	18,2
20	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4	18,4	19,2
21	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,4	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
22	9,5	11,2	12,5	13,9	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
23	10,4	12,0	13,5	14,9	16,0	17,3	18,4	19,4	20,4	21,3	22,2
24	11,3	12,9	14,4	15,7	17,1	18,2	19,2	20,3	21,4	22,3	23,2
25	12,2	13,8	15,4	16,7	18,0	19,1	20,2	21,4	22,3	23,3	24,2
26	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,3	22,3	23,3	24,3	25,2
27	14,1	15,7	17,2	18,6	19,8	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
28	15,0	16,6	18,1	19,4	20,9	22,1	23,2	24,3	25,3	26,2	27,2
29	15,9	17,6	19,0	20,5	21,8	23,0	24,2	25,2	26,2	27,3	28,2
30	16,8	18,4	20,0	21,4	23,7	23,9	25,1	26,1	27,2	28,2	29,1
32	18,6	20,3	21,9	23,3	24,7	25,8	27,1	28,2	29,2	30,2	31,2
34	20,4	22,2	23,8	25,2	26,5	27,9	28,9	30,1	31,2	32,1	33,1
36	22,2	24,1	25,5	27,0	28,4	29,7	30,9	32,0	33,1	34,2	35,1
38	24,0	25,7	27,4	28,9	30,3	31,6	32,8	34,0	35,0	36,1	37,0
40	25,8	27,7	29,2	30,8	32,2	33,5	34,7	35,9	37,0	38,1	39,1

Die Taupunkttafel gibt an, bei welchen Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte Kondensat auftritt. So wird z.B. bei einer Lufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 70 % auf nichtsaugenden Oberflächen mit Oberflächentemperaturen unter 14,4 °C Kondensat auftreten.

Formblatt B 1.3.1

Äußere Bedingungen			Seite																				
Baumaßnahme			Bauwerksnummer (ASB)																				
Bauabschnitt			<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>																				
Auftragegeber			Bauwerksname																				
Auftragnehmer			oben																				
			unten																				
Datum/ Uhrzeit	Bauteil	1 Lufttemperatur 2 Taupunkttemperatur 3 Objekttemperatur 4 relative Luftfeuchte	Unterschrift des Auftragnehmers																				
		1 °C																					
		2 °C																					
		3 °C																					
		4 %																					
		1 °C																					
		2 °C																					
		3 °C																					
		4 %																					
		1 °C																					
		2 °C																					
		3 °C																					
		4 %																					
		1 °C																					
		2 °C																					
		3 °C																					
		4 %																					
Bemerkungen																							

Formblatt B 1.3.2

Abreifestigkeit					Seite																
Produkt / Systembezeichnung					Bauwerksnummer (ASB)																
					<table border="1" style="width:100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td> </tr> </table>																
Baumanahme					Bauwerksname																
Bauabschnitt					oben																
					unten																
Herstellungsdatum der Schichten					Prüfungsdatum																
Zugeordnete Prüfche			Angaben zum Prüfgert				Geprft wird														
			Gerte Typ-Nr. Messbereich Prüfstempeldurchmesser mm Prüfstempelfche mm ²																		
			Angaben zur Prfung				Betonunterlage vorbereitet <input type="checkbox"/> Betonersatzsystem <input type="checkbox"/> Grundierung/Versiegelung/ Kratzspachtelung <input type="checkbox"/> Oberflchenschutzsystem <input type="checkbox"/> Dichtungsschicht <input type="checkbox"/> Dnnbelag <input type="checkbox"/> Haftschrift <input type="checkbox"/> Schweibahn <input type="checkbox"/> Dichtungssystem <input type="checkbox"/> Korrosionsschutzsystem <input type="checkbox"/>														
			Bohrtiefe mm Klebstoff Krafteinstiegsgeschwindigkeit [N/s] ... <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/>																		
Nr.	Temp. d. Schichten [°C]	Abreikraft [N]	Abreifestigkeit		Versagensart [% der Bruchche]																
			Einzelwert [N/mm ²]	Mittelwert [N/mm ²]	Kohsionsversagen					Adhsionsversagen											
					A	B	C	D	Y	Z	A/B	B/C	C/D	D/Y	Y/Z						
Unterschriften										Bezeichnung der Schichten											
..... Prfer/ Firma Auftragnehmer Auftraggeber										A = B = C = D = Y = Kleber Z = Stempel											

Formblatt B 1.3.3

<input type="checkbox"/> Kontrollprüfung <input type="checkbox"/> Eigenüberwachung		Rautiefe		Seite										
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)										
Bauabschnitt				<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>										
Auftraggeber				Bauwerksname										
Auftragnehmer				oben										
				unten										
Datum	Bauteil/ zugeordnete Prüffläche	Einzelwerte der Rautiefe R_t [mm]	Mittlere Rautiefe R_{tm} [mm]	Unterschrift des Auftragnehmers										
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
Bemerkungen														

Formblatt D 3.4.2

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung

Seite

Bauwerksnummer (ASB) Baumaßnahme
 Bauabschnitt Bauteil
 Auftragnehmer Auftraggeber

Oberflächenschutzsystem

OS-

Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)

Größe der zugeordneten Prüffläche
 Länge l m
 Breite b m
 Fläche m²

Prüfgerät

Mindestschichtdicke $d_{min} =$ µm
 $0,7 \cdot d_{min} =$ µm
 Maximalschichtdicke $d_{max} =$ µm

Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung

Messstellen	Schichtdicke d [µm]	Auswertung ¹⁾				Messstellen	Schichtdicke d [µm]	Auswertung ¹⁾			
		a	b	c	d			a	b	c	d
1						21					
2						22					
3						23					
4						24					
5						25					
6						26					
7						27					
8						28					
9						29					
10						30					
11						31					
12						32					
13						33					
14						34					
15						35					
16						36					
17						37					
18						38					
19						39					
20						40					
Summe (1-20)						Summe (21-40)					

Name des Prüfgrundes Beauftragte Firma

Prüfung Nr.

Prüfungsdatum

Fertigstellungsdatum des Prüfgrundes


Unterschriften

..... Prüfer Auftragnehmer
 Auftraggeber Auftraggeber

¹⁾ Zutreffendes ankreuzen
 a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$
 b: $d_{min} > d \geq 0,7 \cdot d_{min}$
 c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$
 d: $d > d_{max}$

Soil
 Gesamtsumme a \geq 38
 Gesamtsumme b \leq 2
 Gesamtsumme c = 0
 Gesamtsumme d = 0

Formblatt D 3.4.3

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren		Seite			
Bauwerksnummer (ASB)		Baumaßnahme			
Bauabschnitt		Bauteil			
Auftragnehmer		Auftraggeber			
Oberflächenschutzsystem					
OS-					
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ μm $0,7 \cdot d_{min} =$ μm Maximalschichtdicke $d_{max} =$ μm	Messwerte und Auswertung			
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l m Breite b m Fläche m ² Prüferät	Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung siehe Formblatt 3.4.2  <p> $d = a \cdot \tan \alpha$ a Projektion der Schnittkante α Schnittwinkel </p> Eine Prüfung je angefangenen 350 m ² mindestens jedoch je Tagesleistung	Messstellen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 Summe (1-20)	Schichtdicke d [μm]	Auswertung ¹⁾ a b c d	Auswertung ¹⁾ a b c d
		Summe (21-40)	Summe (21-40)	Soll Gesamtsumme a \geq 38 Gesamtsumme b \leq 2 Gesamtsumme c = 0 Gesamtsumme d = 0	
		Unterschriften		1) Zutreffendes ankreuzen a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$ b: $d_{min} > d \geq 0,7 \cdot d_{min}$ c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$ d: $d > d_{max}$	
		Prüfung Nr.	Name des Prüfgutes	Beauftragte Firma	
		Prüfungsdatum	Auftragnehmer Auftraggeber		
		Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfer	Auftraggeber	

Formblatt D 3.4.4

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hWO) an Bohrkernen		Seite
Bauwerksnummer (ASB) Bauabschnitt Auftragnehmer		Baumaßnahme Bauteil Auftraggeber
Oberflächenschutzsystem		
OS- Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)		
Mindestschichtdicke d_{min} = μm $0,7 \cdot d_{min}$ = μm Maximalschichtdicke d_{max} = μm		
Lage der einzelnen Bohrkerne je Prüfung		
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l m Breite b m Fläche m ²		
Prüfgerät Je Bohrkern fünf Messungen gleichmäßig verteilt an der Mantelfläche Eine Prüfung je angefangene 350 m ² mindestens jedoch je Tagesleistung		
Prüfung Nr. Prüfungsdatum Fertigstellungsdatum des Prüfgutes		Name des Prüfgutes Beauftragte Firma
Unterschriften Prüfer Auftragnehmer Auftraggeber		
Soll $\sum a \geq 38$ $\sum b \leq 2$ $\sum c = 0$ $\sum d = 0$		1) Zutreffendes ankreuzen a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$ b: $d \geq 0,7 \cdot d_{min}$ c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$ d: $d > d_{max}$

Formblatt D 3.4.5

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge		Seite																																																
Bauwerksnummer (ASB)																																																		
Bauberschnitt																																																		
Auftragnehmer																																																		
Baumaßnahme																																																		
Bauteil																																																		
Auftraggeber																																																		
Oberflächenschutzsystem	Mindestdicke d_{min} = μm Maximalschichtdicke d_{max} = μm (Sofern die Angaben zur Ausführung keine Angaben zum Zuschlag d_z enthalten, ist $d_z = 60 \mu\text{m}$ anzusetzen.)	Sollschichtdicke $d_s = d_{min} + d_z =$ $d_z = 60$ μm μm																																																
OS-	Lage der zugeordneten Prüffläche (ggf. in Zeichnung eintragen)	Eine Prüfung je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je Tagesleistung																																																
	Festkörpervolumen $FV =$ Dichte des flüssigen Stoffes $\rho_{fl} =$ (entsprechend Angaben zur Ausführung)	$\frac{FV \cdot 10}{\rho_{fl}} =$																																																
$d = \frac{M_v \cdot FV \cdot 10}{A \cdot \rho_{fl}} \quad [\mu\text{m}] \geq d_s$		Mittlere Auftragsschichtdicke d [μm]																																																
$M_v \text{ Verbrauchsmenge [kg]}$ $A \text{ zugehörige Fläche [m}^2\text{]}$																																																		
Größe und Daten der zugeordneten Prüfflächen																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Prüfung Nr.</th> <th>Länge [m]</th> <th>Breite [m]</th> <th>Fläche [m²]</th> <th>Fertigstellungsdatum des Prüfgutes</th> <th>Prüfdatum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum	1						2						3						4						5						6						7							
Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum																																													
1																																																		
2																																																		
3																																																		
4																																																		
5																																																		
6																																																		
7																																																		
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>M_v</th> <th>A</th> <th>M_v/A</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nr.	M_v	A	M_v/A	d																																											
Nr.	M_v	A	M_v/A	d																																														
Unterschriften		Name des Prüfgutes																																																
..... Prüfer	 Auftragnehmer																																																
.....	 Auftraggeber																																																
		Beauftragte Firma																																																

BAUTAGEBUCH Füllen von Rissen
(Tagesbericht) (nach ZTV-ING gesondertes Formblatt)

Datum:
 zuständige Fachkraft (SIVV):
 Bauvorhaben:
 Bauteil:



Uhrzeit	Lufttemperatur (°C) _{min./max.}	relative Luftfeuchte (%)	Taupunkttemperatur (°C)	Bauteiltemperatur (°C)	Bauteilfeuchte (%)	Stofftemperatur (°C)	Witterung

Zeiten	Belegschaft			
	Poliere	Vorarbeiter	Facharbeiter	Bauwerker

Ausgeführte Vertragsarbeiten (eigene / fremde Leistungen)			Füllart:				
Zeit	Fläche	Arbeiten / fremde Leistungen	EP-T	EP-I	PUR-I	ZL-I	ZS-I
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Risseprotokoll							
Riss-Nr.							
Rissbreite (mm)							
Risslänge m)							
Einfüllstutzen (Stück)							
Menge (kg)	Injizierung						
	Nachinjizierung						
Zeit							

Bemerkungen			
Bezeichnung der verarbeiteten Stoffe	Chargen Nr.	Stoffverbrauch	Durchgeführte Prüfungen

Anordnung des Bauherrn	Geräteeinsatz	Besondere Vorkommnisse
	Funktionskontrolle wurde durchgeführt / führt aus:	
aufgestellt		
Datum: (Bauleiter / Polier)		Kenntnis genommen Datum: (für den Bauherrn)

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in
Betonbauteilen - Anhang B**

Formblatt B 3.5.3

Tagesprotokoll	Seite							
Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)							
Bauabschnitt								
Auftraggeber	Bauwerksname							
Auftragnehmer	oben							
	unten							
Füllart <input type="checkbox"/> EP-I <input type="checkbox"/> PUR-I <input type="checkbox"/> ZL-I <input type="checkbox"/> ZS-I <input type="checkbox"/> EP-T <input type="checkbox"/> ZL-T <input type="checkbox"/> ZS-T								
Ifd. Nr.	zugehörige Rissprotokolle							
Ausgeführte Tätigkeiten								
<input type="checkbox"/> Vorbereitung			<input type="checkbox"/> Füllen			<input type="checkbox"/> Nacharbeiten		
Umfang der Maßnahme		Rissfüllstoff ca. kg						
Meteorologische Daten								
	..... Uhr	..... Uhr	..... Uhr					
klar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
leicht bewölkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
stark bewölkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Regen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Lufttemperatur °C	.....	.....	.....		
Luftfeuchte %	.....	.....	.....		
Nr. der zugehörigen Messstreifen	.....						
Angaben zum Verkehr								
Prüfungen / Erfassungen im Rahmen der Eigenüberwachung der Ausführung								
<input type="checkbox"/> Funktionsprüfung der Injektionsgeräte gemäß Angaben zur Ausführung								
<input type="checkbox"/> Aushärtungsprüfungen, Anzahl								
<input type="checkbox"/> Rückstellproben, Anzahl								
<input type="checkbox"/> sonstige Prüfungen, Bezeichnungen Anzahl								
<input type="checkbox"/> Rissmerkmale			<input type="checkbox"/> Rissbreitenänderung			<input type="checkbox"/> Zustand der Risse		
<input type="checkbox"/> Kontrollen der Stofflieferung (Vergleich mit Bestellung)								
Rissfüllstoff		<input type="checkbox"/> Lieferschein Nr.		<input type="checkbox"/> Gebindekennzeichnung <small>(CE- und U-Zeichen)</small>		<input type="checkbox"/> Menge		
		<input type="checkbox"/> Chargen-Nr(n)		<input type="checkbox"/> Leistungserklärung.....				
Verdämmung		<input type="checkbox"/> Lieferschein Nr.		<input type="checkbox"/> Kennzeichnung		<input type="checkbox"/> Menge		
Reperaturstoff		<input type="checkbox"/> Lieferschein Nr.		<input type="checkbox"/> Kennzeichnung		<input type="checkbox"/> Menge		
<input type="checkbox"/> Lagerung								
Erläuterung / Abweichung von Vorgaben / besondere Vorkommnisse								
Anwendungsbedingungen erfüllt			<input type="checkbox"/> ja			<input type="checkbox"/> nein		
Datum	Unterschrift		gesehen		(Auftraggeber)			

